

6. Гафуров Ш. Р., Гугнин В. И., Аманов С. Н. Язык бизнеса. Ташкент : Шарк, 1995. 738 с.
7. Назаров А. А., Тертугов А. Ф. Теория массового обслуживания. Томск : Изд-во НТЛ, 2005. 228 с.
8. Эльсгольц Л. Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. Москва: Наука, 1969. 424 с.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ЦЕН НА ЗЕРНОВОМ РЫНКЕ

Г. Н. Камышова, С. И. Дудов

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
им.Н. Г. Чернышевского, Россия
E-mail: gkamichova@mail.ru, dudovsi@info.sgu.ru*

Предложен индикатор для прогнозирования цен актива на основе решения задачи чебышевского приближения дискретно заданной функции цены (по историческим данным) тригонометрическим полиномом. На примере зернового рынка проведены вычислительные эксперименты для исследования эффективности его прогнозных свойств на фоне сравнения с истинными историческими данными цен и с эффективностью прогнозных свойств скользящей средней.

COMPUTATIONAL EXPERIMENTS ON FORECASTING PRICES IN THE GRAIN MARKET

G. N. Kamyshova, S. I. Dudov

Indicator was built to predict the price of the asset on the basis of solving the problem of Chebyshev approximation for a given discrete value function (based on historical data) using trigonometric polynomial. On the example of the grain market of computational experiments conducted to compare the effectiveness of its predicted properties on the background of the comparison with the true historical data of prices and with the efficiency of predictive properties of the moving average.

1. Рынок зерна, занимая одно из первых мест по объемам товарооборота и денежных средств среди продуктовых рынков, во многом определяет решение целого спектра вопросов развития национального хозяйства. Поэтому резкие изменения цен на зерновом рынке влекут за собой негативные последствия для многих отраслей экономики любой страны, в частности и для агропромышленного комплекса. В связи с этим, прогнозирование ценовой ситуации на зерновом рынке играет важную роль в стабилизации экономики.

Целью настоящей работы является построение индикатора зернового рынка на основе чебышевского приближения тренда цен тригонометрическими полиномами, а также сравнение эффективности построенного индикатора с по-

пулярным на финансовом рынке индикатором технического анализа – скользящей средней.

2. Прогнозное значение цены актива, с учетом исторических данных за предыдущий период времени, будет определяться с помощью решения ниже следующей задачи чебышевского приближения.

Предположим нам известны исторические данные о ценах на актив в моменты времени $t_1 < t_2 \dots < t_m$ в виде $y_i = y(t_i)$, $i = 0, 1, \dots, m$. Обозначим через

$P_n(\vec{a}, t) = a_0 + \sum_{k=1}^n a_k \sin k * t$ - тригонометрический полином и рассмотрим задачу

$$\max_{i=1, \dots, m} |y_i - P_n(\vec{a}, t_k)| \rightarrow \min_{\vec{a} \in R^{n+1}}. \quad (1)$$

Здесь $\vec{a} = (a_0, a_1, \dots, a_n)$ - вектор коэффициентов и предполагается, что $m \geq n + 2$.

Известно ([1]), что задача (1) имеет, причем единственное, решение. Если $\vec{a}^* \in R^{n+1}$ - решение задачи (1), то есть

$$\max_{i=1, \dots, m} |y_i - P_n(\vec{a}^*, t_i)| = \min_{\vec{a} \in R^{n+1}} \max_{i=1, \dots, m} |y_i - P_n(\vec{a}, t_i)|,$$

то $P_n(\vec{a}^*, t_{m+1})$ предполагается взять в качестве прогнозного значения цены в момент времени $t_{m+1} > t_m$.

К решению задачи (1) можно применять известные методы (см., например [1]-[3]). В частности ее можно решать через редукцию к задаче линейного программирования.

Действительно, введем обозначения:

$$B_i = (1, \sin t_i, \sin 2t_i, \dots, \sin nt_i) \in R^{n+1}, \quad b_i = -y_i$$

$$B_{i+m} = (-1, -\sin t_i, -\sin 2t_i, \dots, -\sin nt_i) \in R^{n+1}, \quad b_{i+m} = y_i, i \in [1:m].$$

Тогда учитывая, что полином можно представить в виде скалярного произведения $P_n(\vec{a}, t) = \langle \vec{a}, (1, \sin t, \sin 2t, \dots, \sin nt) \rangle$, задачу (1) можно записать в виде

$$\max_{i \in [1:2m]} \{ \langle B_i, \vec{a} \rangle + b_i \} \rightarrow \min_{\vec{a} \in R^{n+1}}. \quad (2)$$

После этого нетрудно доказать, что справедлива следующая теорема.

Теорема: Задача (2) эквивалентна задаче линейного программирования следующего вида:

$$\begin{cases} a_{n+1} \rightarrow \min \\ a_{n+1} - \langle B_i, \vec{a} \rangle - b_i \geq 0, \quad i \in [1:2m] \end{cases} \quad (3)$$

При этом, если вектор $(a_0^*, a_1^*, \dots, a_n^*, a_{n+1}^*) \in R^{n+2}$ является решением задачи (3), то $\vec{a}^* = (a_0^*, a_1^*, \dots, a_n^*)$ является решением задачи (2).

3. План проведения вычислительных экспериментов с целью тестирования предложенного индикатора на эффективность и сравнения со скользящей средней заключался в следующем.

Считаем, что нам известны исторические цены на актив в моменты вре-

мени $t_1 < t_2 \dots < t_N$ в виде $y_k = y(t_k)$, $k = 1, 2, \dots, N$.

1) Выбираем “длину” тригонометрического полинома $n \ll N$.

2) Выбираем количество используемых узлов $m \geq n + 2$ для решения вспомогательной задачи вида (2).

3) Полагаем $i = 0$.

4) Решаем задачу

$$\max_{i+1 \leq k \leq i+m} |y_k - P_n(\vec{a}, t_k)| \rightarrow \min_{\vec{a} \in R^{n+1}} . \quad (4)$$

5) Пусть вектор коэффициентов \vec{a}_i^* является решением задачи (4). В качестве значения индикатора $I_{m,n}(t)$ в точке t_{i+m+1} берем

$$I_{m,n}(t_{i+m+1}) = P_n(\vec{a}_i^*, t_{i+m+1})$$

6) Если $i + m + 1 < N$, то полагаем $i := i + 1$ и переходим к выполнению п.4. В противном случае. То есть, если $i + m + 1 = N$, расчет закончен.

В итоге мы получим прогнозные значения индикатора $I_{m,n}(t)$ для значений $t = t_{m+1}, t_{m+2}, \dots, t_N$. Эти данные подлежат дальнейшему анализу для получения выводов об эффективности данного индикатора на фоне сравнения его значений с историческими значениями $y_{i+m+1}, i \in [0 : N - m - 1]$ соответственно и значениями прогноза в соответствии со скользящим средним

$$S(t_{i+m+1}) = \frac{1}{m} \sum_{k=i+1}^{i+m} y_k, i = 0, 1, \dots$$

4. Вычислительные эксперименты проводились на данных о котировках цен на зерно (пшеница) на товарной бирже с января 2011 года по декабрь 2015 года (60 месяцев, то есть $N = 60$, $t_k = k$, $k = \overline{1, 60}$).

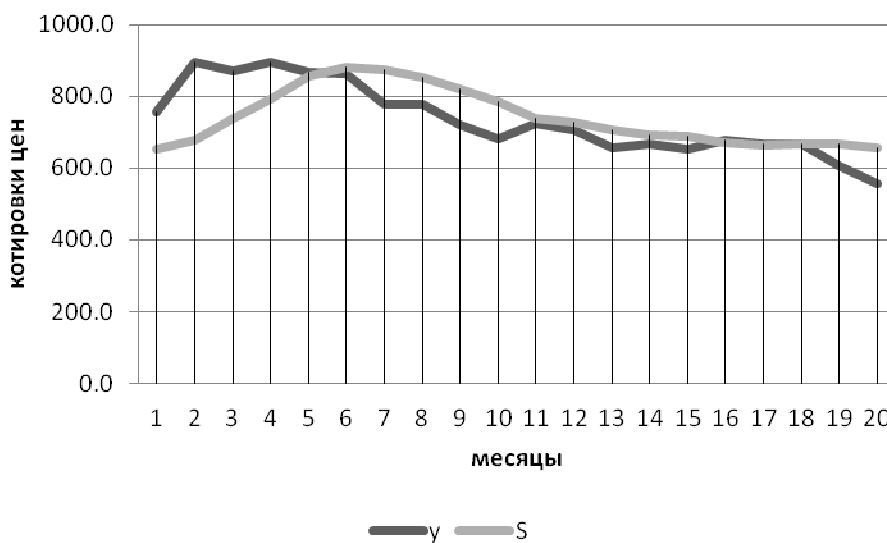


Рис. 1. График функции цены y совместно с графиком скользящей средней S для $m=4$

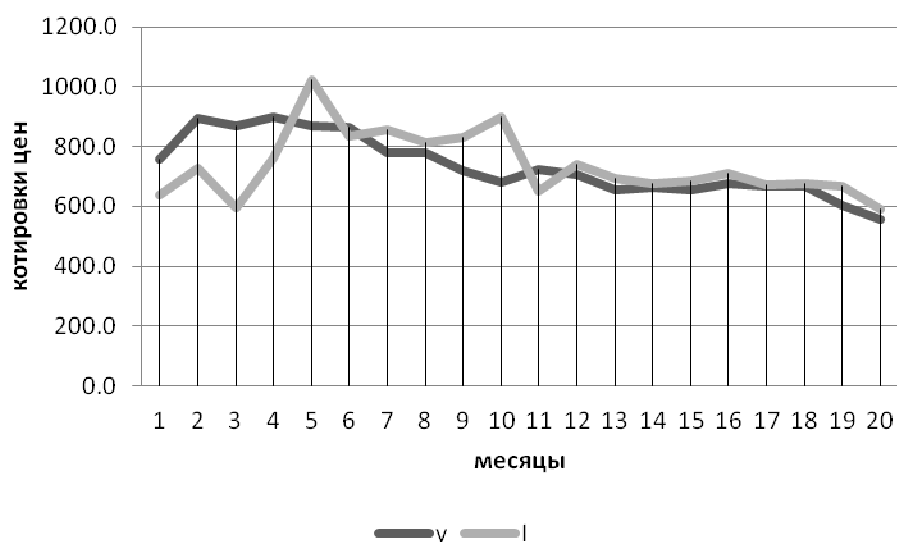


Рис. 2. График функции цены y с графиком индикатора I для $n=2$ и $m = n+2$

На приведенных рисунках рассматривался период с июня 2012г. – первое значение по январь 2014г.- двадцатое значение.

Проведенные вычисления для значений $n=1,2,3$ и $m=n+2, n+3, n+4$ дали следующий результат суммарных отклонений значений предложенного индикатора/ скользящего среднего от исторических значений цен.

Таблица

результат суммарных отклонений			
n	1	2	3
$m=n+2$	1825,1 / 2912,9	2935,2 / 3029,2	3144,1 / 3063,1
$m=n+3$	2004,7 / 3029,2	2673,1 / 3063,1	2981,5 / 3131,5
$m=n+4$	2630,3 / 3063,1	2131,5 / 3131,5	2723,4 / 3223,5

Итоги вычислений приводят к следующим выводам: Индикатор, построенный на основе задачи чебышевского приближения, достаточно хорошо подходит для прогнозирования котировок цен на зерно, хотя иногда наблюдаются значительные отклонения от значений реальных котировок цен на зерно в отдельные короткие периоды. При этом можно говорить о сохранении общего тренда для этого индикатора, что указывает на возможность его использования для прогнозирования поведения котировок цен на зерно совместно с результатами скользящей средней. Для достижения наилучших результатов прогноза оптимальными значениями параметров в данном вычислительном эксперименте являются $n = 1$ и $m = n + 2$. В этом случае наблюдаются минимальные суммарные отклонения и у индикатора скользящей средней они больше, чем у индикатора I на основе чебышевского приближения. В то же самое время, при $n=3$ и $m = n+2$ суммарные отклонения у индикатора I больше чем у индикатора скользящей средней. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что использование только одного индикатора для прогнозирования нецелесообразно. Так как наши эксперименты показали, что не всегда один индикатор может наилучшим образом прогнозировать истинные значения.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации (код проекта 1.1520.2014/к).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дзядык В. К. Введение в теорию равномерного приближения функций полиномами. М. : Изд-во «Наука», 1977. 512 с.
2. Демьянов В. Ф., Малоземов В. Н. Введение в минимакс. М. :Наука, 1972. 368 с.
3. Зуховицкий С. И., Авдеева Л. И. Линейное и выпуклое программирование. М. : Наука, 1964. 346 с.

НЕЧЕТКИЕ ПРИОРИТЕТНЫЕ АЛГОРИТМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Е. В. Кондратьева, Е. Н. Никонова, О. Ю. Кондратьева, Д. В. Терин

Саратовский государственный университет, Россия
E-mail: elka@sgu.ru

В работе рассмотрена проблема планирования центрального процессора с помощью нечеткого приоритетного алгоритма.

FUZZY PRIORITY PLANNING ALGORITHMS OF DISTRIBUTED COMPUTING SYSTEMS

E. V. Kondrateva, E. N. Nikonova, O. Yu. Kondrateva, D. V. Terin

The paper considers the problem of scheduling the CPU using fuzzy priority algorithm.

В различных промышленных отраслях существует огромное многообразие ресурсоемких задач, требующих интенсивных вычислений, поэтому поиск и разработка способов и практическая реализация нечетких приоритетных алгоритмов планирования является актуальной задачей. Совокупность набора исполняющихся команд, ассоциированных с ним ресурсов и текущего момента его выполнения, находящуюся под управлением операционной системы, как правило, представляется как процесс. Не бывает взаимно однозначного соответствия между процессами и программами, обрабатываемыми вычислительными системами. Существует множество алгоритмов планирования процесса, использующие четкие параметры. Вот некоторые из них: FCFS - первым пришел, первым обслужен; SJF - алгоритм краткосрочного планирования; SRTN - алгоритм планирования, в котором процесс с кратчайшим оставшимся временем назначается к исполнению; Приоритетный - где главным является запланированное действие для исполнения; Круговой, в котором каждый процесс, пока находится рядом с процессором получает его в свое распоряжение и мо-