

УДК 004

АНАЛИЗ ЭНЕРГО И РЕСУРСОПОТРЕБЛЕНИЯ ШКОЛ ГОРОДА МЕТОДОМ МУЛЬТИПЛИКАТИВНОЙ ФУНКЦИИ

Федосеева Н.Ю. Харитонов А.Ю.

Донецкий национальный технический университет
кафедра компьютерных систем мониторинга

E-mail: reneria@mail.ru

Аннотация

Федосеева Н.Ю., Харитонов А.Ю. Энерго и ресурсопотребления школ города методом мультипликативной функции. Рассмотрены математические методы исследования сложных систем. Определены зависимости и эталон исследуемых объектов. Определена модель для системы электропитания. Анализ проводился на примере школ Киевского района города Донецка

Общая постановка проблемы

На сегодняшний день очень активно развивается информатизация всех сфер деятельности человека, а так же накопление знаний и фактов. Внедрение сложных систем, использование их параметров и исследование их динамики, связей и зависимостей стало неотъемлемой частью любой отрасли хозяйства. Однако чем больше растет сложность системы, тем быстрее увеличивается число ее показателей, усложняется система связей, появляются новые зависимости. Задача усложняется еще и тем, что известные математические методы зачастую не дают качественного и полного результата, останавливаясь на определенном шаге вычислений, а лишь усложняют сам процесс исследования. Все это приводит к возникновению необходимости создания модифицированных законов, моделей, пересмотру аксиом и выводу абсолютно новых закономерностей.

Разрешением поставленной задачи занимаются методы системного анализа и системной динамики. Системная динамика – это подход имитационного моделирования, своими методами и инструментами позволяющий понять структуру и динамику сложных систем [1]. В то время как системный анализ представляет собой научный метод познания, состоящий из последовательности действий по установлению структурных связей между переменными или элементами исследуемой системы. Опирается на комплекс общенаучных, экспериментальных, естественнонаучных, статистических, математических методов [2]. Однако одним из препятствий для исследования объектов и сложных систем некоторыми из методов данных наук является то, что данные, выбранные для оценки, по природе своей величины вероятностные (стохастические) и результаты, полученные при анализе систем или объектов, чаще всего не качественны или просто не поддаются известным математическим методам.

Если же рассматривать анализ сложной системы или объекта с научной точки зрения, то возникает одна весьма значительная проблема – проводить такую оценку могут только специалисты узкого профиля. Так, к примеру, для сложных экономических систем допустимо достоверную оценку могут сделать менеджеры, экономисты и аудиторы; для сложных энергетических систем – инженеры, электротехники, теплотехники; для сложных экологических систем – экологи, специалисты области мониторинга и т.п. К сожалению, до сих пор не реализована единая универсальная методика описания поведения и использования внутренних ресурсов сложными системами.

Целью данной работы является проведение анализа выбранных данных с использованием методов пробит-анализа, а так же исследование выбранной системы математическими методами системной динамики и сравнение полученных результатов. На основе полученных данных строится модель поведения выбранной системы за определенный период времени.

Исследования

Для реализации поставленной цели и описания идеи используемого метода определим входные данные и систему при помощи, которой будет производиться анализ. В качестве анализируемой системы рассмотрим энергосбережение зданий города Донецка под призмой методов системной динамики.

Важным фактором, влияющим на результат, является выбор эталона, относительно которого будут ранжироваться показатели исследуемой системы. При этом необходимо учитывать, что наша задача сведется к распознаванию некоторого числа показателей параметров определенного класса. Такое преобразование является одним из основных достоинств проведения анализа в контексте методов системной динамики.

Для более точной постановки задачи введем понятие мультипликативной функции. Под мультипликативной понимается такая функция $f(x)$, которая для всех неотрицательных и ненулевых x определена и не равняется нулю хотя бы для одного такого x . Из этого утверждения так же следует, что для двух любых неотрицательных и ненулевых x_1 и x_2 будет выполняться соотношение:

$$f(x_1, x_2) = f(x_1)f(x_2) \quad (1)$$

Для построения мультипликативной функции для выбранной системы необходимо выбрать такие параметры, которые будут удовлетворять следующим требованиям:

- выбранные параметры обязательно должны быть фундаментальными;
- выбранными не могут считаться те параметры, которые имеют стохастическую (вероятностную) природу.

Такими критериями для выбранной системы энергосбережения города Донецка будут являться:

- год постройки, количество этажей, высота (м);
- площадь постройки (кв. м.), общий объем (куб. м.);
- общая площадь (кв. м.), тепловая нагрузка (Гкал/год);
- отопляемый объем (куб. м.), отопляемая площадь (кв. м.);
- паспортные температуры подачи и возврата теплоносителя на объект (°C);
- количество человек в рабочее и нерабочее время.

Обязательным условием построения мультипликативной функции является выбор таких параметров, которые соответствуют ряду нижеперечисленных условий:

- выбранные параметры должны обязательно быть наиболее достоверными;
- выбранные параметры должны обязательно быть независимы друг от друга;
- выбранные параметры должны непосредственно влиять на потребление выбранного ресурса.

Необходимо отдельно установить конкретные параметры, влияющие на потребление энергоресурса. Анализ всех имеющихся данных показал, что наиболее важными и влиятельными параметрами являются: отопляемая площадь, год постройки здания и количество человек. Тогда будет верно следующее выражение:

$$T = \frac{a_1}{a_0} * \frac{a_2}{a_0} * \frac{a_3}{a_0} \quad (2)$$

где T – искомая мультипликативная функция;

a_1, a_2, a_3 – параметры объектов выбранной системы;

a_0 - параметры эталонного объекта.

Выбор эталона, один из важнейших этапов построения мультипликативной функции любой системы. От выбранного эталона полностью зависят полученные результаты и оценки для любой сложной системы. Для выбранного случая эталоном должен быть объект – здание, которое будет иметь отличия и особенности по сравнению с остальными объектами системы. Для рассматриваемой сложной системы – эталонным объектом была выбрана школа № 23. Школа имеющая наименьшую отапливаемую площадь из всех школ находящихся в Киевском районе города Донецка. В результате проведения данного этапа исследуемая мультипликативная функция примет следующий вид:

$$T = 100\% \cdot \frac{x_x}{x_y} \cdot \frac{\bar{I}_x}{\bar{I}_y} \cdot \frac{\bar{A}_x}{\bar{A}_y} \quad (3)$$

где T – искомая мультипликативная функция;

$x_x, \bar{I}_x, \bar{A}_x$ – значения выбранных независимых параметров каждого рассматриваемого объекта (здания) системы;

$x_y, \bar{I}_y, \bar{A}_y$ – значения выбранных независимых параметров для эталонного объекта (здания) системы.

Подставив имеющиеся данные в выражение (3) просчитаем набор значений мультипликационной функции на примере зданий Киевского района города Донецка.

Таблица 1 – значения искомой мультипликативной функции T

Название школы	Количество человек	Общая площадь отапл. помещений м ²	Средний год построек	Объем (сумм), м ³	T
школа № 53	239	3659,71	1950	22344	344,9643645
школа № 102	604	2833,5	1995	27580	690,5547302
гимназия № 70	961	4038	1964	18567	1541,438616
школа № 65	531	1548,9	1956	16483	325,3732162
школа № 61	824	2077,5	1970	13256	682,070897
школа № 59	321	3005,3	1950	14275	380,4718446
школа № 58	910	4191,2	1960	16406	1511,927262
школа № 57	612	7182,5	1955	31420	1738,076419
лицей № 54	560	7005,8	1950	21004	1547,303195
лицей № 48	400	3263	1969	24277	519,7779239
школа № 47	452	2456,2	1945	12365	436,733812
школа № 43	440	2714,4	1962	12630	473,9369562
школа № 23	264	953,1	1965	8380	100
школа № 19	870	6453	1980	27580	2248,232165
школа № 56	248	1488,5	1938	31282	144,6936064
школа № 117	600	9973,1	1996	55130	2415,666685

На следующем этапе анализа системы строим набор данных показателя t , который определяется отношением годового показателя потребления энергии и ресурсов исследуемого объекта (здания) к годовому показателю потребления эталонного объекта (здания) за выбранный базисным год. Показатель t определяем по следующему отношению:

$$t = \frac{\bar{I}_x}{\bar{I}_y} \quad (4)$$

где t - показатель отношения годового потребления исследуемого объекта (здания) к годовому потреблению эталонного объекта (здания) 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.

Таблица 2 – значения искомой функции отношения t

Название	Факт теплоэнергии 2010	Факт теплоэнергии 2009	Факт теплоэнергии 2008	Факт теплоэнергии 2007	t 2010г	t 2009г	t 2008г	t 2007г
школа № 53	646,20	420,00	170,00	882,30	2,69	0,59	0,24	1,24
школа № 102	445,90	470,00	580,00	632,73	0,63	0,66	0,82	0,89
гимназия № 70	470,74	390,00	480,00	371,39	0,66	0,55	0,68	0,52
школа № 65	228,00	300,00	380,00	454,67	0,32	0,42	0,53	0,64
школа № 61	1025,84	870,00	1080,00	1058,78	1,44	1,22	1,52	1,49
школа № 59	908,98	290,00	360,00	360,00	1,28	0,41	0,51	0,51
школа № 58	500,00	520,00	620,00	666,67	0,70	0,73	0,87	0,94
школа № 57	537,74	420,00	560,00	528,17	0,76	0,59	0,79	0,74
лицей № 54	312,11	390,00	490,00	575,26	0,44	0,55	0,69	0,81
лицей № 48	301,72	350,00	420,00	475,52	0,42	0,49	0,59	0,67
школа № 47	383,85	350,00	420,00	371,39	0,54	0,49	0,59	0,52
школа № 43	274,56	280,00	350,00	126,92	0,39	0,39	0,49	0,18
школа № 23	222,40	240,00	310,00	477,40	0,31	0,34	0,44	0,67
школа № 19	457,77	490,00	610,00	248,36	0,64	0,69	0,86	0,35
школа № 56	474,22	330,00	200,00	60,52	0,67	0,46	0,28	0,09
школа № 117	279,10	390,00	450,00	543,93	0,39	0,55	0,63	0,77

Отношение двух полученных показателей: мультипликативного T и функции отношения t называют нормированным показателем. Применительно к исследуемой системе это отношение будет называться – нормированным потреблением.

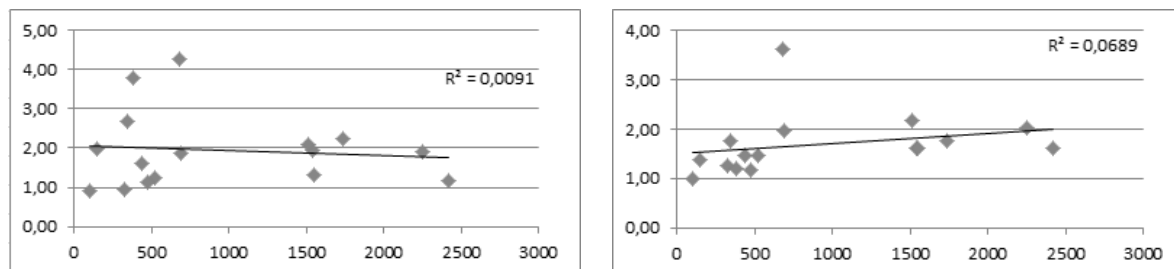


Рисунок 1 – Нормированное потребление для 2010 и 2009 года

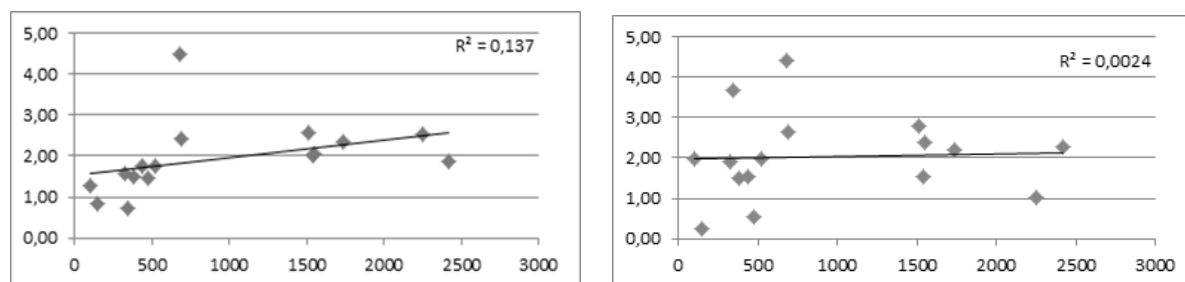


Рисунок 2 – Нормированное потребление для 2008 и 2007 года

Полученная в результате анализа модель позволяет свободно получить зависимость потребления энергии и ресурсов в зависимости от параметров объектов (год постройки здания, количество человек, отапливаемая площадь). Для получения точной оценки для системы энергопотребления необходим эталон – здание школы с наименьшей площадью отапливания. Очень важным является тот факт, что определение эталона модели системы

ведется только экспериментальным путём, а параметры, выбираемые для построения мультипликативной зависимости – независимы друг от друга.

Следующим этапом проведения анализа будет являться проверка полученных наборов данных параметров мультипликативной функции и функции отношения на линейность.

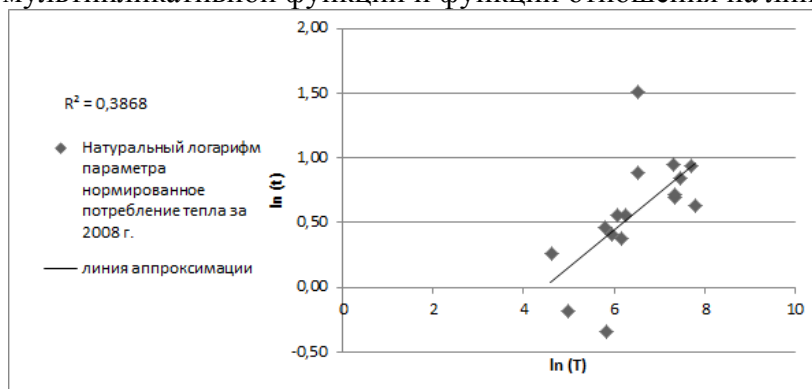


Рисунок 3 – Натуральный логарифм расчета показателя нормированного тепла, 2008 г.

График на рисунке показывает явную линейную зависимость между логарифмами переменных с коэффициентом аппроксимации 0,38. Это показывает, что данное соотношение является величиной вероятностной, так как мультипликативная функция зависит от стохастических данных. Рассматривая все точки полученного выражения с точки зрения геометрической и статистической вероятностей можно предположить, что две величины эти связаны между собой.

Выводы

В проведённом исследовании сложной системы была определена изначальная система (объекты энергоснабжения). Рассмотрены все ее свойства и входные параметры. Для изначальной системы были установлены независимые варианты, были определены исходные данные и дополнительные параметры задачи.

Экспериментальным путем был установлен эталон системного объекта, были определены его изначальные свойства. Математически были проверены зависимости между элементами были исследованы и была получена линейная зависимость, что доказало правильность определения независимых вариантов.

В результате исследования исходной сложной системы были получены зависимости, которые были рассмотрены как с точки зрения статистической так с точки зрения геометрической вероятности. Таким образом, был проведен еще и дополнительный пробит-анализ. В итоге была получена модель поведения сложной системы энергопитания.

Список литературы

1. Вишняков Я.Д. Общая теория рисков: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений [Текст] / Я.Д. Вишняков, Н.Н. Радаев. — 2-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 368 с.
2. StatSoft Union [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа : <http://www.statplus.net.ua/ru/help/source/probit.htm>. - Загл. с экрана.
3. В. В. Мохор, В. В. Цуркан Количественная оценка рисков безопасности информации на основе пробит-анализа [Текст] / В. В. Мохор // Зв'язок, №1. - 2008. – С. 59.