



И.Ю. Выгодчикова, А.А. Хохлов

ИНДИКАТОР ТОРГОВОГО РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ МИНИМАКСНОГО КРИТЕРИЯ АППРОКСИМАЦИИ

(Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского)

Принятие торговых решений на финансовых рынках связано с огромным количеством транзакций. Поэтому инвесторы обращаются к математическим моделям, основой которых служат модели аппроксимации процесса торговли ценными бумагами, позволяющие сделать прогноз и принять верное решение достаточно быстро. Такие модели нуждаются в отыскании новых, нестандартных средств аппроксимации, позволяющих достичь целей инвестора. Ограничением служит прозрачность и точность вычислительных процедур, использование минимального числа итераций для получения параметров модели аппроксимации, так как время выполнения вычислений может повлиять на скорость принятия решения и изменить перспективы вложения капитала.

Целью работы является создание индикатора, используемого для принятия торговых решений на финансовом рынке на основе интервальных данных и минимаксной модели аппроксимации.

Критерий аппроксимации. Исследуется цена акций за периоды t_k временной сетки $T = \{t_0 < \dots < t_N\}$: $y_{1,k}$ (минимум) и $y_{2,k}$ (максимум), $k = \overline{0, N}$. Для построения индикатора применяется критерий аппроксимации диапазонов цен на подмножествах $\sigma = \{t_{s-2} < t_{s-1} < t_s\} \subset T$, $s = \overline{2, N}$ [1]:

$$\rho_s(a_0, a_1) = \max_{k = s-2, s} f(a_0, a_1, k) \rightarrow \min_{A=(a_0, a_1) \in R^2}, \quad (1)$$

где $p(a_0, a_1, t) = a_0 + a_1 t$, $f(a_0, a_1, k) = \max\{y_{2,k} - p(a_0, a_1, t_k); p(a_0, a_1, t_k) - y_{1,k}\}$.

Минимальное значение $\rho_s(a_0, a_1)$ обозначим ρ_s^* . Этот показатель является индикатором принятия решения при изменении направления тренда (a_1): если тренд изменяет направление в сторону повышения (понижения), генерируется сигнал к покупке (продаже) акций, при условии стабилизации индикатора.

Алгоритм решения задачи (1). Полагаем $s=2$. Для подсчета ρ_s^* требуется провести следующие вычисления [2, 3]:

Шаг 1. Определить коэффициенты полинома a_0^0 , a_1^0 и величину уклонения h_0 в результате решения системы уравнений

$$\begin{cases} h_0 = y_{2,s-2} - p(a_0^0, a_1^0, t_{s-2}), \\ h_0 = p(a_0^0, a_1^0, t_{s-1}) - y_{1,s-1}, \\ h_0 = y_{2,s} - p(a_0^0, a_1^0, t_s), \end{cases}$$



то есть вычислить величины $a_1^0 = \frac{y_{2,s} - y_{2,s-2}}{2}$, $a_0^0 = \frac{1}{2}(y_{2,s-2} + y_{1,s-1} - a_1^0(t_{s-2} + t_{s-1}))$,

$h_0 = y_{2,s-2} - p(a_0^0, a_1^0, t_{s-2}) = y_{2,s-2} - a_0^0 - a_1^0 \cdot t_{s-2}$. Перейти к шагу 2.

Шаг 2. Определить коэффициенты полинома a_0^1 , a_1^1 и величину уклонения h_1 в результате решения системы уравнений

$$\begin{cases} h_1 = y_{1,s-2} - p(a_0^1, a_1^1, t_{s-2}), \\ h_1 = p(a_0^1, a_1^1, t_{s-1}) - y_{2,s-1}, \\ h_1 = y_{1,s} - p(a_0^1, a_1^1, t_s), \end{cases}$$

то есть вычислить величины $a_1^1 = \frac{y_{1,s} - y_{1,s-2}}{2}$, $a_0^1 = \frac{1}{2}(y_{1,s-2} + y_{2,s-1} - a_1^1(t_{s-2} + t_{s-1}))$,

$h_1 = p(a_0^1, a_1^1, t_{s-2}) - y_{1,s-2} = a_0^1 + a_1^1 \cdot t_{s-2} - y_{1,s-2}$. Перейти к шагу 3.

Шаг 3. Вычислить $h_\beta = \max(h_0, h_1)$. Если $h_\beta = h_0$, осуществляется переход к шагу 4, иначе осуществляется переход к шагу 6.

Шаг 4. Вычислить:

$$l = \max(p(a_0^0, a_1^0, t_{s-2}) - y_{1,s-2}, y_{2,s-1} - p(a_0^0, a_1^0, t_{s-1}), p(a_0^0, a_1^0, t_s) - y_{1,s}),$$

перейти к шагу 5.

Шаг 5. Если $h_0 \geq l$, то $\rho_s^* = \rho_s^*(a_0^0, a_1^0) = h_0$. Иначе

$$\rho_s^* = \max\left(\frac{y_{2,s-2} - y_{1,s-2}}{2}, \frac{y_{2,s-1} - y_{1,s-1}}{2}, \frac{y_{2,s} - y_{1,s}}{2}\right).$$

Текущая итерация завершена

Шаг 6. Вычислить:

$$l = \max(y_{2,s-2} - p(a_0^1, a_1^1, t_{s-2}), p(a_0^1, a_1^1, t_{s-1}) - y_{1,s-1}, y_{2,s} - p(a_0^1, a_1^1, t_s)),$$

перейти к шагу 7.

Шаг 7. Если $h_1 \geq l$, то $\rho_s^* = \rho_s^*(a_0^1, a_1^1) = h_1$. Иначе

$$\rho_s^* = \max\left(\frac{y_{2,s-2} - y_{1,s-2}}{2}, \frac{y_{2,s-1} - y_{1,s-1}}{2}, \frac{y_{2,s} - y_{1,s}}{2}\right).$$

Текущая итерация завершена

Если $s=N$, алгоритм завершается, в противном случае для $s=s+1$ выполняется переход к шагу 1.

Последовательность вычислительного процесса приведена на рис. 1.

Вычислительный эксперимент. Текущим значением аппроксимации тренда в точке t_s является $p_s = p(a_0^B, a_1^B, t_s)$. Если $h_\beta < l$, то тренд не определён, в таком случае полагаем $p_s = (y_{1,s} + y_{2,s})/2$. Верхней границей текущей аппроксимации является $p_s + \rho_s^*$. Нижней границей текущей аппроксимации является $p_s - \rho_s^*$. Анализ результатов экспериментов по данным [4] представлен на рис. 2, показатели аппроксимации обозначены p , $p+\rho$ и $p-\rho$, соответственно.

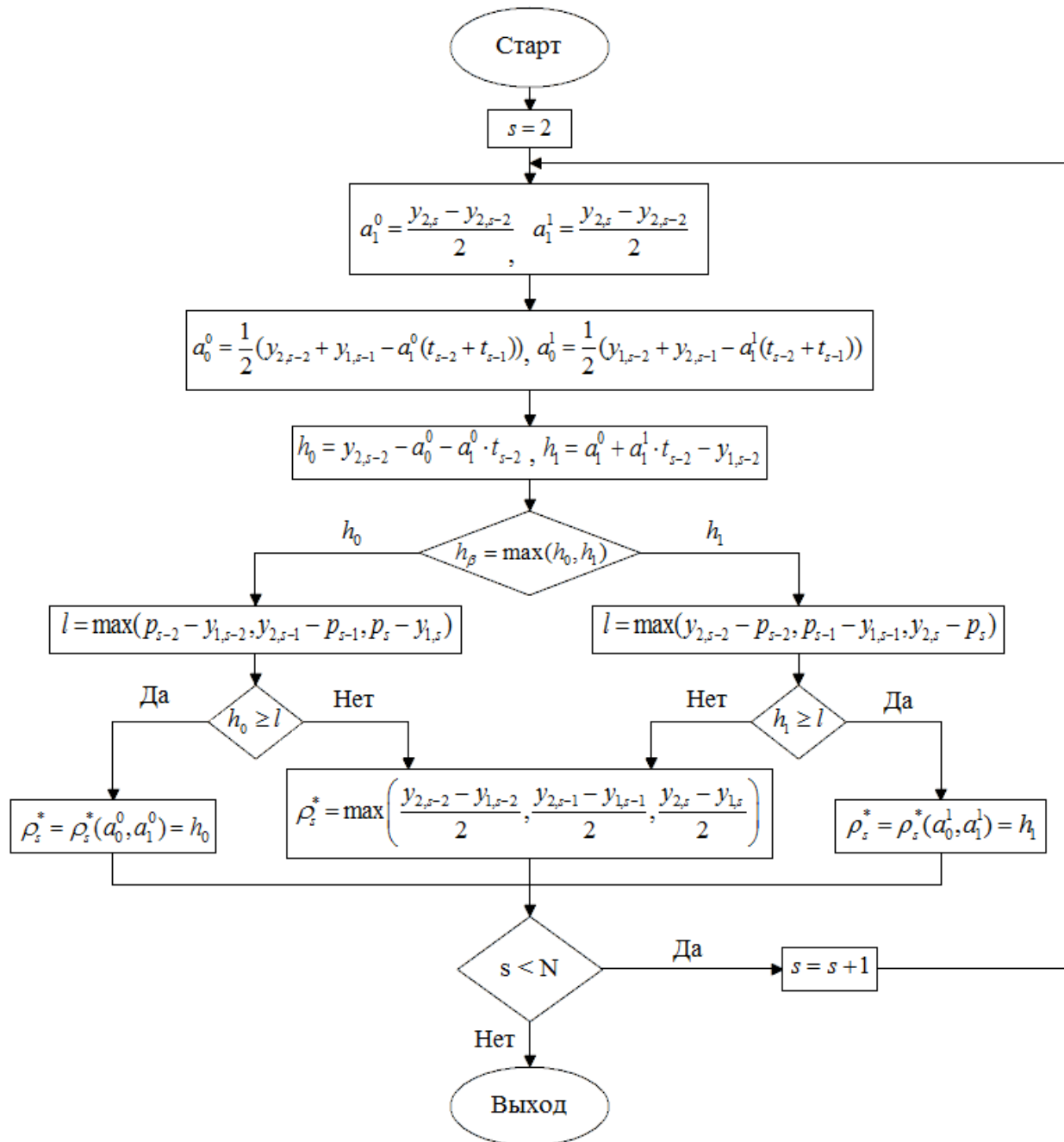


Рис. 1. Блок-схема вычислительного процесса

Пусть инвестор планирует купить акции. Поскольку риск стабилизировался только к 20.08.2018, а тренд изменил направление на повышение, рекомендуется покупать акции в последний период анализа (20.08.2018).

Заключение. Разработан эффективный алгоритм вычисления индикатора, используемого для принятия торговых решений на финансовом рынке, на основе интервальных данных и минимаксного критерия аппроксимации.

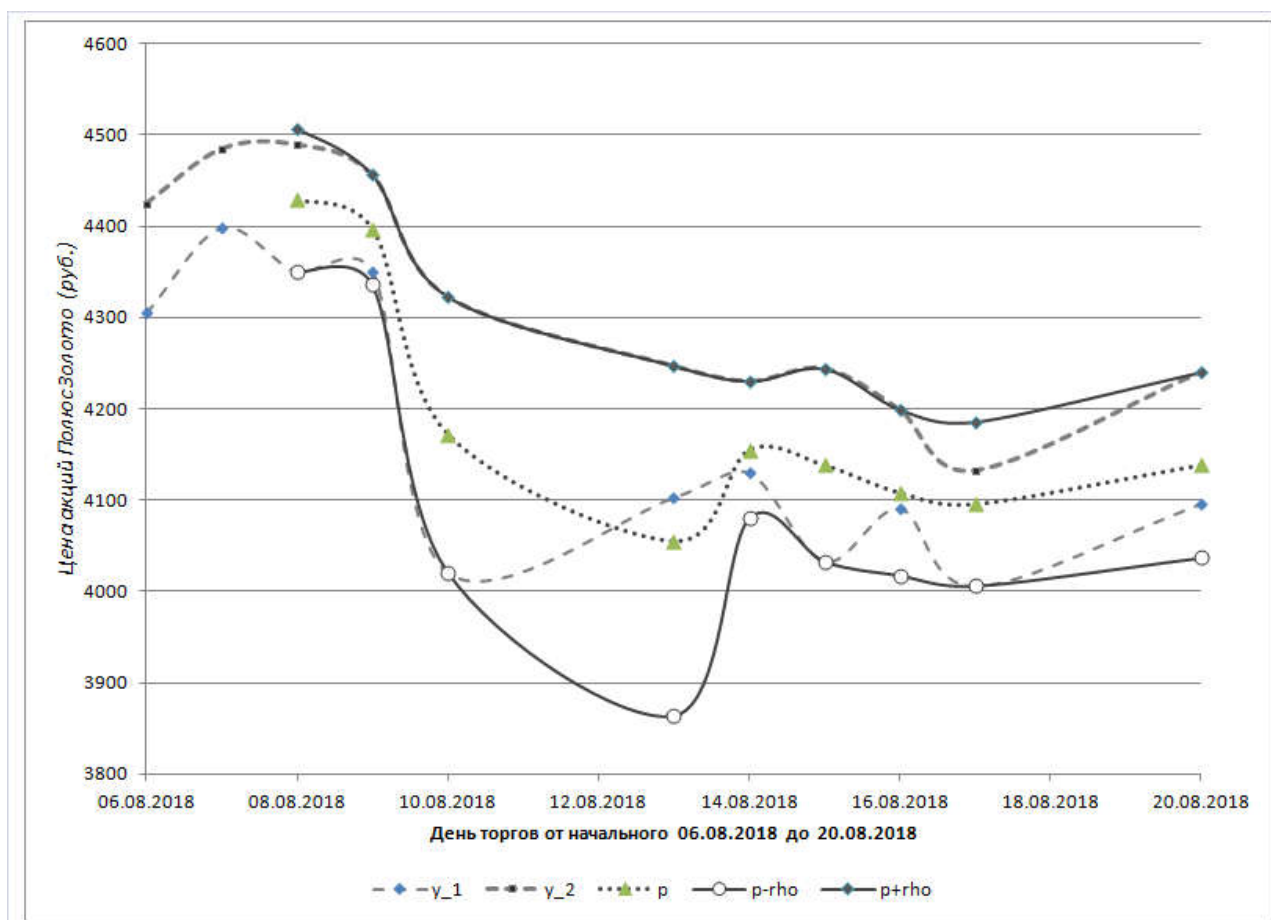


Рис. 2. Результаты вычислительного эксперимента

Литература

1. Выгодчикова И.Ю. О моделировании риска с использованием многозначных ценовых данных // Сборник материалов Международной молодежной научно-практ. конференции «Математическое моделирование в экономике, страховании и управлении рисками». Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2013. С. 39-45.
2. Выгодчикова И.Ю. Оценка допустимых погрешностей при анализе многозначных динамических рядов // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции. – Самара : Из-во Самар. науч. центра РАН, 2017. – С. 866-868.
3. Выгодчикова И.Ю., Гусятников В.Н. Модели динамических рядов интервальных данных и их приложения. Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2018. – 108 с.
4. Полюс Золото, архив торгов, акция обыкновенная, котировки (руб.). [Электронный ресурс]. URL: https://www.finanz.ru/aktsii/arhiv-torgov/Polyus_Gold_1/MIC/1.7.2018_1.10.2018. Дата обращения: 07.04.2019.