

АНАЛИЗ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОПОТРЕБЛЕНИЯ
МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ
СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ НА ОСНОВЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

А.Ю. Харитонов
ДонНТУ

В настоящее время в мире происходит процесс массового накопления информации. Этому способствуют непрерывный рост информационных технологий и увеличение емкости накопителей. Появляется необходимость в обработке баз данных и поиске определенных закономерностей. Обычные методы анализа не дают качественного результата ввиду того что эти данные по природе своей являются стохастическими, и не всегда поддаются стандартным детерминированным методам анализа энергопотребления.

Научные методы анализа энерго- и ресурсопотребления зданий довольно однообразны и в основной массе опираются на инженерные расчеты [1]. Такие расчеты могут проводить только специалисты узкого профиля: инженеры – электротехники, теплотехники и т. п. К тому же наиболее качественный анализ возможен только при наличии энергетического паспорта здания и проведения энергетического аудита, что является весьма дорогостоящей процедурой. Необходимо отметить, что энергетического паспорта нет в подавляющем большинстве зданий бюджетной сферы.

Методы системной динамики позволяют исследовать поведение сложных систем, опираясь на возможности компьютерного моделирования. В отличие от стандартных методов компьютерного моделирования методы системной динамики не требуют построения математической модели исследуемого объекта в традиционной форме, а позволяют строить компьютерные модели системных элементов и связей между ними.

Если рассматривать энергосбережение зданий в контексте методов системной динамики, то задача сводится к распознаванию образа по определенному набору показателей некоторого числа параметров одного класса. Необходимо выбрать некий эталон и осуществлять ранжирование всех объектов относительно данного эталона.

Ранжирование будем выполнять методом построения мультипликативной функции [2]. Для построения мультипликативной функции нужны неизменяемые параметры зданий. Они должны быть фундаментальными и не включать параметры, изменение которых

имеет стохастичный характер, как, например коэффициент остекленности для анализа теплоэнергии.

Данными параметрами могут быть следующие параметры зданий, которые контролируются главным экономическим управлением Донецкого городского совета: год постройки, количество этажей, площадь постройки (кв. м.), общий объем (куб. м.), общая площадь (кв. м.), тепловая нагрузка (Гкал/год), высота (м), отапливаемый объем (куб. м.), отапливаемая площадь (кв. м.), паспортные температуры подачи и возврата теплоносителя на объект (°С), количество человек в рабочее и нерабочее время.

Для построения мультипликативной функции необходимо брать параметры, удовлетворяющие следующим условиям:

- наиболее достоверные;
- независимые друг от друга;
- непосредственно влияющие на потребление выбранного ресурса.

Проработка параметров, влияющих на потребление энергоресурсов показала, что для анализа потребления теплоэнергии необходимо брать год постройки здания, отапливаемую площадь и количество человек.

$$T = \frac{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3}{x_0 \cdot x_0 \cdot x_0},$$

где T - мультипликативная функция,
 x_1, x_2, x_3 - параметры исследуемых объектов,
 x_0 - параметры эталонного объекта.

Для постройки мультипликативной функции нужен эталон – здание, отличающееся определенным образом. В качестве эталона может браться наихудшее или наилучшее здание по показателю потребления, здание с самой маленькой отапливаемой площадью или по какому-либо другому критерию. Для построения анализа выберем школу № 9 Ворошиловского района, характеризующуюся высоким удельным потреблением теплоэнергии. Таким образом, мультипликативная функция для анализа ресурсо- и энергопотребления будет иметь следующий вид:

$$T = 100\% \cdot \frac{\times_x \cdot \dot{I}_x \cdot \tilde{A}_x}{\times_y \cdot \dot{I}_y \cdot \tilde{A}_y},$$

где T - мультипликативная функция,
 $\times_x, \dot{I}_x, \tilde{A}_x$ - значения общего количество человек, площади всех отапливаемых помещений и года постройки каждого исследуемого здания соответственно,

$\times \dot{I}_y, \dot{I}_y, \tilde{A}_y$ - значения общего количество человек, площади всех отапливаемых помещений и года постройки эталонного здания соответственно.

Для анализа динамики изменений берутся годовые интервалы потребления энергии и ресурсов. Предполагается что выбранные для мультипликативной функции параметры не меняются в исследуемом промежутке.

Для каждого года и для каждого ресурса строится показатель t , определяющий отношение годового потребления к годовому потреблению эталона за выбранный базисным год.

$$t = \frac{\dot{I}_x}{\dot{I}_y},$$

где t - показатель, определяющий отношение годового потребления к годовому потреблению эталона за выбранный базисным год,

\dot{I}_x - потребление ресурса за определенный год анализируемым объектом,

\dot{I}_y - потребление ресурса за заданный год заданным эталонным объектом.

Отношения полученных результатов параметров T и t называются нормированным потреблением.

Если данные коэффициенты устойчивы, значит, автором определена функция связи. Функция связи позволяет вести нормирование потребления энергии в общем по всем объектам.

Полученная модель потребления тепловой энергии от показателей объектов (количество человек, площадь и год постройки) позволяет определять состояние объекта потребления тепловой энергии. Однако при этом остается вопрос правильности выбора показателей объектов и эталона для анализа. Для примера, при анализе индекса устойчивого развития стран в качестве эталона берется самая слаборазвитая страна, а в теории термодинамики за эталон берется кипение и замерзание воды.

Необходимо проверить полученные параметры на линейность. Если облака логарифмов полученных функций линейны с определенной аппроксимацией, то функции линейны и независимы. Для этого необходимо строить линейную функцию вида

$$\ln(t) = A + B \cdot \ln(T), \text{ где}$$

$\ln(T)$ - натуральный логарифм параметра эталона T ;

$\ln(t)$ - натуральный логарифм параметра t , отношения годового потребления к годовому потреблению эталона за выбранный базисным год;

A, B - линейные коэффициенты.

При анализе графиков за каждый год видно, что полученные коэффициенты устойчивы из года в год. Динамика изменений коэффициентов подобна динамике изменения среднегодовой температуры окружающей среды, что свидетельствует о явной независимости от внутренних нестабильных факторов сохранения тепла.

Полученные результаты позволяют сказать следующее. Исходная база данных, используемая при анализе, может быть переведена в базу знаний, в которую будут входить следующие ячейки:

- потребление тепловой энергии;
- потребления электрической энергии;
- потребление воды;
- A и B – параметры линейного уравнения $\ln(t) = A + B \cdot \ln(T)$.

Эти данные могут быть переведены в функциональную закономерность по определенному показателю. На основании данной закономерности можно производить анализ потребления ресурсов зданиями, не используя инженерные методики и энергоаудит.

Список литературы

1. В.Е. Козин, Т.А. Левина и др. Теплоснабжение: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 408с.
2. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Е51 Общая теория статистики —М.: Финансы и статистика, 2004. — 656 с

Получено 05.09.2011