

Прогнозирование электропотребления техноценоза классическим методом (опыт применения пакета Mathcad-2001)

В. И. Гнатюк, С. Н. Гринкевич

Калининградский пограничный институт

В целях корректного управления техноценозом¹ [1—3] часто возникает необходимость в прогнозе электропотребления на следующий временной интервал. Хорошие результаты прогнозирования получают с использованием GZ-методологии² [3]. G-методы основаны на классической гауссовой математической статистике и теории временных рядов. Это позволяет точнее учесть индивидуальные свойства функционирующих объектов. Z-методы прогнозирования основываются на цифровой математической статистике и теории структурно-топологической динамики ранговых параметрических распределений. В данном случае, в процессе функционирования элемента техноценоза учитывается в большей степени проявление системных свойств. Таким образом, реализация системы синтетических GZ-методов позволяет органично учесть как индивидуальные, так и системные свойства объектов техноценоза. Z-методы прогнозирования ранее неоднократно публиковались [2—5]. Здесь рассмотрим порядок реализации G-метода в пакете Mathcad.

После сбора статистической информации по электропотреблению техноценоза следующим этапом является анализ собранной информации и прогнозирование на очередной временной шаг [5]. Собранная статистическая информация заносится в файл Microsoft Excel, который должен быть назван «ER.xls» и помещён в директорию «с:\mathcad_dat», заранее создан-

ную в корневом каталоге диска «с:\». Полученный файл представляет собой таблицу данных по электропотреблению рассматриваемого техноценоза, каждый столбец которой соответствует определённому объекту, а строка — значению электропотребления в очередной месяц года. В данном примере рассмотрим помесечное (за 8 лет предыстории) электропотребление техноценоза, расположенного на территории Калининградской области и состоящего из 69 объектов. Программа реализуется отдельно для каждого объекта.

Подготовка данных. Осуществляем импорт данных из файла «ER.xls» в тело программы, задаём начало отсчёта, извлекаем столбец из матрицы (рассматриваем объект № 1), осуществляем логарифмирование данных, выделяем тренд по методу наименьших квадратов и производим его удаление (рис. 1, а, б) [6]:

```

M := 
C:\mathcad_dat\ER.xls
i := 1..rows(M)      x1 := M(i)  ORIGIN := 1
ti := i              Pi := 1      x2 := ln(x1)
                                X := augment(P, t)
                                xt := A1 + A2t
A := (XTX)-1(XTx2)
x := x2 - xt

```

Анализ сезонности данных. Группируем данные (рис. 2) и выделяем зависимость электропотребления объекта от времени года (сезонности) [6]:

```

j := 1..12
y1j := xj           y2j := x(12+j)
y3j := x(24+j)      y4j := x(36+j)
y5j := x(48+j)      y6j := x(60+j)
y7j := x(72+j)      y8j := x(84+j)

```

Из характера зависимостей (см. рис. 2) можно сделать вывод, что в процессе электропотребления объекта явно прослеживается сезонность [6]: зимой электропотребление выше, летом — ниже.

¹ Теоретическое обоснование методики содержится в [3], а также в полнотекстовом варианте книги на сайте <http://www.baltnet.ru/~gnatukvi>.

² *Примечание главного редактора.* GZ-методы прогнозирования представляют собой одну из реализаций теоретических основ динамики *H*-распределений, разработанных в докторской диссертации Фуфаева В. В. "Ценологическое определение параметров электропотребления, надёжности, монтажа и ремонта электрооборудования предприятий региона" (Москва, 2000 г.). Фактически Z-метод прогнозирования — это интерпретация системы методов прогнозирования, основанная на динамике первого рода, а G-метод — на динамике второго рода (структурно-топологической), а не наоборот, как отмечают разработчики GZ-метода.

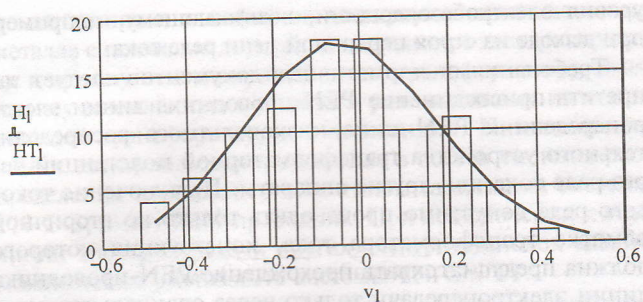


Рис. 6. Проверка на соответствие распределения прогнозных значений электропотребления нормальному закону: гистограмма — расчетные значения; кривая — теоретические значения

ветствие нормальному закону распределения (рис. 6) [6]:

$$MO_{p,q} := M1_{p,q} - Me_q$$

$$MO := MO^T$$

$$O := \text{stack}(MO^{(1)}, MO^{(2)}, MO^{(3)}, MO^{(4)}, MO^{(5)}, MO^{(6)}, MO^{(7)}, MO^{(8)})$$

$$\text{ORIGIN} := 0$$

$$m := \text{round}(\sqrt{\text{length}(O)})$$

$$h := \frac{\max(O) - \min(O)}{m}$$

$$l := 0..m \quad v_l := \min(O) + h \cdot l \quad H := \text{hist}(v, O)$$

$$H_{m+1} := 0 \quad v_{m+1} := v_m + h \quad \sum_1 H_l = 95$$

$$HT1 := \text{length}(O) \int_{v_1}^{v_1+1} \text{dnorm}(u, \text{mean}(O), \text{stdev}(O)) du$$

$$\sum_1 HT1 = 94.753$$

$$Xi := \sum_1 \frac{(H_l - HT1)^2}{HT1}$$

$$X = 18.307$$

$$X := \text{qchisq}(0.95, 10)$$

$$Xi = 4.637$$

Так как $X_i < X$, то гипотезу принимаем: остатки распределены по нормальному закону. Это, в свою очередь, свидетельствует о корректности прогноза G-методом для данного объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудрин Б. И. Введение в технетику. Томск: Изд-во ТГУ, 1993. 552 с.
2. Кудрин Б. И., Жилин Б. В., Лагуткин О. Е., Ошурков М. Г. Ценологическое определение параметров электропотребления многономенклатурных производств. Тула: Приок. кн. изд-во, 1994. 122 с.
3. Гнятюк В. И. Закон оптимального построения технотензоров. М.: ЦСИ, 2004. — <http://www.baltnet.ru/~gnatukvi/ind.html>.
4. Гнятюк В. И., Северин А. Е. Ранговый анализ и энергосбережение. Калининград: ЗНЦ РАЕН — КВИ ФПС РФ, 2003. 120 с.
5. Гнятюк В. И. и др. // Электрика. 2003. № 2—6. Цикл статей, раскрывающих опыт применения пакета Mathcad-2001 для решения задач рангового анализа технотензоров.
6. Королюк В. С., Портенко Н. И. и др. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. М.: Наука, 1985. 640 с.

Типы заземления системы¹

В. Н. Харечко, Ю. В. Харечко

Формирование различных типов заземления системы в системе распределения электроэнергии

При подключении нескольких электроустановок зданий к одной и той же низковольтной распределительной электрической сети, например уже существующей, могут быть легко реализованы три типа заземления системы: TN-C, TN-C-S и TT. На рис. 18 условно показано подключение трёх электроустановок зданий, представленных в виде трехфазных электроприемников класса I, к одной (общей) распределительной электрической сети, состоящей из понижающей трансформаторной подстанции и воздушной или кабельной линии электропередачи. Каждая электроустановка здания имеет заземляющее устройство.

Даже простой анализ упомянутой иллюстрации позволяет выявить одну очень важную особенность "нулевого проводника" линии электропередачи. В зависимости от типа заземления системы, реализованного в совокупности, которая включает в себя общую распределительную электрическую сеть и конкретную электроустановку здания, он может выполнять разные функции. Для электроустановок первого и второго зданий "нулевой проводник" ВЛ (КЛ) является по своей сути совмещённым нулевым защитным и рабочим проводником, а для электроустановки третьего здания — только нулевым рабочим, т. е. в зависимости от типа заземления системы один и тот же "нулевой проводник" линии электропередачи низковольтной распределительной электрической сети может выполнять функции как PEN-проводника, так и нулевого рабочего проводника.

¹ Продолжение. Начало см. в № 10, 2004 г., № 1, 8, 10—12, 2005 г. Нумерация рисунков и литературы сквозная.