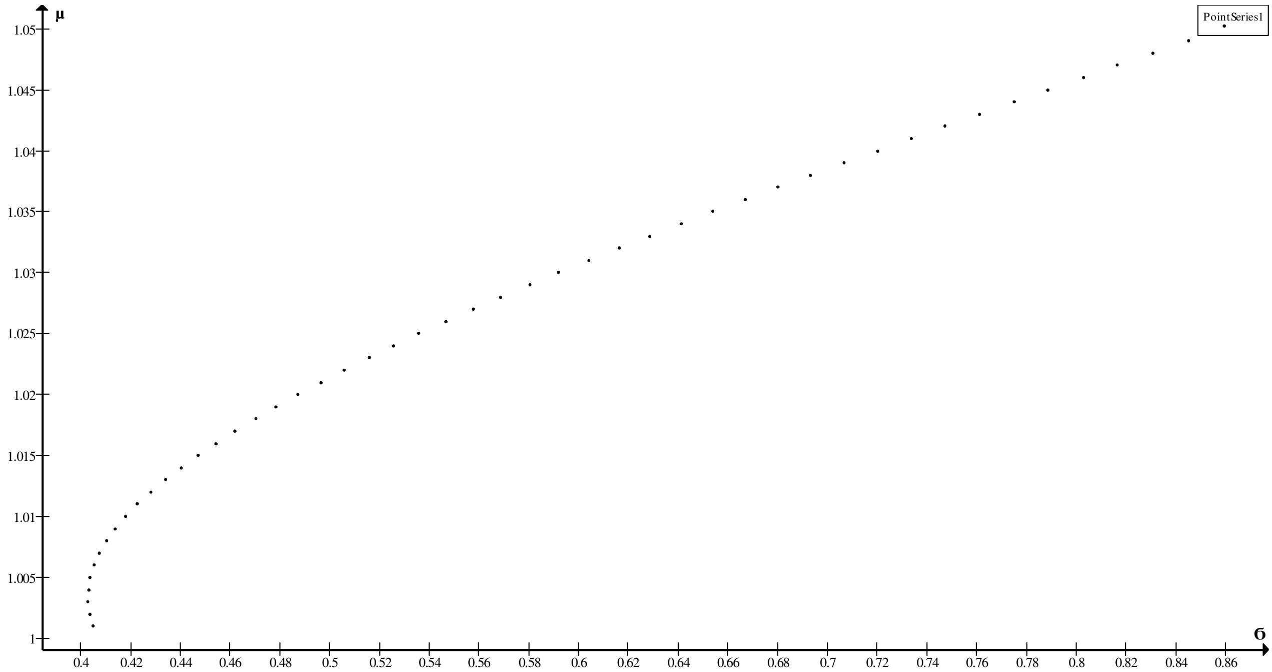

Эффективный фронт модели: μ - заданная доходность, б – стандартное отклонение

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.*Дудов С. И.* Оптимальное портфельное инвестирование : учеб. пособие, 2008. 72 с.

2.*Сидоров С. П., Захарова Е. А., Хомченко А. А., Гришина Н. П.* Модели оптимального портфельного инвестирования : учеб. пособие, 2015. 76 с.

3.*Clarkson K. L. Coresets.* Sparse Greedy Approximation, and the Frank-Wolfe Algorithm // ACM Transactions on Algorithms. 2010. № 6 (4). P. 1-30.

4.*Jaggi M.* Sparse Convex Optimization Methods for Machine Learning. PhD thesis, ETH Zurich, 2011.

5.*Demyanov V. F., Rubinov A. M.* Approximate Methods in Optimization Problems. (Modern Analytic and Computational Methods in Science and Mathematics). IX + 256 S. New York 1970. American Elsevier Publishing Company.

6.*Harchaoui Z., Juditsky A., Nemirovski A.* Conditional gradient algorithms for machine learning. In NIPS Workshop on Optimization for ML, December 2012.

7.*Zhang X., Yu Y., Schuurmans D.* Accelerated Training for Matrix-norm Regularization: A Boosting Approach. In NIPS, 2012.

8.*Beasley J. E.* OR-Library: distributing test problems by electronic mail // Journal of the Operational Research Society. 1990. P. 1069-1072.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖАДНЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ РЕГРЕССИИ С УСЛОВИЕМ МОНОТОННОСТИ

А. А. Гудков

Саратовский государственный университет, Россия
Email: alex-good96@mail.ru

Статья посвящена задаче нахождения монотонной регрессии с использованием метода Франка-Вульфа.

GREEDY ALGORITHM APPLICATION FOR DETERMINING REGRESSION WITH MONOTONICITY CONDITION

A. A. Gudkov

The article deals with the problem of finding a monotonic regression with Frank-Wolfe's method.

Задача построения монотонной регрессии состоит в следующем: необходимо найти вектор $z \in R^n$ с наименьшим значением среднеквадратической ошибки приближения заданного вектора $y \in R^n$, с дополнительным условием на вектор $z \in R^n$: $z_i \geq z_j$ для всех $i \geq j$.

Таким образом, задача формулируется в следующем виде:

$$\sum_{i=1}^{N} (z_i - y_i)^2 \to \min \tag{1}$$

при условии $z_i \geq z_j$ для всех $i \geq j$.

Простой итерационный алгоритм для решения задачи (1) носит название Pool-Adjacent-Violators Algorithm (PAVA) [1]. И в статье [2] рассматривалось обобщение этого алгоритма.

В работе [3] изучалась данная задача как проблема идентификации активного множества и предложен прямой алгоритм той же сложности, что и PAVA (который является двойственным).

Однако с ростом размерности задачи решение может оказаться трудоёмким с вычислительной точки зрения. В связи с этим в настоящей статье мы предлагаем использовать жадный алгоритм типа Франка-Вульфа.

Метод Франка-Вульфа (метод условного градиента) был предложен для решения задачи условной выпуклой оптимизации в векторном конечномерном пространстве в 1956 г. В. Ф. Демьянов и А. М. Рубинов обобщили метод условного градиента на случай произвольных Банаховых пространств [6]. В последнее время методы типа Франка-Вульфа вызывали повышенный интерес, который связан с возможностью получения разряженных решений на основе их использования, а также хорошей шкалируемостью [4], [5]. В частности, в [7, 8] были исследованы алгоритмы для решения задач со штрафными функциями (вместо рассмотрения задач условной оптимизации). Кроме того, в работе [8] были изучены методы Франка-Вульфа для атомных областей, но при этом получены более слабые результаты для сходимости.

Теперь обозначим $z_i = z_{i-1} + \zeta_{i-1}$, $z_1 = z_1$, а задачу (1) запишем в виде:

$$\sum_{i=1}^{N} (z_1 + \sum_{k=1}^{i-1} \zeta_k - y_i)^2 \to \min \tag{2}$$

при условии $\zeta_i \geq 0$, i=1,…,N. Ещё одно условие, которое необходимо наложить, можно записать так: $z_1 + \sum_{k=1}^{N-1} \zeta_k \leq y_N - y_1$.

Обозначим

f(z)=$\sum_{i=1}^{N} (z_1 + \sum_{k=1}^{i-1} \zeta_k - y_i)^2$, S=$\{z \in R^N, \zeta_i \geq 0, z_1 + \sum_{k=}^{N-1} \zeta_k \leq y_N - y_1\}$. $\nabla f(x)$ градиент функции f в точке x.

Мы использовали следующую версию алгоритма Франка-Вульфа:

1. Положить *k*=0, взять произвольную точку $z^0 \in S$..
2. До тех пор пока $k \leq K$, где K – максимальное число шагов цикла, выполнять:

- Вычислить градиент функции $\nabla f(z^k)$ в точке z^k.

Решить задачу линейной оптимизации:

- $\nabla f(z^k)^T z \to \min$, $z \in S$, полученное значение называем $\tilde{z}$.
- Положить $z^{k+1} = z^k + \alpha(\tilde{z} - z^k)$, где $\alpha = 2/(k+2)$. .

На рисунке изображён график линейной регрессии, полученный для функции $\ln(x)$ с помощью данного алгоритма.

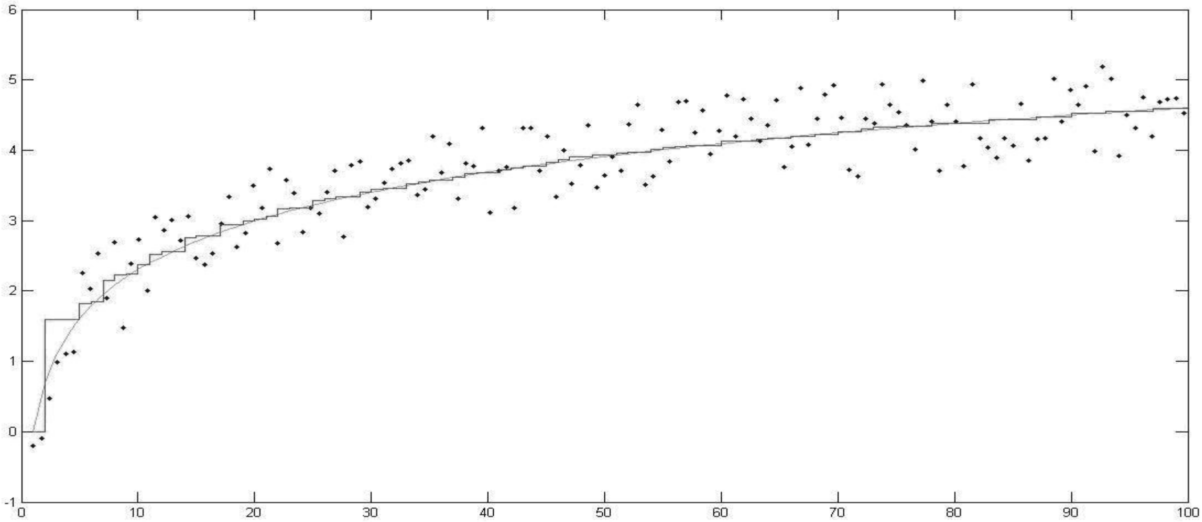

Рис. График линейной регрессии

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект 17-01-00110 А).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Jan de Leeuw, Kurt Hornik, Patrick Mair* Isotone Optimization in R: Pool-Adjacent-Violators Algorithm (PAVA) and Active Set Methods. 2011.

2. *Michael J. Best Nilotpal Chakravarti* Active set algorithms for isotonic regression; A unifying framework. Mathematical Programming. 1990. Vol. 47. P. 425–439.

3. *Wu W. B.; Woodroofe M. Mentz G.* "Isotonic regression: Another look at the changepoint problem"// Biometrika. 2001. Vol. 88 (3). P. 793-804.

4. *Clarkson K. L.* Sparse Greedy Approximation, and the Frank-Wolfe Algorithm // ACM Transactions on Algorithms. 2010. Vol. 6 (4). P. 1-30.
5. *Jaggi M.* Sparse Convex Optimization Methods for Machine Learning. PhD thesis, ETH Zurich. 2011.
6. *Demyanov V. F., Rubinov A. M.* Approximate Methods in Optimization Problems. (Modern Analytic and Computational Methods in Science and Mathematics). American Elsevier Publishing Company. New York. 1970, 256 p.
7. *Harchaoui Z., Juditsky A., Nemirovski A.* Conditional gradient algorithms for machine learning. In NIPS Workshop on Optimization for ML. December 2012.
8. *Zhang X., Yu Y., Schuurmans D.* Accelerated Training for Matrix-norm Regularization: A Boosting Approach. In NIPS. 2012.
9. *Горина И. А.* Алгоритм Франка-Вульфа для решения задачи оптимального портфельного инвестирования, 2016.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТОРГОВЛЯ НА БАЗЕ ТОРГОВОЙ ПЛОЩАДКИ METATRADER 4

Ю. А. Долговская

Саратовский государственный университет, Россия
E-mail: juliadlg@yandex.ru

В настоящее время применение торговых роботов имеет широкое распространение на бирже. Причём механическую торговую систему, которую будет реализовывать робот, можно разработать самостоятельно или воспользоваться уже имеющимися программами. В качестве примера рассмотрим торговую платформу MetaTrader 4 со встроенным языком программирования MetaQuotes Language 4 (MQL 4), редактором MetaEditor и инструментами тестирования советников. Эти средства позволяют создать: советников, пользовательские индикаторы и скрипты. С помощью таких программ осуществляется автоматическая торговля, их использование является более эффективным и надёжным методом торговли.

THE AUTOMATED TRADE BASED ON METATRADER 4 TRADING FLOOR

J. A. Dolgovskaya

Now use of trade robots has wide circulation at the exchange. And the mechanical trade system which will be realized by the robot can be developed independently or to use already available programs. As an example we will consider a trade platform of MetaTrader 4 with the built-in MetaQuotes Language 4 programming language (MQL 4), the MetaEditor editor and instruments of testing of advisers. These means allow to create: advisers, user indicators and scripts. By means of such programs automatic trade is performed, their use is more effective and reliable method of trade.

У каждого интернет-трейдера существует своя система входа и выхода с рынка – торговая система. На торговую систему любого трейдера влияют его индивидуальные особенности, предпочтения, знания и умения, большое влияние на торговлю оказывает психология человека, в связи, с чем возникла необходимость применения для торговли на бирже роботов, которые не подвержены