

УДК 336.763  
ББК 65.262.2

## ***К ВОПРОСУ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ТРЕЙДЕРОВ НА ФИНАНСОВОМ РЫНКЕ***

**В.О. Арбузов, асп. кафедры информационных систем и математических методов в экономике**

Электронный адрес: [arbuzov1989@gmail.com](mailto:arbuzov1989@gmail.com)

**С.В. Ивлиев, к. экон. наук, доц. кафедры информационных систем и математических методов в экономике**

Электронный адрес: [ivliev@gmail.com](mailto:ivliev@gmail.com)

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Одним из наиболее значимых изменений структуры финансового рынка за последние несколько лет является развитие высокочастотной торговли. Согласно экспертным оценкам высокочастотная торговля отвечает за большую часть транзакций финансовых рынков (например, более 77% транзакций на рынке Великобритании согласно «Tabb Group») и способна критически влиять на возникновение системных нестабильностей: например, потери капитализации фондовых индексов во время так называемого «молниеносного краха» 6 мая 2010 года составили около 1 трлн. долл. менее чем за 10 мин. Сам термин «высокочастотная торговля» является достаточно новым и не имеет четкого определения. Многие исследователи и регуляторы финансового рынка определяют ее различным образом, но существуют общие черты, которые позволяют говорить о высокочастотной торговле как об отдельном феномене. Вопросы, связанные с подходами к определению высокочастотной торговли и идентификации участников, использующих данный тип торговли в своей деятельности, становятся все более актуальными для современных рынков. В настоящей статье представлены основные определения понятия «высокочастотная торговля» – нового феномена, определяющего структуру современного финансового рынка. Выделены подходы к идентификации высокочастотной торговли (HFT). В большинстве исследований, посвященных HFT, используются готовые классификации, предоставляемые организаторами торговли, в то время как идентификация высокочастотных участников рынка посвящено относительно небольшое число эмпирических работ – в статье кратко представлены основные из них (КириленкоКайла, ASIC, PROС). Представленные подходы имеют ряд существенных недостатков, что требует разработки более совершенных методов идентификации HFT.

*Ключевые слова: высокочастотная торговля; высокочастотные участники финансового рынка; рыночная микроструктура; моделирование финансового рынка.*

### **Введение**

Одним из наиболее значимых изменений структуры финансового рынка за последние несколько лет является развитие высокочастотной торговли (англ. High Frequency Trading, HFT). Согласно экспертным оценкам, высокочастотная торговля отвечает за большую часть транзакций финансовых рынков (например, более 77% транзакций на рынке Великобритании согласно «Tabb Group») и способна критически влиять на возникновение системных нестабильностей: например, потери капитализации фондовых индексов во время так называемого «молниеносного краха» (англ. Flash Crash) 6 мая 2010 г. составили около 1 трлн. долл. менее чем за 10 мин. Сам термин «высокочастотная торговля» является достаточно новым и не

имеет четкого определения. Многие исследователи и регуляторы финансового рынка определяют ее различным образом, но существуют общие черты, которые позволяют говорить о высокочастотной торговле как об отдельном феномене. Вопросы, связанные с подходами к определению высокочастотной торговли и идентификации участников, использующих данный тип торговли в своей деятельности, становятся все более актуальными для современных рынков. Под идентификацией мы понимаем установление тождественности неизвестного участника рынка известной группе агентов, использующих определенный тип торговли. Задача идентификации тесно связана с задачей классификации – разделения всех участников рынка на определенные группы.

Достаточно часто под термином «алгоритм» мы подразумеваем участника финансового рынка, который использует данный алгоритм в своей деятельности. В этой статье мы даем обзор высокочастотных данных и способов анализа этих данных с целью изучения высокочастотной торговли, а также анализируем подходы к идентификации высокочастотных участников торговли.

1. Подходы к определению высокочастотной торговли.

1.1. *Определения регулирующих органов.*

Одним из первых определений высокочастотной торговли является определение, данное Комиссией по ценным бумагам и биржам США (англ. The United States Securities and Exchange Commission, SEC) в 2010 г. [20]. Комиссия по ценным бумагам и биржам США утверждает, что термин «высокочастотная торговля» используется для обозначения профессиональных участников рынка, которые торгуют на собственные средства и используют стратегии, ежедневно порождающие значительное число сделок. Данные участники могут быть организованы различными способами, в том числе как частные торговые компании, хедж-фонды и другие организационные формы (которые принято называть «частными фирмами»). Существует также достаточно много определений финансовых регуляторов, которые, определяя HFT, описывают различные аспекты их деятельности. В частности, подобные определения были даны:

- Комиссией по ценным бумагам и биржам США (SEC);
- Комиссией по торговле товарными фьючерсами США (CFTC);
- Международной организацией комиссий по ценным бумагам (IOSCO);
- Австралийской комиссией по ценным бумагам и инвестициям (ASIC);
- Директивой Евросоюза «О рынках финансовых инструментов» (MiFID), являющейся основным документом, регулирующим финансовые рынки в Европейском союзе.

Во всех определениях указанных регуляторов присутствует несколько основных характеристик, которые присущи высокочастотным трейдерам (High Frequency Traders):

1) *Сложные высокоскоростные программы.* Для повышения скорости принятия решений высокочастотные трейдеры используют сложное дорогостоящее оборудование, которое позволяет отслеживать и анализировать значительные массивы

информации и принимать инвестиционные решения на основе выявленных закономерностей в режиме реального времени. Для этого, в частности, применяются специализированные аппаратные средства, такие как программируемые пользователем вентильные матрицы (FPGA), графические ускорители (GPU) и др. Высокая сложность алгоритмов и требуемое быстродействие практически исключает участие человека из процесса принятия решений.

2) *Минимизация времени задержки (латентности).* Существует прямая зависимость эффективности торговых алгоритмов от времени передачи поручений от алгоритма до ядра биржи. Компании, которые занимаются высокочастотной торговлей, инвестируют значительную часть своих средств в технологии, позволяющие снизить подобную задержку. Так, например, организаторы торговли предлагают дорогостоящие услуги размещения серверов на бирже в непосредственной близости от расчетного ядра (данную услугу принято называть «колокация»).

3) *Генерация значительного объема сообщений в течение дня.* Высокочастотная торговля, как правило, характеризуется высоким количеством сообщений (выставлений, изменений, снятий заявок и совершения сделок), высоким торговым оборотом в течение торгового дня, высоким отношением количества выставленных заявок к числу исполненных сделок, относительно коротким средним временем жизни заявки. На практике высокочастотные алгоритмы могут генерировать тысячи заявок в секунду, которые либо исполняются, либо снимаются.

4) *Близкая к нулевой позиция на конец торгового дня.* Горизонт удержания позиций, с которым работают высокочастотные трейдеры, обычно составляет от миллисекунд до часов. При этом подобные участники предпочитают не оставлять незакрытую или нехеджированную позицию на ночь после окончания торгов, чтобы избежать рыночного риска.

5) *Частные фирмы, торгующие на собственные средства.* Специфика высокочастотной торговли не требует большого начального капитала и привлечения заемных средств крупных институциональных инвесторов, что приводит к тому, что HFT фирмы торгуют на собственные средства.

Список характеристик, используемых различными регуляторами для определения высокочастотной торговли, приведен в таблице.

## Основные характеристики в определениях HFT

Характеристики	SEC	CFTC	IOSCO	ASIC	MiFID
1) Сложные высокоскоростные программы	+	+	+	-	+
2) Минимизация латентности	+	+	-	-	+
3) Генерация значительного числа сообщений	+	+	+	+	+
4) Околонулевая позиция на конец дня	+	-	+	-	-
5) Торговля на собственные средства	+	-	+	+	+

Таблица составлена по источникам [1], [11], [16], [19], [20]

Кроме того, существует много определений высокочастотных участников в научных кругах [5], [6], [10], [12], [13], которые в последнее время все чаще изучают поведение, влияние и различные аспекты торговли HFT. Во всех этих определениях есть общие черты, которые характеризуют высокочастотных участников как быстрые алгоритмы, которые создают значительное число заявок и сделок с коротким периодом удержания позиции.

### 1.2. Классификации, применяемые организаторами торговли.

Большинство исследований высокочастотных систем использует транзакционную информацию по потоку заявок с предопределенными классами агентов, предоставляемую организаторами торговли. Так, NASDAQ OMX предоставляет исследователям доступ к транзакционным данным, которые содержат классификацию участников на следующие категории:

- HFT участники, которые предоставляют предложение ликвидности;
- HFT участники, которые предъявляют спрос на ликвидность;
- Не HFT участники, которые предоставляют предложение ликвидности;
- Не HFT участники, которые предъявляют спрос на ликвидность.

Классификация основана на внутренней информации NASDAQ OMX об использовании услуг размещения серверов рядом с ядром биржи и анализе торгового поведения алгоритмов. Такой подход не позволяет однозначно определить всех HFT участников на рынке, т.к. существуют крупные брокерские компании (Goldman Sachs, Morgan Stanley и др.), предоставляющие услуги подключения к серверам компании, расположенным на бирже, для своих клиентов. Тем не менее 26 HFT фирм, выявленных NASDAQ OMX, являются наилучшим приближением группы HFT. Данные участники торгуют как независимые частные фирмы (см. [6], [7], [8], [22]).

NASDAQ OMX также предоставляет доступ к информации, которая позволяет различать не только группы участников на рынке, но и отдельных участников рынка. Каждая сделка в этих данных имеет индивидуальный код участника (Market Participant Identifier,

MPID), который указывает на брокера или участника, совершившего сделку. Подобные данные дают возможность проанализировать поведение участников на рынке [15].

Аналогичная база данных, называемая SABRE, предоставляется Управлением по финансовому регулированию и надзору Великобритании (FSA) и содержит транзакционную информацию о ценах сделок, их объемах, времени и идентификаторах участников сделки. Она также идентифицирует покупателя и продавца, и позволяют однозначно определить инициатора каждой сделки [4]. База данных SABRE охватывает торговую активность всех участников, регулируемых FSA, и включает в себя сделки крупнейших HFT. Знание агентов в сделках позволяет однозначно определить компанию или физическое лицо, которым была исполнена сделка. Для выделения HFT участников на рынках управление по финансовому регулированию и надзору Великобритании используют статьи, отчетность, прессу, официальные документы, описание деятельности на сайте и прочую открытую информацию. В случае если компания заявляет об использовании высокочастотных алгоритмов, алгоритмов с низкими задержками или электронного маркет-мейкинга, исследователи идентифицируют такую фирму как HFT.

Другой пример предопределенного типа агентов содержится в данных с электронных торговых площадок EBS (Electronic Broking Services) и Xetra (Exchange Electronic Trading), которые разделяют всех участников на агентов, использующих алгоритмы (AT) и не использующих (NA) в своей торговле [9, 14]. В исследовании рынка EBS авторы используют данные с минутной частотой. Эти данные содержат следующую информацию:

- величина сделки,
- направление,
- флаг, алгоритм – человек, который информирует о контрагенте в сделке,
- флаг, информирующий об инициаторе сделки.

На бирже Xetra алгоритмы идентифицируются при помощи информации о комиссиях. В декабре 2006 г. Deutsche Börse – крупнейшая биржевая организация – презентовала свою программу комиссионного вознаграждения для

алгоритмических участников рынка. Агенты, использующие эту программу, были помечены как алгоритмические участники. Исследование, основанное на этих данных, анализирует алгоритмических участников, которые являются некоторым приближением НФТ.

Все проанализированные выборки являются достаточно информативными, но при этом не позволяют построить полноценную классификацию участников рынка и достоверно определить всех высокочастотных участников торговли с последующим разделением их на подгруппы, использующие различные стратегии.

2. Подходы к идентификации высокочастотных трейдеров.

2.1. *Подход КириленкоКайла.*

Наиболее известной работой, описывающей классификацию участников финансового рынка, в том числе и выделение НФТ участников, является работа А.Кириленко, П.Кайла и др. [18]. В исследовании анализируются данные по E-mini – фьючерсным контрактам на индекс S&P 500, торгуемым на Чикагской товарной бирже. Для классификации участников финансового рынка использовались следующие характеристики:

- Чистая позиция в бумагах на конец дня.
- Степень волатильности позиции в бумагах за анализируемый день.
- Суммарный объем купленных и проданных бумаг за анализируемый день (оборот в бумагах).

Все участники рынка были разделены на 6 категорий, основанных на их торговой активности:

- Высокочастотные участники рынка (НФТ) – данные участники имеют высокий объем торгов и малую чистую позицию на рынке.
- Посредники – активные участники, имеющие малую чистую позицию на рынке.
- Фундаментальные покупатели – участники, покупавшие значительные объемы в анализируемые дни.
- Фундаментальные продавцы – участники, продававшие значительные объемы в анализируемые дни.
- Малые участники – участники с малым объемом торгов.

- Оппортунистические участники – прочие участники, не попавшие в данную классификацию.

На первом шаге классификации авторы разделили крупных и малых участников рынка в зависимости от объема торгов (9 и более контрактов). Крупные участники далее были разделены на фундаментальных участников и посредников на рынке. В случае если чистая позиция участника по бумагам превышала 15% от его суммарного оборота на рынке, то такой участник классифицировался как фундаментальный покупатель/продавец в зависимости от направления изменения его позиции. Для выделения посреднических алгоритмов на рынке они использовали критерии волатильности позиции и остатка позиции на конец дня. В случае если позиция в бумагах на конец дня не превышала 5% от торгового оборота участника за день и позиция колебалась в пределах 1,5% от уровня закрытия позиции на конец дня, такой участник считался посредником. 7% самых активных посредников на рынке были выделены как высокочастотные алгоритмы. Оставшиеся участники были отнесены к оппортунистическим участникам. В последующем данная классификация была использована для агентного моделирования финансового рынка [21].

Данный подход стал наилучшей отправной точкой для дальнейших исследований в области построения классификации участников финансового рынка. В статье [3] авторы использовали этот подход и улучшили качество выделения высокочастотных участников рынка на данных торгов контрактами E-mini в августе 2010 г. В их подходе появились 4 критерия, которым должен удовлетворять НФТ участник:

- Торговый оборот участника за день должен превышать 10 000 контрактов.
- Позиция на конец дня не должна превышать 2% от суммарного объема торгового оборота за день.
- Максимальная волатильность относительной позиции участника не должна превышать 15%.
- Участник должен быть отмечен как НФТ больше 50% активных дней, при этом количество активных дней в общей выборке должно быть не менее 50%.

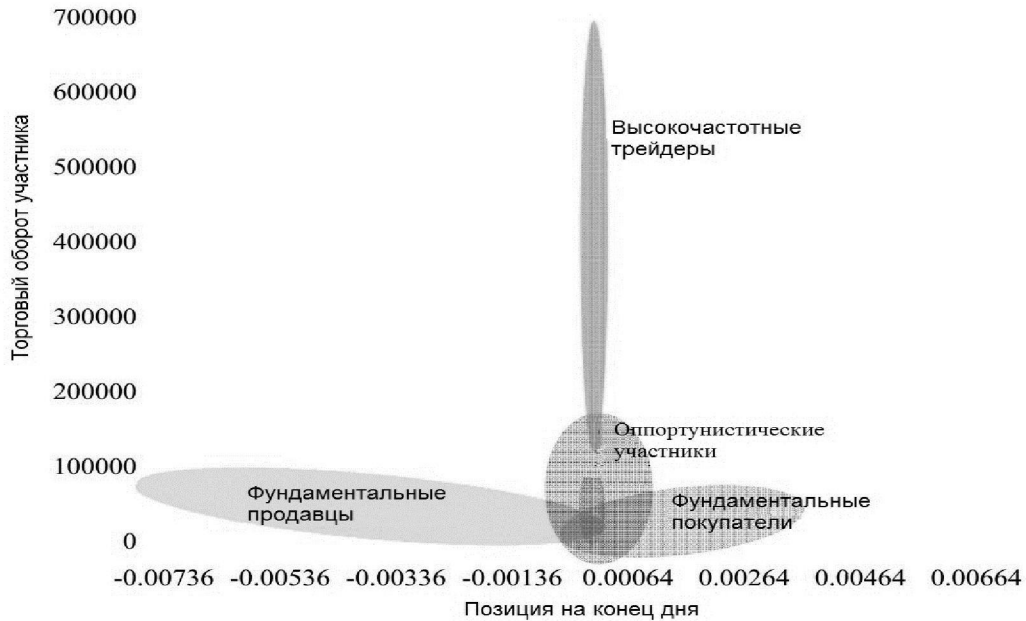


Рис. 1. Иллюстрация подхода Кириленко – Кайла к классификации участников рынка на основе объема торгов и относительной чистой позиции [3, 21]

Предложенный подход обладает неоспоримыми преимуществами, которые учитывают реальное торговое поведение участников, но стоит заметить, что при данном способе классификации из внимания упускается скорость участников и количество сообщений (постановок, изменений, снятий заявок), генерируемое высокочастотными участниками.

2.2. Подход IIROC.

Канадский регулятор финансового рынка (The Investment Industry Regulatory Organization of Canada, IIROC) в 2012 г. опубликовал отчет [17], в котором проанализировал

группу участников с высокой долей заявок по сравнению с количеством сделок (англ. High Order-to-Trade, HOT). Данную группу они позиционируют как начальное приближение для группы высокочастотных участников рынка. С использованием показателя отношения количества заявок к количеству сделок было построено распределение этой характеристики по всем участникам рынка. К группе участников HOT были отнесены все агенты, которые имели отношения количества заявок к количеству сделок больше чем 11.2:1.

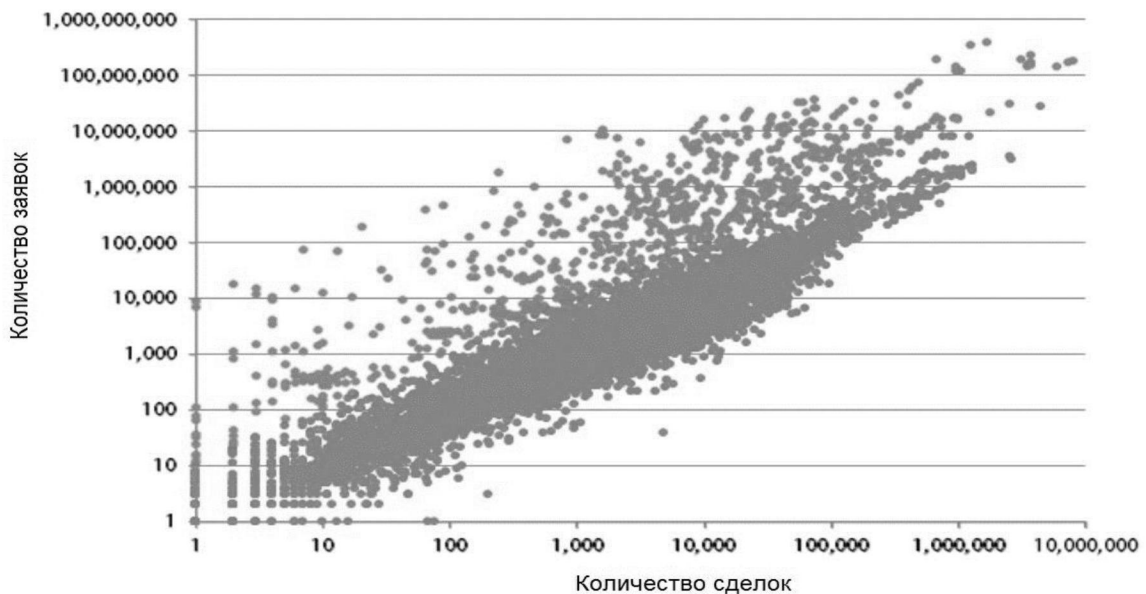


Рис. 2. Результаты применения подхода IIROC [17] к классификации участников рынка, на основе соотношения количества заявок к количеству сделок (order-to-trade)

Основным недостатком данного подхода к идентификации высокочастотных участников является то, что он не имеет порогового значения по количеству заявок и тем самым (а) не исключает участников с низкой торговой активностью (например, менее 100 заявок в день), (б) исключает участников с высокой торговой активностью (например, более 1 млн. заявок в мес.), но с низким соотношением количества заявок к количеству сделок.

### 2.3. Подход ASIC.

В недавнем исследовании [2] Австралийского финансового регулятора (англ. Australian Securities and Investments Commission, ASIC) в 2013 г. были определены показатели, которые используются регулятором для выделения группы HFT:

- отношение количества заявок к числу сделок;
- позиция на конец дня относительно суммарного оборота торгов;
- суммарный оборот торгов за день, который вычисляется как сумма купленных и проданных бумаг, выраженных в деньгах;
- количество быстрых заявок, рассчитываемое как абсолютное количество заявок, успешно пришедших в интервал времени 40 миллисекунд;

- время удержания позиции, которое рассчитывается как средневзвешенное по объему время удерживания позиции;

- показатель присутствия на лучшей котировке, рассчитываемый как отношение заявок, приходящих на лучшую котировку, к общему числу заявок.

Каждый участник рынка был упорядочен по каждому из шести показателей. Баллы начислялись в зависимости от квартили, в которую попал участник по каждой из характеристик. Так, например, попадание в верхнюю квартиль (квантиль уровня 0,75) ассоциировалось с 4 баллами, а попадание в нижнюю квартиль (квантиль уровня 0,25) ассоциировалось с 1 баллом. Итоговая рейтинговая оценка вычислялась путем сложения набранных баллов по каждому из шести показателей. Рейтинговая оценка находилась в промежутке от 6 до 24 баллов. Данный итоговый индекс показывал, насколько каждый агент похож на высокочастотного участника. Для идентификации HFT все агенты были упорядочены по их итоговому рейтингу и взято 15% агентов с наибольшим рейтингом. Такие участники были классифицированы как высокочастотные.

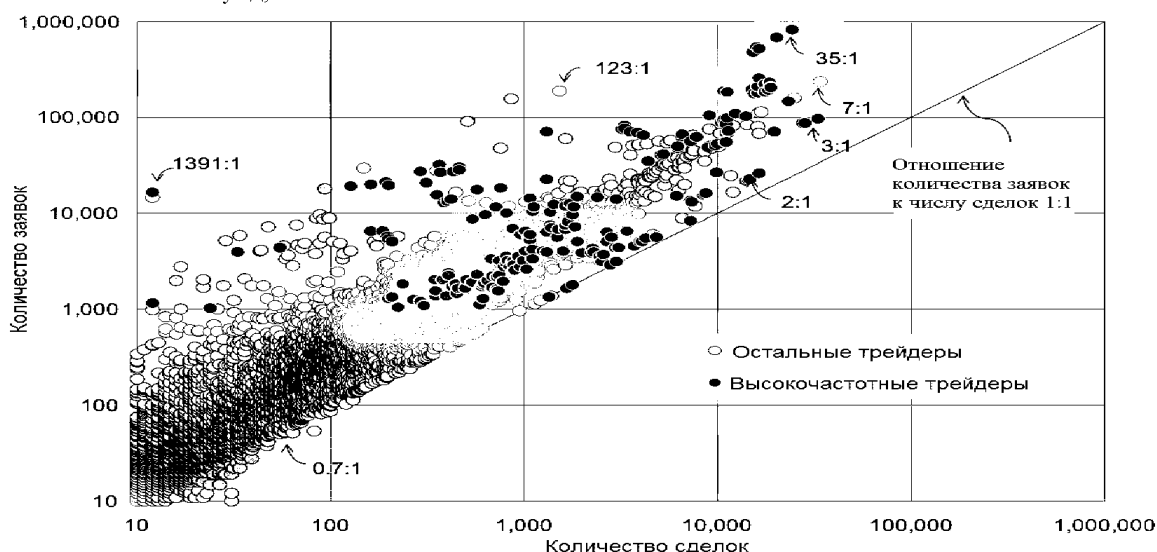


Рис. 3. Результаты применения подхода ASIC [2] к классификации участников рынка (высокочастотные трейдеры выделены темным цветом)

К недостаткам подхода ASIC относится то, что выбранный порог отсека (15%) является относительно произвольным и не имеет экономического обоснования. Применяемая классификация является динамической, что может привести к нестабильности популяции счетов, отнесенных к категории HFT.

### Выводы

В настоящей статье представлены основные определения понятия «высокочастотная торговля» – нового феномена, определяющего

структуру современного финансового рынка. Выделены подходы к идентификации высокочастотной торговли (HFT). В большинстве исследований, посвященных HFT, используются готовые классификации, предоставляемые организаторами торговли, в то время как идентификации высокочастотных участников рынка посвящено относительно небольшое число эмпирических работ – в статье кратко представлены основные из них (Кириленко – Кайла, ASIC, PROС). Представленные подходы имеют ряд

существенных недостатков, что требует разработки более совершенных методов идентификации HFT.

### References

1. *Australian Securities and Investments Commission (ASIC), Background paper: ASIC's regulatory framework on competition in exchange markets.* 2011.
2. *Australian Securities and Investments Commission (ASIC), Report 331: Dark liquidity and high-frequency trading.* 2013.
3. *Baron M., Brogaard J., Kirilenko A. The Trading Profits of High Frequency Traders.* Available at: <http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2012/11/Brogaard-Jonathan.pdf> [Accessed: 26 Apr 2014].
4. *Benos E., Sagade S. High-frequency trading behaviour and its impact on market quality: evidence from the UK equity market.* Available at: <http://www.bankofengland.co.uk/research/Documents/workingpapers/2012/wp469.pdf> [Accessed: 26 Apr 2014].
5. *Brogaard J. High frequency trading and its impact on market quality.* Available at: [http://www.futuresindustry.org/ptg/downloads/HFT\\_Trading.pdf](http://www.futuresindustry.org/ptg/downloads/HFT_Trading.pdf) [Accessed: 26 Apr 2014].
6. *Brogaard J. High-frequency trading.* Available at: [http://business.nd.edu/uploadedFiles/Academic\\_Centers/Study\\_of\\_Financial\\_Regulation/pdf\\_and\\_documents/JonathanBrogaard.pdf](http://business.nd.edu/uploadedFiles/Academic_Centers/Study_of_Financial_Regulation/pdf_and_documents/JonathanBrogaard.pdf) [Accessed: 26 Apr 2014].
7. *Brogaard J. High frequency trading and volatility.* Available at: <http://www.managedfunds.org/industry-resources/industry-research/high-frequency-trading-and-volatility/> [Accessed: 01 Mar 2014].
8. *Brogaard J., Hendershott T., Riordan R. High frequency trading and price discovery.* Available at: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1602.pdf> [Accessed: 26 Apr 2014].
9. *Chaboud A., Hjalmarsson E., Vega C., Chiquoine B. Rise of the Machines: Algorithmic Trading in the Foreign Exchange Market // Federal Reserve Board International Finance Discussion Paper No. 980. 009.*
10. *Chlistalla M. High-frequency trading. Better than its reputation? // Report, Deutsche Bank Research.* 2011.
11. *Council of the European Union (EU) Proposal for a directive of the European parliament and of the council on markets in financial instruments repealing Directive 2004/39/EC of the European Parliament and of the Council, European Commission.* June 18, 2013.
12. *Fabozzi F.J., Focardi S.M., Jonas C. High-frequency trading: methodologies and market impact Reviews of Futures Markets // The Institute for Financial Markets.* 2011.
13. *Golub A. Overview of High Frequency Trading.* Available at: [https://fp7.portals.mbs.ac.uk/Portals/59/docs/MC%20deliverables/WP27%20A%20Golub%20paper%201\\_IntroHFT.pdf](https://fp7.portals.mbs.ac.uk/Portals/59/docs/MC%20deliverables/WP27%20A%20Golub%20paper%201_IntroHFT.pdf) [Accessed: 26 Apr 2014].
14. *Hendershott T., Riordan R. Algorithmic trading and the market for liquidity.* Available at: <http://faculty.haas.berkeley.edu/hender/ATMonitor.pdf> [Accessed: 26 Apr 2014].
15. *Hirschey N.H. Do High-Frequency Traders Anticipate Buying and Selling Pressure? Available at: https://www2.bc.edu/~taillard/Seminar\_spring\_2012\_files/Hirschey.pdf* [Accessed: 26 Apr 2014].
16. *International Organization of Securities Commissions (IOSCO), Regulatory Issues Raised by the Impact of Technological Changes on Market Integrity and Efficiency. Final Report (IOSCOPD361), Technical Committee of IOSCO.* 2011.
17. *Investment Industry Regulatory Organization of Canada (IIROC), The HOT Study Phases I and II of IIROC's Study of High Frequency Trading Activity on Canadian Equity Marketplaces.* 2012.
18. *Kirilenko A.A., Kyle A.S., Samadi M., Tuzun T. The flash crash: The impact of high frequency trading on an electronic market.* Available at: <http://ssrn.com/abstract=1686004> [Accessed: 26 Apr 2014].
19. *U.S. Commodity Futures Trading Commission (CFTC) Categorization and Data. Presentation by the CFTC Technology Advisory Committee, Sub-Committee on Automated and High Frequency Trading — Working Group 2.* Available at: [http://www.cftc.gov/ucm/groups/public/@newsroom/documents/file/wg2presentation1\\_062012.pdf](http://www.cftc.gov/ucm/groups/public/@newsroom/documents/file/wg2presentation1_062012.pdf) [Accessed: 26 Apr 2014].
20. *U.S. Securities and Exchange Commission (SEC), Concept Release on Equity Market Structure. Concept Release, 17 CFR PART 242, Release No. 34-61358; File No. S7-02-10.* 2010.
21. *Yang S.Y., Qiao Q., Beling P.A., Scherer W.T., Kirilenko A.A., Cusimano J. Gaussian Process Based Algorithmic Trading Strategy Identification.* Available at: <http://ssrn.com/abstract=2051138> [Accessed: 26 Apr 2014].
22. *Zhang S.S. Need for Speed: An Empirical Analysis of Hard and Soft Information in a High Frequency World.* Available at: <http://ssrn.com/abstract=1985951> [Accessed: 26 Apr 2014].