

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К ИДЕНТИФИКАЦИИ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ БИРЖЕВОЙ ТОРГОВЛИ

Искяндяров Руслан Рушанович

аспирант кафедры управления рисками, страхования и ценных бумаг РЭУ им. Г. В. Плеханова.

Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.

E-mail: ruslaniskyandyarov@gmail.com

Статья посвящена рассмотрению базовых подходов к определению понятия «высокочастотная торговля» (HFT-торговля) с целью выделения набора признаков, позволяющих отделить высокочастотную торговлю от иных форм биржевой деятельности. На современных биржевых торгах HFT-торговле отводится особая роль, однако до сих пор не выработан единый подход к ее идентификации. Это связано не только со сложностью анализа значительных объемов генерируемой информации, но и с различными условиями, в которых функционируют HFT-роботы. Автором разработана классификация описанных в подходах признаков с целью полноценной характеристики высокочастотной торговли с различных сторон.

Ключевые слова: высокочастотная торговля, биржа, роботы, алгоритмы.

CONCEPTUAL APPROACHES TO HIGH-FREQUENCY TRADING IDENTIFICATION

Iskyandyarov, Ruslan R.

Post-Graduate Student of the Department for Risk Management, Insurance and Securities of the PRUE.

Address: Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russian Federation.

E-mail: yakovyadgarov@mail.ru

The article deals with the conceptual approaches to the High Frequency Trading identification in order to allocate set of features that enable to separate High Frequency Trading from other forms of exchange activities. At today's exchange trading HFT has a special role, however, it has not yet developed a unified approach to its identification. This is due not only to the complexity of the analysis of big data, but also with a variety of conditions in which operate HFT-robots. Developed a classification features for the purpose of a full characteristics High Frequency Trading from different sides.

Keywords: High Frequency Trade, exchange, robots, algorithm.

Высокочастотная торговля (от англ. High Frequency Trading – HFT) на сегодняшний день выступает в качестве одного из основных элементов финансового рынка. Если на заре своего развития компьютерным алгоритмам определялась роль помощника, который был способен на автоматизированную обработку рыночной информации, контроль систем риск-менеджмента и т. д., то в современных условиях они преобразились в высокоскоростные и эффективные системы реализации торговых стратегий с минимальным вмешательством человека. Многогранность подходов к их идентификации вызывает множество споров среди субъектов финансового рынка и научного сообщества. Эти споры связаны не только с установлением признаков, характерных для высокочастотной торговли, но и с определением наиболее эффективных способов идентификации высокочастотных роботов.

В настоящий момент выделяют несколько общепринятых подходов к идентификации высокочастотной торговли, которые ввиду особенностей их применения могут приводить к диаметрально противоположным результатам.

Прямая идентификация HFT-роботов

Подход к прямой идентификации HFT-роботов наименее трудоемкий как с точки зрения применения процедур непосредственной идентификации, так и с позиции обработки и анализа торговой активности HFT-робота. В данном случае под высокочастотными торговыми алгоритмами понимают алгоритмы, удовлетворяющие набору признаков, определение которых не требует специальных средств анализа свойств идентифицируемого робота. Основными критериями, определяющими HFT-роботов, являются отнесение их к подгруппе участников, использующих автоматизированную торговлю; значительный объем собственного капитала, необходимого для реализации торговых стратегий; использование инфраструктуры с прямым доступом к биржевым торговым системам с целью минимизации задержки

(периода ожидания между запросом и получением ответа от торговой системы), а также специальные условия расчетов биржевых комиссий. Попадание торговых роботов под указанные критерии, с одной стороны, способствует более эффективному изучению их влияния на механизм рыночного ценообразования, так как предоставляет возможность четкого отделения поведения HFT-роботов от поведения других участников рынка, а с другой – предоставляет возможность регуляторам повысить прозрачность, последовательность и предсказуемость в регулировании таких участников.

Данный подход находит свое отражение в исследованиях, посвященных анализу высокочастотной торговли. В работе сотрудников Главного экономического департамента Управления по финансовому регулированию и надзору за рынком финансовых услуг Великобритании (FSA) Matteo Aquilina и Carla Ysusi отмечается, что в последние 20 лет финансовые рынки претерпели значительную трансформацию: от физических мест, где люди встречались для совершения торговых операций, до электронных торговых площадок, где взаимодействие между участниками происходит удаленно через экраны компьютеров [2]. Помимо прочего, эти изменения породили новый вид участников, которые, используя компьютерные алгоритмы, подают значительное число заявок в короткие промежутки времени и которые обычно называют высокочастотными роботами. К определяющим критериям, позволяющим идентифицировать HFT-роботов, авторы относят уровень собственного капитала, использование торговых алгоритмов и торговой инфраструктуры с низким уровнем задержки в обмене информацией. На основе данных критериев был выявлен список из 26 участников торгов, которых они отнесли к высокочастотным торговым алгоритмам. Важно отметить, что в данном исследовании располагаемая авторами рыночная информация не позволяла определить инициатора рыночной транзакции,

т. е. в наборе данных отсутствовало разграничение между собственными заявками участников торгов и заявками их клиентов, что, возможно, повлияло на итоговые результаты исследования.

Изучая данную научную работу, важно обратить внимание на недостатки подобного подхода к определению HFT-роботов. Очевидно, что под обозначенные в работе критерии могут подпадать участники, которые не используют высокочастотные алгоритмы. К таковым можно отнести крупнейшие инвестиционные банки, которые, обладая огромным уровнем собственного капитала, реализуют похожие торговые стратегии, в том числе с использованием прямого доступа к торговым площадкам. Кроме того, авторы не учитывают показатели, отражающие характер подачи участниками заявок и совершаемых ими операций на фондовом рынке. В результате к HFT-роботам могут быть отнесены участники, подпадающие под все критерии исследования при минимальном количестве поданных заявок и совершенных сделок, что не вписывается в саму модель высокочастотной торговли.

Идентификация HFT-роботов через анализ абсолютных индикаторов их торговой активности

Суть данного подхода к определению HFT-роботов некоторым образом отличается от предыдущего. Если при прямом перечислении жестко устанавливаются участники, которые относятся к HFT-роботам, то при идентификации через абсолютные показатели под HFT-роботами понимают всех участников, индикаторы торговой активности которых превысили установленные пороговые значения. Казалось бы, несмотря на различия в концепциях идентификации и при прямом отношении к HFT-роботам, и при идентификации через абсолютные показатели, между ними существует определенная взаимосвязь. Она проявляется в том, что в обоих случаях используют некоторые критерии, позволяющие отделить HFT-роботов от рядовых участников рынка. В то же время

экономическая сущность критериев в корне различается: при первом подходе за основу берутся показатели капитала и характера подключения к торговым системам; при втором – параметры совершаемых торговыми алгоритмами действий.

Под абсолютными индикаторами, отражающими характер поведения HFT-роботов, часто подразумевают количество подаваемых ими заявок и совершенных сделок, количество отозванных заявок, значение нетто-позиции, торговую позицию на конец дня, время снятия заявок и т. д. Подобные индикаторы рассматриваются во многих научных работах. Например, в работе Antti Tuominen рассматриваются такие параметры высокочастотных роботов, как [8]:

1) *средняя продолжительность существования ненулевой торговой позиции.* Логика, лежащая в основе применения данного параметра, заключается в том, что большинство HFT-роботов не совершают сделки в одном направлении, а одновременно выставляют разнонаправленные заявки, что повышает их чувствительность к волатильности цен. В течение торгового дня они не накапливают позицию, ее значение колеблется в пределах минимальных значений. Таким образом, под средней продолжительностью существования ненулевой торговой позиции можно понимать среднее время, прошедшее с момента последней сделки противоположной направленности, объем которой соответствует ранее совершенной сделке или превышает ее;

2) *накопленная нетто-позиция.* Отношение накопленной нетто-позиции к общему объему торгов у HFT-роботов, как правило, более низкое, чем у остальных участников рынка, в результате иного подхода к совершению операций на рынке. HFT-роботы получают прибыль не от среднесрочного движения цен, а от их минимальных колебаний. Для этого им не требуется удерживать крупные торговые позиции, как результат – значение обозначенного параметра будет ниже среднерыночного;

3) количество поданных и отозванных заявок. Указанный показатель наиболее часто встречается во многих исследованиях, поскольку наглядно отражает характер торговли HFT-роботов. Высокочастотные роботы генерируют колоссальный объем заявок, так как для успешной реакции на изменения цен вынуждены размещать заявки на разных сторонах книги заявок. В случае движения цены они автоматически передвигают заявки для лучшего размещения вблизи bid-ask спреда¹, для чего ранее поданные заявки подлежат отмене. Таким образом, расчет количества поданных и отмененных заявок является действенным способом для успешной идентификации потенциальных HFT-роботов.

Помимо описанных параметров в своем исследовании Antti Tuominen предложил относить к HFT-роботам тех участников, которые одновременно попадали под следующие критерии:

- совокупная доля участника торгов от среднесуточного объема торгов хотя бы по одной акции превышает 5%;
- соотношение отмененных и поданных заявок превышает 95%;
- средний период времени между сообщениями, посылаемыми в торговую систему (в том числе подача, отмена или изменение заявки), менее 500 миллисекунд.

В совокупности, по мнению автора, данные показатели позволяют достоверно выявить высокочастотных роботов.

Идентификация HFT-роботов через анализ относительных индикаторов их торговой активности

Идентификация HFT-роботов через анализ относительных индикаторов также находит свое отражение в различных исследованиях. В отличие от подхода, использующего абсолютные показатели, данный подход считается более гибким, поскольку позволяет идентифицировать HFT-роботов не на конкретной площадке, а на других рынках. Это обуславливается

тем, что различные биржевые площадки обладают разными показателями ликвидности, глубины рынка, скорости предоставления услуг и т. д. В качестве относительных индикаторов выступают коэффициенты, отражающие торговую активность HFT-роботов, их долю в общем объеме торгов по инструменту и в целом по рынку, соотношение поданных заявок и совершенных сделок, взвешенное по стоимости время удержания торговой позиции и т. д.

Подобные индикаторы были применены в исследовании Австралийской комиссии по ценным бумагам и инвестициям (Australian Securities and Investments Commission – ASIC), которая пыталась определить характеристики и роль HFT-торговли на австралийской бирже [4]. В качестве индикаторов, используемых в исследовании, выступали:

1) *соотношение количества заявок и сделок.* Данный показатель описывает, какое количество заявок, поданных в торговую систему, было отозвано или отменено до момента совершения сделок;

2) *доля внутридневного оборота по инструменту.* Данный параметр наиболее ярко характеризует HFT-роботов и отличает их от других способов реализации торговых стратегий («ручной» трейдинг, алгоритмическая торговля и т. д.). Высокочастотные трейдеры склонны держать свою позицию на околонулевом уровне, в связи с чем объем overnight-позиций относительно невелик. Этот показатель четко отличает высокочастотную торговлю от алгоритмической, которая реализуется в определенном направлении. По данным ASIC, 65% высокочастотных трейдеров закрывают свои позиции к концу торгового дня, 35% переносят часть позиций на следующий день [4. – С. 72]. Стоит отметить, что данные значения не учитывали «одну группу счетов», а также противоположные позиции на рынке производных финансовых инструментов, что могло повлиять на точность значений рассчитанных параметров. Однако они дают примерное

¹ Bid-ask спред – разница между лучшими ценами на покупки и лучшими ценами на продажу актива.

представление о характере позиций HFT-роботов на конец торгового дня;

3) *совокупная доля от общего объема торгов* (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Показатели биржевого рынка Австралии (май – июль 2012 г.) (в %)

	HFT	Остальные
Доля от общего количества участников	< 0,1	> 99,9
Доля от оборота	27	73
Доля от общего количества сделок	32	68
Доля от общего количества заявок	46	54

4) *число быстрых сообщений, посылаемых в торговую систему*. Рассматривая биржевой рынок Австралии, ASIC пришла к выводу, что 99,6% всех торговых сообщений генерируются с помощью автоматизированного программного обеспечения. Под быстрыми сообщениями австралийский регулятор понимал события, которые произошли в течение 100 миллисекунд. Именно эта граница была выбрана по двум причинам. Во-первых, она отсекает рядовых трейдеров, торгующих без использования автоматизированных систем. Изменить в торговой системе заявку за 100 миллисекунд с момента ее ввода без использования специального программного обеспечения невозможно. Во-вторых, высокочастотные роботы стабильно укладывались в данный временной интервал, что делало выборку вполне репрезентативной;

5) *время удержания торговой позиции*. Обозначенный показатель описывает время, в течение которого трейдер удерживает торговую позицию. Анализируя высокочастотную торговлю, Австралийская комиссия по ценным бумагам и инвестициям пришла к выводу, что среднее время удержания торговой позиции на протяжении 9 месяцев исследования составило около 42 минут. В исследовании отмечается, что только 1,2% высокочастотных роботов удерживали свои позиции менее 2 минут, 18% – менее 10 минут, а 51% трейдеров – менее чем 30 минут;

6) *лучшие цены*. Показатель «лучшие цены» отражает количество заявок, поданных по лучшим ценам по отношению к общему числу поданных заявок. Более высокое значение данного показателя указывает на

то, что высокочастотные роботы эффективно управляют заявками, выставляя их на границе bid-ask спреда. На основе проведенного анализа ASIC сделала вывод, что 88% заявок от высокочастотных роботов в течение 9 месяцев были исполнены по лучшим ценам.

Рассмотренные в исследовании параметры позволяют выявлять высокочастотных роботов и в то же время не привязываться жестко к определенному рынку.

Идентификация HFT-роботов посредством машинного обучения и интеллектуального анализа массива (семейства) критериев

Наиболее затратный с точки зрения инфраструктуры, трудоемкий и сложный в понимании подход к определению высокочастотных роботов – идентификация с использованием машинного обучения и широкого спектра параметров, позволяющих отделить HFT-роботов от обычных алгоритмов. Обозначенный подход не нашел широкого применения в биржевом сообществе, так как затраты на его реализацию в настоящий момент считаются неоправданно высокими. Например, канадский регулятор финансового рынка IIROC в своей модели идентификации HFT использует 200 индикаторов, анализирующих тренировочную выборку участников, разбитых на несколько групп. В дальнейшем в зависимости от изменчивости показателей в привязке к группам тренировочная выборка трансформируется путем внесения новых и исключения ранее выбранных участников. Несмотря на то, что данный подход не нашел повсеместного

применения в процессе идентификации HFT-роботов, он может получить преимущество в связи с трансформацией финансовых рынков, которые генерируют все больший массив рыночной информации, обрабатывать который становится все сложнее и сложнее.

На основе данных подходов финансовые регуляторы в Европе и США выдвинули собственные определения HFT, которые нашли свое отражение в законодательных актах соответствующих стран.

В основе определения HFT-торговли регуляторы опирались на следующие признаки, присущие, по их мнению, высокочастотной торговле (табл. 2):

1. *Использование торговых алгоритмов.*

В Директиве Евросоюза «О рынках финансовых инструментов» (The Markets in Financial Instruments Directive II – MiFID 2), требование которой распространяется на 27 стран Европейского союза, данный признак описывается как система инициирования, генерации, маршрутизации и исполнения заявок без вмешательства человека. Немецкое законодательство и регулятор рынка производных финансовых инструментов США предлагают аналогичную MiFID 2 трактовку, а Комиссия по ценным бумагам и биржам США (SEC) считает, что использование торговых алгоритмов заключается в применении необычайно высокочастотных и сложных программ генерации, маршрутизации и исполнения заявок (вмешательство человека не упоминается). В целом можно сказать, что в понимании данного признака финансовые регуляторы едины.

2. *Скорость.*

Под скоростью MiFID 2 понимает особую инфраструктуру с низким временным лагом в получении ответа от торговых систем (latency). К такой инфраструктуре относят co-location¹, непосредственную бли-

зость расположения оборудования у торговых систем или высокоскоростной прямой доступ к серверам бирж.

Немецкий регулятор, CFTC и SEC дают аналогичное MiFID 2 понимание данного признака. Опять же, как и в случае с первым признаком, наблюдается сходство в понимании финансовыми регуляторами сущности HFT-торговли.

3. *Интенсивный поток сообщений.*

MiFID 2 дает следующее толкование в отношении данного признака: высокие показатели внутрисуточного объема сообщений, которые представляют собой заявки, котировки или их отмену. К тому же MiFID 2 определяет интенсивность потока сообщений как подачу не менее чем двух заявок по одному инструменту в секунду на любой торговой площадке (или не менее 4 заявок по всем инструментам).

Стоит отметить, что по обозначенной Директиве на участников торгов, которые отвечают данным критериям, с 2018 г. будут налагаться повышенные требования к хранению документации, описывающей торговые алгоритмы, а также обязательной авторизации у национального регулятора. Немецкий регулятор и CFTC дают аналогичные определения, за исключением четкого определения количества подаваемых заявок. Комиссия по ценным бумагам и биржам США пояснения по данному признаку не предоставляет.

4. *«Переворачивание».*

Под «переворачиванием», пояснение которому дает только SEC, понимаются два момента: подача многочисленного количества заявок, которые в короткий промежуток времени отменяются, и окончание торгового дня в околонулевой позиции (по возможности).

5. *Операции за собственный счет.*

MiFID 2 и CFTC не стали определять данный признак. Немецкий регулятор считает, что покупка или продажа с собственного счета, в том числе в качестве прямого (или через посредников) доступа, позволяют идентифицировать в качестве HFT-роботов не только участников торгов,

¹ Услуга, предоставляющая возможность участникам торгов располагать собственными серверами в непосредственной близости от ядра торговой системы (в одном помещении) с целью минимизации времени получения биржевой информации.

но и их клиентов. SEC под операциями за собственный счет подразумевает профессиональных трейдеров, которые действуют

в собственных интересах, генерируя большое количество заявок на ежедневной основе.

Т а б л и ц а 2

Определение HFT-торговли финансовыми регуляторами

Признак	Европейский союз		США	
	MiFID 2	Германия	CFTC	SEC
Использование торговых алгоритмов	Система, определяющая порядок верификации, генерации, маршрутизации и исполнения торговых поручений без вмешательства человека для совершения произвольных сделок или заявок	Использование торговых алгоритмов, которые не требуют человеческого вмешательства	Использование алгоритмов для каждой отдельной транзакции без вмешательства человека	Использование необычной и высокоскоростной и сложной программы для генерации, маршрутизации и исполнения торговых поручений
Скорость	Использование инфраструктуры с низкой задержкой, такой как co-location или высокоскоростной прямой доступ в торговую систему	Использование инфраструктуры, позволяющей минимизировать задержку	1. Использование технологий, которые минимизируют время отзыва торговой системы, таких как co-location или непосредственная близость к торговой системе. 2. Высокоскоростной доступ на рынок для подачи торговых поручений	1. Использование co-location или индивидуальных сервисов предоставления информации с целью минимизации различных видов задержки. 2. Короткие временные рамки для формирования и ликвидации торговой позиции
Интенсивный поток сообщений	1. Высокие внутриведенные показатели потока сообщений, включающие подачу, исполнение и отмену торговых поручений. 2. По меньшей мере 2 сообщения в секунду по одному отдельному инструменту. 3. По меньшей мере 4 сообщения в секунду по всем финансовым инструментам.	Генерация высокого внутриведенного потока сообщений, который включает подачу, исполнение и отмену торговых поручений	Высокие показатели потока сообщений (подача заявок и их отмена)	-
«Переворачивание»	-	-	-	1. Подача значительного количества торговых поручений, которые отменяются сразу после подачи. 2. Окончание торгового дня в околонулевой (нулевой) позиции
Операции за собственный счет	-	Совершение сделок по покупке/продаже с собственного торгового счета как в качестве прямого участника, так и косвенного (даже не прямой участник может быть классифицирован как HFT-робот)	-	Профессиональные участники, действующие по собственному желанию, генерирующие значительное количество сделок ежедневно

На основании рассмотренных подходов с учетом позиций финансовых регуляторов развитых стран можно выделить классификационные группы признаков, ха-

рактеризующие высокочастотных роботов и выделяющие их среди рядовых торговых алгоритмов (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Признаки высокочастотной торговли

Группа	Свойство	Индикатор
Формальные признаки	<ul style="list-style-type: none"> • Использование алгоритмов. • Операции за собственный счет. • Специальная инфраструктура 	<ul style="list-style-type: none"> • Прямое перечисление участников. • Выделение участников, использующих co-location
Признаки торговой активности	Заявки	<ul style="list-style-type: none"> • Количество сообщений в день. • Количество заявок в день
	Сделки	<ul style="list-style-type: none"> • Количество сделок в день. • Оборот
Признаки применяемых стратегий	Нейтральность	<ul style="list-style-type: none"> • Небольшая (относительно оборота) позиция по итогу дня. • Частое оборачивание позиции. • Короткий период удержания позиции
	Избежание риска	<ul style="list-style-type: none"> • Небольшое отношение позиции к обороту. • Малый срок жизни заявок. • Малый размер заявок
	Способ заключения сделки	<ul style="list-style-type: none"> • Большое соотношение заявок к сделкам. • Доля пассивных сделок

Подводя итоги, стоит отметить, что рассмотренные подходы к идентификации высокочастотной торговли отличаются между собой. Вместе с тем между ними есть определенные сходства. Все они позволяют пролить свет на признаки, описывающие характер совершаемых высокочастотными роботами операций, и выделить эти операции среди огромного массива

рыночной информации. Классифицированные в ходе изучения подходов признаки полноценно характеризуют высокочастотную торговлю с различных сторон. В конечном счете анализ высокочастотной торговли с позиции отраженных признаков позволит более точно выделять высокочастотных роботов среди всех участников рынка.

Список литературы

1. Analysis of High-Frequency Trading at Tokyo Stock Exchange. – URL: http://www.jpix.co.jp/corporate/research-study/working-paper/files/Summary_JPX_wp_en_No.4.pdf (дата обращения: 24.05.2016).
2. Aquilina M., Ysusi C. Are High-Frequency Traders Anticipating the Order Flow? Cross-Venue Evidence from the UK Market. – URL: <https://www.fca.org.uk/static/documents/occasional-papers/occasional-paper-16.pdf> (дата обращения: 01.05.2016).
3. Commission Delegated Regulation of 25.04.2016 Supplementing Directive 2014/65/EU of the European Parliament and of the Council as Regards Organisational Requirements and

Operating Conditions for Investment Firms and Defined Terms for the Purposes of that Directive. – URL: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/3/2016/EN/3-2016-2398-EN-F1-1.PDF> (дата обращения: 15.05.2016).

4. Dark Liquidity and High-Frequency Trading. – URL: <http://download.asic.gov.au/media/1344182/rep331-published-18-March-2013.pdf> (дата обращения: 04.04.2016).

5. Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act, Section 4c(a)(5)(c). – URL: <https://www.sec.gov/about/laws/wallstreetreform-cpa.pdf> (дата обращения: 10.02.2016).

6. Japan to Probe Impact of High-Speed Trading, Consider New Rules. – URL: <http://asia.nikkei.com/Markets/Tokyo-Market/Japan-to-probe-impact-of-high-speed-trading-consider-new-rules> (дата обращения: 15.04.2016).

7. Securities and Exchange Commission (Release No. 34-77551; File No. SR-FINRA-2016-007). – URL: <https://www.sec.gov/rules/sro/finra/2016/34-77551.pdf> (дата обращения: 10.06.2016).

8. Tuominen A. The Role of High Frequency Trading in Limit Order Book Activity: Evidence from Helsinki Stock Exchange. – URL: http://epub.lib.aalto.fi/en/ethesis/pdf/12823/hse_ethesis_12823.pdf (дата обращения: 10.05.2016).

References

1. Analysis of High-Frequency Trading at Tokyo Stock Exchange. Available at: http://www.jpix.co.jp/corporate/research-study/working-paper/files/Summary_JPX_wp_en_No.4.pdf (accessed 24.05.2016).

2. Aquilina M., Ysusi C. Are High-Frequency Traders Anticipating the Order Flow? Cross-Venue Evidence from the UK Market. Available at: <https://www.fca.org.uk/static/documents/occasional-papers/occasional-paper-16.pdf> (accessed 01.05.2016).

3. Commission Delegated Regulation of 25.04.2016 Supplementing Directive 2014/65/EU of the European Parliament and of the Council as Regards Organisational Requirements and Operating Conditions for Investment Firms and Defined Terms for the Purposes of that Directive. Available at: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/3/2016/EN/3-2016-2398-EN-F1-1.PDF> (accessed 15.05.2016).

4. Dark Liquidity and High-Frequency Trading. Available at: <http://download.asic.gov.au/media/1344182/rep331-published-18-March-2013.pdf> (accessed 04.04.2016).

5. Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act, Section 4c(a)(5)(c). Available at: <https://www.sec.gov/about/laws/wallstreetreform-cpa.pdf> (accessed 10.02.2016).

6. Japan to Probe Impact of High-Speed Trading, Consider New Rules. Available at: <http://asia.nikkei.com/Markets/Tokyo-Market/Japan-to-probe-impact-of-high-speed-trading-consider-new-rules> (accessed 15.04.2016).

7. Securities and Exchange Commission (Release No. 34-77551; File No. SR-FINRA-2016-007). Available at: <https://www.sec.gov/rules/sro/finra/2016/34-77551.pdf> (accessed 10.06.2016).

8. Tuominen A. The Role of High Frequency Trading in Limit Order Book Activity: Evidence from Helsinki Stock Exchange. Available at: http://epub.lib.aalto.fi/en/ethesis/pdf/12823/hse_ethesis_12823.pdf (accessed 10.05.2016).