

с критерием качества

$$J_N^m = \int_0^{\infty} \left( [X_{N+m}(t)]_0^T C_1 [X_{N+m}(t)]_0 + u^T(t) C_2 u(t) \right) dt,$$

где  $[X_{N+m}]_0$  — первая компонента вектора  $X_{N+m}$ .

Предложенный алгоритм нахождения аппроксимирующих стабилизирующих оптимальных управлений имеет численную реализацию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Красовский Н.Н. Об аппроксимации одной задачи аналитического конструирования регуляторов в системе с запаздыванием // Прикл. матем. и механ. 1964. Т. 28. Вып. 4. С. 716–724.
2. Gibson J.S. Linear-quadratic optimal control of hereditary differential systems: infinite dimensional Riccati equations and numerical approximations // SIAM J. Control and Optimization. 1983. V. 21. № 1. P. 95–139.
3. Lasiecka L., Manitius A. Differentiability and Convergence Rates of Approximating Semigroups for Retarded Functional Differential Equations // SIAM J. Numerical anal. 1988. V. 25. № 4. P. 883–907.
4. Ito K., Kappel F. A Uniformly Differentiable Approximation Scheme for Delay Systems Using Splines // Appl. Math. and Optim. 1991. V. 23. № 1. P. 217–262.

Поступила в редакцию 10 апреля 2011 г.

Bykov D.S. Approximative method of finding optimal stabilization control for autonomous system with aftereffect. Differential autonomous system with aftereffect is approximate by system of ordinary differential equations to find approximative optimal stabilization control. Transition to approximation system in functional space uses methods of theory of splines. In works of Krasovskii, Ito and Kappel splines of zero- and first-order are used for construction of approximative systems for equation with aftereffect.

*Key words:* optimal stabilization; quadratic cost functional; system with aftereffect; high-order spline.

Быков Данил Сергеевич, Уральский государственный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация, аспирант, e-mail: bykovdanila@gmail.com.

УДК 5177.330.4

## ВЫЧИСЛЕНИЕ ИНДЕКСА ФРАКТАЛЬНОСТИ ВРЕМЕННОГО РЯДА

© В.В. Васильев

*Ключевые слова:* временной ряд; индекс фрактальности; персистентность; антиперсистентность; тренд; флэт.

В работе рассмотрено вычисление индекса фрактальности временного ряда, который может быть использован при работе с инструментами на финансовом и фондовом рынках.

В работе [1] введено понятие индекса фрактальности временного ряда, задаваемого функцией  $f(t)$ , где  $t$  — дискретное время. Разобьем отрезок  $[a, b]$  точками  $a = t_0, \dots, t_{i-1}, t_i, \dots, t_n = b$  на  $m$  равных частей длинами  $\delta = \frac{b-a}{m}$ . Построим покрытие функции  $f(t)$  с помощью прямоугольников с основанием  $\delta$ , высота прямоугольника на отрезке  $[t_{i-1}, t_i]$

равна  $A_i(\delta)$ , представляющая собой разность между максимальным и минимальным значениями функции  $f(t)$  на отрезке  $[a, b]$ .

Введем величину

$$V_f(\delta) = \sum_{i=0}^m A_i(\delta)$$

и назовем ее амплитудной вариацией функции  $f(t)$  на отрезке  $[a, b]$ , соответствующем масштабу разбиения  $\delta$ . Полную площадь покрытия можно записать в виде  $S(\delta) = V_f(\delta)\delta$ . В работе [1] установлено, что  $V_f(\delta) \sim \delta^\mu$  при  $\delta \rightarrow 0$ . Показатель  $\mu$  будем называть индексом фрактальности.

В настоящей работе предлагается алгоритм вычисления индекса фрактальности, реализованный на языке программирования MQL4.

```
double sum(double H[], double L[], int d)
```

```
int i;
```

```
double s;
```

```
s=0;
```

```
for(i=0; i<d; i++)
```

```
s=s+(H[i]-L[i]);
```

```
return(s);
```

```
double regr(double X[], double Y[])
```

```
int i, n;
```

```
double sx, sy, sxx, sxy;
```

```
n=ArraySize(X);
```

```
sx = 0; sy = 0; sxx = 0; sxy = 0;
```

```
for(i = 0; i < n ; i++)
```

```
sx = sx + X[i] ;
```

```
sy = sy + Y[i] ;
```

```
sxy = sxy + X[i]*Y[i];
```

```
sxx = sxx + X[i]*X[i];
```

```
return((n*sxy-sx*sy)/(n*sxx-sx*sx));
```

```
double iFract(int bar)
```

```
double H[], L[], lnS[6];
```

```
int delta, k, i;
```

```
ArrayCopy(H, High, 0, bar, tau);
```

```
ArrayCopy(L, Low, 0, bar, tau);
```

```
delta=1;
```

```
for(k=0; k<=5; k++)
```

```
if (k>0)
```

```
for(i=0; i<32/delta; i++)
```

```
H[i]=MathMax(H[2*i], H[2*i+1]);
```

```
L[i]=MathMin(L[2*i], L[2*i+1]);
```

```
lnS[k]=MathLog(sum(H, L, 32/delta));
```

```
delta=delta*2;
```

```
return(-regr(lnX, lnS));
```

Если значение индекса фрактальности, вычисляемого приведенным алгоритмом, превосходит 0,5, это свидетельствует о наличии флэта временного ряда, т. е. временной ряд антиперсистентный, если же значение ниже 0,5, то временной ряд персистентный и наличествует тренд.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Старченко Н.В. Индекс фрактальности и локальный анализ хаотических временных рядов: дис. канд. физ.-мат. наук. М., 2005.

Поступила в редакцию 10 апреля 2011 г.

Vasilyev V.V. Calculation of a fractal index of a time series. A method of computing time series fractal index is considered in the paper. It can be applied to instruments of currency and stock-exchange markets.

*Key words:* time series; fractal index; persistence; antipersistence; trend; flat.

Васильев Василий Владимирович, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики, e-mail: vcube@rambler.ru.

УДК 519.248

## МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ОТКЛОНЕНИЙ СВОДНОГО ИНДЕКСА

© С.К. Владимирец

*Ключевые слова:* управление качеством услуг; сводный индекс качества услуг; контроль параметров качества услуг.

Введен новый параметр качества телекоммуникационных услуг — сводный индекс. В работе предложен подход к проведению оценки, которая позволяет на основе анализа отклонений сводного индекса оценивать и корректировать качество работы услуг телекоммуникационной компании.

Качественная и стабильная работа современных телекоммуникационных компаний характеризуется бесперебойной работой технических систем и большой лояльностью пользователей, что можно зафиксировать по множеству различных параметров. Для успешной оценки качества работы компании необходимо рассматривать множество параметров, точно или косвенно указывающих на наличие проблем. Контроль всех изменений параметров, а также оценка изменения их динамики дает понимание работоспособности той или иной услуги, позволяет фиксировать наличие технических проблем. Зачастую показатели рассматриваются отдельно друг от друга, в результате чего отсутствует целостное представление о функционировании компании и усложняется принятие оперативных решений. Для решения проблемы предлагается ввести единый сводный индекс технического качества услуг — IndexQ и разработать методику, позволяющую выявлять динамику изменений такого индекса. При разработке методики установления изменений сводного индекса используется аппарат теории вероятностей и математической статистики, а также основные положения модернизированного NPS-подхода, изложенного в работе [1].

Для определения сводного индекса необходимо ввести классификацию всей совокупности параметров по степени достоверности и точности. Предлагается рассмотреть две подсистемы параметров. В первую подсистему (Н) включены показатели, которые формируются