

Отчёт по нагрузочному тестированию торгово-клиринговых систем Московской Биржи 24 сентября 2016 года

Оглавление

Отчёт по нагрузочному тестированию торгово-клиринговых систем Московской Биржи 24 сентября 2016 года	1
Цели тестирования	2
Основные результаты	2
ТКС фондового рынка Московской Биржи	2
ТКС валютного рынка Московской Биржи	3
ТКС срочного рынка Московской Биржи	5
Подсистема мониторинга параметров ТКС и активности рынков в режиме реального времени.....	6
Серверы доступа системы ASTS	6
Каналы связи и удаленные серверы доступа	6
Шлюзы к ТКС	7
Времена отклика на транзакции, ТКС фондового и валютного рынков Московской Биржи	7
Времена отклика на транзакции, ТКС срочного рынка Московской Биржи	8
Транзакционные FIX gateways системы ASTS.....	8
Серверы FIX/FAST UDP multicast marketdata фондового и валютного рынков	8
Серверы FAST UDP multicast marketdata срочного рынка	9
Выводы	10
Фондовый и валютный рынки	10
Срочный рынок	10

Цели тестирования

1. Проверка работоспособности торгово-клиринговых систем (ТКС) рынков Московской Биржи при повышенных нагрузках и объемах заявок и сделок. Торги проводились в системах следующих рынков:
 - a. Системы торгов Фондового рынка Московской Биржи (сектор основных торгов);
 - b. системы торгов Валютного рынка Московской Биржи;
 - c. системы торгов Срочного рынка Московской Биржи.
2. Эксплуатационное тестирование комплекса ТКС с ЦОД DataSpace в качестве основного, максимально приближенных к конфигурации технических средств после переноса основного ЦОД в DataSpace.
3. Оценка времен исполнения заявок и получения данных из торгово-клиринговой системы рынков Московской Биржи при различных уровнях нагрузки и конфигурациях аппаратных и программных средств.
4. Эксплуатационное тестирование с участниками новой версии системы торгов фондового рынка, основанной на технологии ASTS+.
5. Предоставление возможности разработчикам внешних программно-технических средств (ВПТС) и брокерам провести тестирование своих систем и оценку пропускной способности каналов связи до биржевых площадок.

Основные результаты

ТКС фондового рынка Московской Биржи

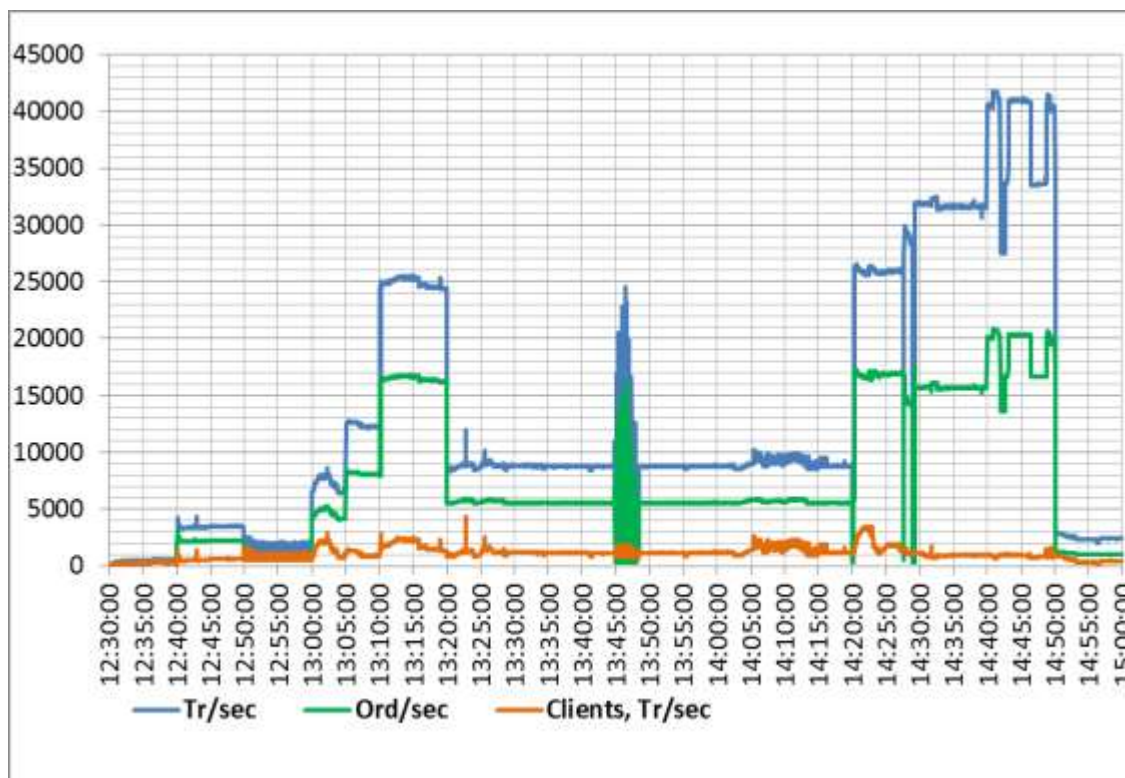
Тестирование проводилось на оборудовании ЦОД DataSpace, который планируется сделать основным ЦОД в ноябре 2016 года. Использовалась версия ПО ТКС фондового рынка на основе технологии ASTS+, которое планируется к вводу в промышленную эксплуатацию в феврале 2017 года. Версия ASTS+ обратно совместима по пользовательским интерфейсам и функциональности с версией, используемой в промышленной эксплуатации, что было подтверждено в тестировании.

Достигнутые параметры производительности в сравнении с результатами 2015 года приведены в таблице.

	Транзакции	Заявки	Сделки
Достигнутые значения (шт.), 2015	77 100 000	41 500 000	3 000 000
Достигнутые значения (шт.), 2016	113 454 567	65 924 897	1 300 000
Максимальная скорость обработки (шт. в сек.), 2015	19 314	7 826	700
Максимальная скорость обработки (шт. в сек.), 2016	41 822	20862	1 775
Прирост производительности, 2016 к 2015, %	+116%	+166%	

Предельная частота сделок ТКС в тестировании не достигалась. Для сделок приведены пиковые частоты тестовых торгов, которые превышают максимальные значения реальных торговых сессий валютного рынка. Приведенные значения не являются максимально возможными.

Графики частоты транзакций и заявок приведены ниже:



Общая доля клиентской активности составила 8.5%.

Производительность промышленной версии ПО ТКС ASTS фондового рынка при работе на оборудовании ЦОД DataSpace прогнозируется на уровне 24 000 транзакций в секунду.

В промышленной эксплуатации предельная производительность ядра ТКС версии ASTS+ фондового рынка будет искусственно ограничена уровнем приблизительно в 35 000 транзакций в секунду, для исключения отставаний серверов доступа. Более высокие значения на графике соответствуют испытаниям с выключенным ограничителем.

Обновление и унификация оборудования серверов доступа в соответствии с программой переноса серверов доступа в ЦОД биржи позволили существенно увеличить максимальные числа заявок и сделок торговой сессии. Информационная емкость ТКС фондового рынка превышает 10 млн сделок и 200 млн заявок.

ТКС валютного рынка Московской Биржи

Тестирование проводилось на промышленной версии ТКС валютного рынка ASTS+, внедренной 30 мая 2016 года. Обновление ТКС производилось как замена промышленного

ПО и оборудования, работавшего в 2011-2016 годах. Сравнение результатов корректно проводить с данными 2014 года, потому что в 2015 году нагрузочные тесты на валютном рынке проводились на релиз-кандидате ASTS+.

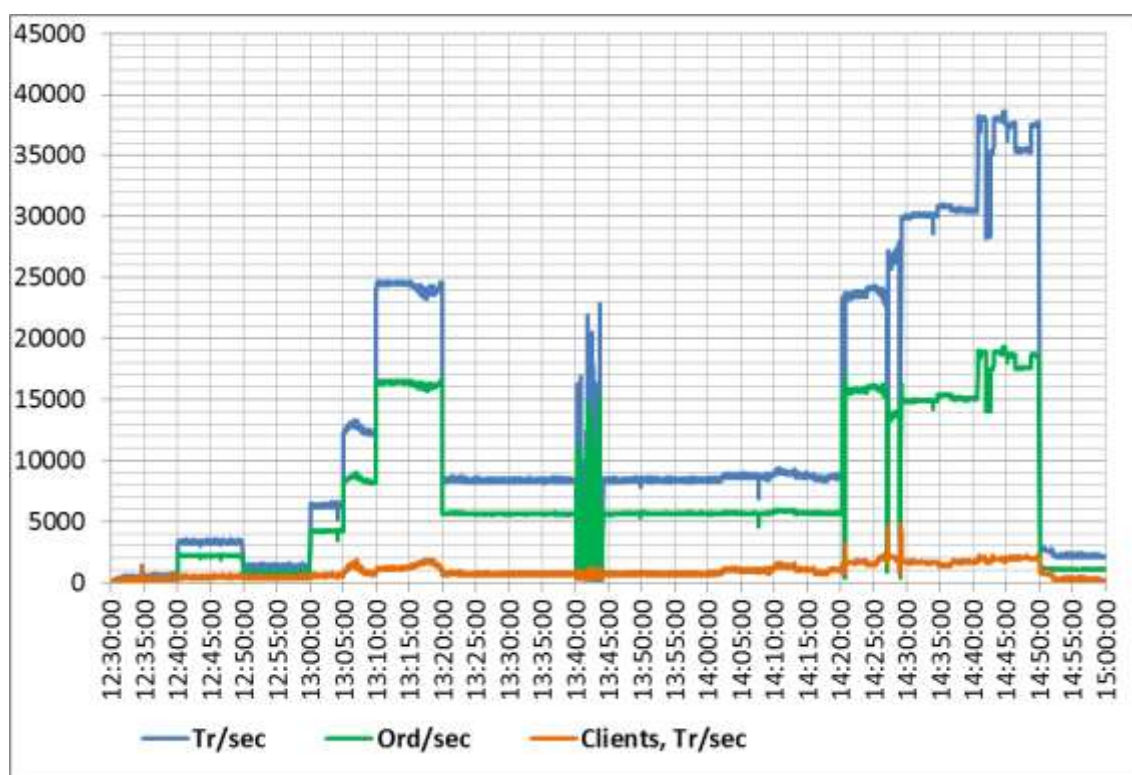
Основным ЦОД Московской биржи при проведении тестов был ЦОД DataSpace, что позволило Участникам проверить готовность к переносу основного ЦОД в ноябре 2016 года. Полученные результаты идентичны данным внутренних тестов в ЦОД М1, потому что в каждом ЦОД установлено одинаковое серверное оборудование.

Сравнение производительности в тестах 2014 и 2016 гг. приведено в таблице ниже.

	Транзакции	Заявки	Сделки
Достигнутые значения (шт.), 2014	65 568 622	32 994 049	747 539
Достигнутые значения (шт.), 2016	107 447 400	64 061 937	2 583 400
Максимальная скорость обработки (шт. в сек.), 2014	11 324	5 700	700
Максимальная скорость обработки (шт. в сек.), 2016	38 609	19322	1720
Прирост производительности, 2016 к 2014, %	+240%	+238%	

Нагрузочное тестирование характеризовалось большой активностью по количеству сделок, в 25 раз превышавшей пиковые значения для нормальных торгов в 2015 году. Предельная частота сделок ТКС в тестировании не достигалась. Для сделок приведены пиковые частоты тестовых торгов, которые в 5-6 раз превышают максимальные значения реальных торговых сессий валютного рынка. Приведенные значения не являются максимально возможными.

Графики частоты транзакций, заявок, и транзакций только от клиентов - участников тестирования приведены ниже.



Общая доля транзакций от клиентов, принимавших участие в тестировании, составила 7%.

В промышленной эксплуатации предельная производительность ядра ТКС валютного рынка искусственно ограничена уровнем приблизительно в 30 000 транзакций в секунду, для исключения отставаний серверов доступа. Более высокие значения на графике соответствуют испытаниям с выключенным ограничителем.

Обновление и унификация оборудования серверов доступа в соответствии с программой переноса серверов доступа в ЦОД биржи позволили существенно увеличить максимальные числа заявок и сделок торговой сессии. Информационная емкость ТКС валютного рынка превышает 10 млн сделок и 200 млн заявок.

ТКС срочного рынка Московской Биржи

В связи с внедрением в этом году нового высокоскоростного протокола доступа TWIME, характер и соотношение поданных транзакций через различные протоколы доступа в тестировании было изменено по сравнению с предыдущим нагрузочным тестом. Соотношение между количеством операций, совершенных через шлюзы TWIME, FIX, CGate было максимально приближено к боевым торгам:

50% операций - шлюз CGate

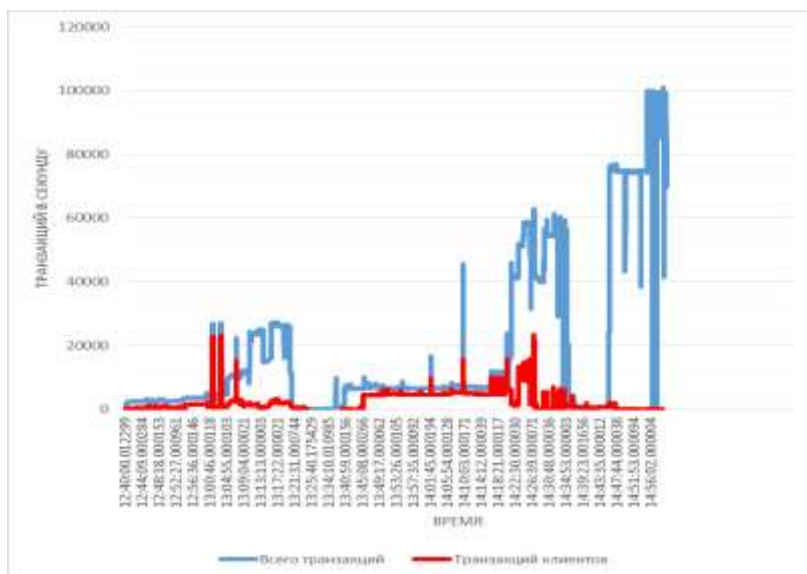
10% операций - шлюз FIX

40 % операций - шлюз TWIME

Соотношение заявок и сделок в проведенном тестировании так же было приближено к боевым торгам. За время тестирования было отправлено 209 миллионов транзакций и заключено 3,5 миллиона сделок. Максимальная скорость обработки - 101 тысяча команд в секунду.

В ходе нагрузочного тестирования планово был проведен промежуточный клиринг, несмотря на большие объемы заявок и сделок, процедура прошла штатно, в запланированный интервал времени.

График транзакционной нагрузки для ТКС Срочного рынка приведен ниже.



Подсистема мониторинга параметров ТКС и активности рынков в режиме реального времени

Разработанный комплекс мониторинга работал нормально и обеспечивал наглядное представление данных в графическом виде. Сигналы оповещений формировались в соответствии с критериями, сбор информации в базу данных мониторинга происходил без сбоев. Работа системы мониторинга не оказывала влияния на производительность комплекса.

Серверы доступа системы ASTS

Устаревшие биржевые серверы доступа и удаленные серверы доступа клиентов на время тестирования были выключены, так как их использование после переноса основного ЦОД в DataSpace будет прекращено.

Инфраструктура и обновленные серверы доступа внутри технических центров биржи работали с минимальными задержками обновления информационных таблиц при частотах транзакций до 30 000 в секунду на валютном рынке и до 35 000 на фондовом рынке.

Таким образом, унификация характеристики оборудования серверов доступа в рамках программ обновления оборудования и переноса серверов доступа в ЦОД биржи позволили увеличить предельные частоты нормальной работы комплекса ТКС+ серверы доступа в 2.5 раза в сравнении с результатами тестов 2015 года (12 000 транзакций в секунду для существенной части оборудования).

Тестирование подтвердило, что основное оборудование, установленное в настоящее время в основном и резервном ЦОД Московской биржи, сбалансировано по производительности.

Каналы связи и удаленные серверы доступа

Система ASTS

В ТКС ASTS используются серверы доступа, работающие в региональных технических центрах.

Для нормальной работы серверов доступа на каждом рынке требуется не менее 8 Мбит полосы пропускания канала, для каждого экземпляра ПО сервера доступа каждого рынка.

При постоянных скоростях транзакций более 15 000 в секунду наблюдались отставания удаленных серверов доступа, в тех случаях, когда характеристики компьютеров и/или пропускной способности каналов передачи данных оказались недостаточными для работы при увеличившихся частотах транзакций. Завершение программы обновления оборудования в региональных технических центрах позволит исключить это явление.

Система СПЕКТРА

По результатам нагрузочного тестирования этого года устанавливаются следующие требования по минимально допустимой пропускной способности каналов связи:

Для нормальной работы клиентских серверов доступа требуется не менее 30 Мбит полосы пропускания канала с временем пинга не более 1000 мкс. Для нормальной работы

клиентских шлюзов/торговых терминалов требуется не менее 4 Мбит полосы пропускания канала на каждый экземпляр биржевого программного обеспечения. В случае использования потока данных с полной историей заявок/сделок (FORTS_ORDLOG_REPL/FORTS_DEALS_REPL) требования по полосе пропускания повышаются до 20 Мбит/сек для серверов доступа и до 10 Мбит/сек для шлюзов. Для получения ускоренных потоков репликации клиент должен иметь канал связи до ТС не менее 50 Мбит/сек.

Мы настоятельно рекомендуем участникам проверять не только пропускную способность, но и качество своих каналов связи до биржи, так как канал с большим количеством потерь на нем существенно ухудшает показатели по latency и может привести к значительному отставанию в получении данных.

Шлюзы к ТКС

Для измерения времен отклика ТКС на заявки использовался генератор, выставлявший и снимающий заявки через linux версию совмещенного шлюза ASTS Bridge (библиотека libmtesrl.so). Генератор запускался на сервере, типичном для применяемых colocation клиентами Биржи, установленном в сегменте торговой сети (сервер доступа).

Для измерения времен отклика ТКС срочного рынка использовалась система мониторинга, логгирование потока транзакций от участников на стороне биржи и Cgate API, установленный в зоне колокации М1 Московской Биржи.

Времена отклика на транзакции, ТКС фондового и валютного рынков Московской Биржи

Среднее время получения шлюзом ASTS Bridge Московской Биржи ответа на транзакцию в диапазоне частот до 20 000 транзакций в секунду, на фондовом и валютном рынках составило:

- Среднее: 230 микросекунд (в 2015 году – 350 микросекунд в диапазоне до 15000)
- 90% ответов: не позднее 270 микросекунд.
- 99% ответов:
 - в условиях типичной для реального рынка частоты сделок менее 50 в секунду - не позднее 400 микросекунд,
 - при частоте сделок более 500 в секунду – 1500 микросекунд
- 99.9% ответов в условиях типичной для реального рынка частоты сделок – не более 600 мкс.

Стабильность времени отклика на фондовом рынке многократно улучшилась в сравнении с характеристиками промышленного ТКС в ЦОД М1, что является результатом обновления оборудования и оптимизации кода ТКС. На валютном рынке разницы в стабильности времен отклика в ЦОД М1 и DataSpace не выявлено, так как в каждом ЦОД замена оборудования для валютного рынка уже завершена.

Времена отклика на транзакции, ТКС срочного рынка Московской Биржи

Door-to-door latency ответа на транзакцию в тесте составило при нагрузке до 50 000 тр/сек – менее чем 250 мкс на шлюзах TWIME и менее 300 мкс на CGate. В моменты пиковых нагрузок – более 80 000 команд в секунду, могло наблюдаться увеличение времен отклика на постановку заявок.

Для прогнозируемых в течение ближайшего года пиковых частот транзакций в 20 000 – 30 000 в секунду наиболее вероятное время отклика (медиана) составило 250 мкс при получении 99% ответов не позднее 1000 мкс. В тоже время, при большой единовременной активности пользователей возможны пики времен ответов до 2000-5000 мкс вследствие специально установленных в ТС ограничений.

Транзакционные FIX gateways системы ASTS

Оборудование FIX гейтвеев было обновлено в начале сентября 2016 года и стало идентичным для всех адресов.

FIX гейтвеев сохраняли работоспособность во всем диапазоне частот транзакций. Следует отметить малую активность участников. Биржевой генератор нагрузки не использовал протокол FIX.

Серверы FIX/FAST UDP multicast marketdata фондового и валютного рынков

Оборудование FAST серверов было обновлено в начале сентября 2016 года и стало идентичным для фондового и валютного рынков в каждом ЦОД. В тестировании источники вещания были перемещены в ЦОД DataSpace.

На валютном рынке серверы работали в нормальном режиме.

На фондовом рынке серверы FAST отставали от рынка в публикации котировок рынка при частотах транзакций более 20 000 в секунду. Возможность отставания в реальных торгах в настоящее время исключена.

При внедрении ТКС ASTS+ в феврале 2017 года к настройкам FAST серверов фондового рынка будут применены оптимизации, позволяющие исключить их отставания во всем диапазоне частот транзакций, как это уже сделано на валютном рынке.

UDP multicast трафик в тесте достигал, в каждой копии А и В:

- 18 Мбит/сек в каждом потоке обновлений канала обезличенных активных заявок
- 18 Мбит/сек в каждом потоке каналов агрегированных котировок
- 15 Мбит/сек для обновлений статистики рынка
- 1 Мбит/сек в сумме для каналов snapshot и описаний инструментов

Участникам, подключаемым к сервису по каналам передачи данных, рекомендуется внимательно планировать разрешения на подписку на наборы данных с учетом пропускной способности каналов, так как общий трафик двух линий публикации FAST валютного и фондового рынков суммарно в копиях А и В может достигать 400 Мбит/сек.

В реальных торгах пиковые значения информационного трафика FAST валютного рынка с большой вероятностью будут соответствовать указанным выше значениям по каналам. Для фондового рынка, с учетом его статистики, требования могут быть снижены вдвое.

Рекомендации на странице <http://www.moex.com/a1160> верны для каждой из линий публикации данных FAST.

Серверы FAST UDP multicast marketdata срочного рынка

Замеры по скорости получения сделок на колокации показали, что результаты получения данных по multicast аналогичны результатам получения сделок через native API.

В тесте участвовали сервера, выдающие потоки «полного ORDERS-LOG»

- с группировкой данных квантами по 750 мкс, аналогично сервисам Plaza II/CGate.
- полностью онлайн.

Значения объемов трафика при различной транзакционной нагрузке даны в следующих таблицах.

Топики агрегированных OrderBook и сделок; Incremental и Snapshot:

Нагрузка, тр/сек	3000	6000	12000	25000	40000	50000
FUT-BOOK-1	0.114	0.183	0.259	0.368	0.546	0.672
FUT-BOOK-1-snap	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
FUT-BOOK-5	0.188	0.306	0.465	0.690	1.028	1.275
FUT-BOOK-5-snap	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024
FUT-BOOK-20	0.302	0.440	0.778	1.072	1.628	2.002
FUT-BOOK-20-snap	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024
FUT-BOOK-50	0.416	0.579	1.153	1.643	2.531	3.214
FUT-BOOK-50-snap	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
FUT-TRADES	0.650	1.297	1.702	0.988	1.164	1.454
FUT-TRADES-SNAP	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016

Топики полного ORDERS_LOG, с группировкой данных (ORDERS_LOG_Grp) и чистый онлайн (ORDERS_LOG_Onl); Incremental и Snapshot:

Нагрузка, тр/сек	3000	6000	12000	25000	40000	50000
ORDERS_LOG_Grp	1.960	3.586	8.011	19.073	46.380	56.120
ORDERS_LOG_snap	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
ORDERS_LOG_Onl	2.417	4.559	15.527	42.847	67.383	82.881
ORDERS_LOG_snap	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Значения трафика даны в мегабитах в секунду на один поток (FEED A)

Выводы

Фондовый и валютный рынки

1. Производительность ТКС валютного рынка в релизе 30 мая 2016 года в сравнении с параметрами 2011- первой половины 2016 г. увеличена в 3.4 раза.
2. Следует ожидать и увеличения производительности ТКС фондового рынка в 2 раза в 2017 году по сравнению с параметрами 2011-2016 гг.
3. Оборудование биржевых серверов доступа обновлено и унифицировано, и показало достаточную производительность в установленном диапазоне частот транзакций рынка.
4. Переход к использованию только биржевых серверов доступа, расположенных внутри ЦОД биржи может быть завершен в ноябре 2016 года.

Срочный рынок

1. Производительности ТКС SPECTRA достаточно для удовлетворения потребностей участников даже в моменты самых пиковых нагрузок, как с точки зрения обработки заявок, так и с точки зрения раздачи маркет-данных.
2. Участникам настоятельно рекомендуется рассмотреть вопрос об отказе от выделенных серверов доступа, которые являются устаревшим звеном в инфраструктуре «биржа-участник».
3. Требования к пропускной способности каналов для клиентов, которые будут использовать FAST сервис для получения ORDERS-LOG в режиме «чистого онлайн» составляют не менее 100 Мбит/сек на один поток вещания. При получении двух потоков FEED A и FEED B или данных с нескольких рынков рекомендуется канал 1 Гигабит/сек.

Измененные требования к каналам передачи данных будут опубликованы на сайте Московской Биржи на странице <http://www.moex.com/a1160>