

## Секция «Вычислительная математика и кибернетика»

### Численное исследование книги лимитированных заявок для рынка акций, движимого заявками

**Андреев Николай Анатольевич**

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет  
вычислительной математики и кибернетики, Москва, Россия

E-mail: [nickolay.a.andreev@gmail.com](mailto:nickolay.a.andreev@gmail.com)

Современная электронная система торгов организована с помощью т.н. книги лимитированных заявок — системы, упорядочивающей заявки участников по цене и автоматически производящей сделки при перекрытии цен противоположных заявок (на покупку и продажу). В данной работе приводятся результаты статистического анализа свойств потоков заявок, поступающих в книгу и снимаемых игроками, а также описываются основные статические свойства плотности распределения заявок.

Процессы поступления и снятия заявок рассматриваются как неоднородные пуассоновские процессы  $N_+(t), N_-(t)$  со считающими мерами  $\nu_+(D), \nu_-(D)$ , которые зависят от глубины  $D \in \mathbb{R}$  нахождения заявок в книге, предполагается, что  $\nu_+, \nu_- \ll m$ , где  $m(\cdot)$  — мера Лебега. Данный подход рассмотрен в работе [3] без учета расположения конкретной заявки внутри книги при оценке интенсивностей. В работе [1] построена общая модель книги на основе методов теории массового обслуживания, но имеющая ряд ограничительных предположений и требующая сложной калибровки на реальных данных.

В предположении независимости потоков покупки и продажи на коротком интервале, а также независимости объемов конкретных событий (поступление или снятие заявки), была проведена оценка плотностей распределения объемов  $\rho_+, \rho_-$  и оценка интенсивностей  $\lambda_+ = \frac{\partial \nu_+}{\partial m}, \lambda_- = \frac{\partial \nu_-}{\partial m}$  на основе данных рынка акций ММВБ. Были оценены меры суммарного объема поступивших/снятых заявок в течение определенного интервала времени:  $\mu(T, \Delta) = \sum_{k=0}^{\infty} e^{-\Lambda(T, \Delta)} \frac{\Lambda^k(T, \Delta)}{k!} \rho^{*,k}(T, \Delta)$ , где  $\rho^{*,k}$  —  $k$ -кратная свертка плотностей соответствующих распределений объемов  $\rho$ ,  $\Lambda^k(T, \Delta) = \int_T \int_{\Delta} \lambda(t, D) dD dt$ .

Одним из результатов исследования является построение доверительных интервалов и прогноза формы книги заявок на коротком горизонте.

Второй частью исследования является статистический анализ отклика лучшей цены на приходящее возмущение (сделка покупки/продажи). Результаты показывают, что стандартные предположения о равномерном распределении плотности заявок  $q(t, D)$  и статичности распределения не верны в данном случае. Как следствие, функция отклика  $F(t, V) = \inf \left\{ P \geq 0 : \int_0^P q(t, D) dD = V \right\}$  не является линейной (как предполагается, например, в [2,4]), а имеет сложную форму, описывающуюся полиномом степени 3 или выше.

### Литература

1. Cont R., Larrard A. Price Dynamics in a Markovian Limit Order Market. 2012. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1735338>

2. Fruth A., Schoeneborn T., Urusov M., Optimal Trade Execution and Price Manipulation in Order Books with Time-Varying Liquidity. 2011. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract>
3. Large J. Measuring the resiliency of an electronic limit order book // Journal of Financial Markets. 2007. Vol. 10 (1). P. 1-25.
4. Obizhaeva A., Wang J. Optimal trading strategy and supply/demand dynamics // Journal of Financial Markets. 2013. Vol.16 (1). P. 1-32.