Отчёт по нагрузочному тестированию торгово-клиринговых систем Московской Биржи 20 сентября 2014 года

Оглавление

Цели тестирования 2

Состав участников 2

Основные результаты 2

- ТКС фондового рынка Московской Биржи 2
- ТКС валютного рынка Московской Биржи 4
- ТКС срочного рынка Московской Биржи 5
- Подсистема мониторинга параметров ТКС и активности рынков в режиме реального времени 6
- Серверы доступа системы ASTS 6
- Серверы доступа системы SPECTRA 6
- Каналы связи и удаленные серверы доступа 7
- Технические центры Московской Биржив регионах 7

Шлюзы к ТКС 8

- Времена отклика на транзакции, ТКС фондового рынка Московской Биржи 8
- Времена отклика на транзакции, ТКС валютного рынка Московской Биржи 8
- Времена отклика на транзакции, ТКС срочного рынка Московской Биржи 9
- Транзакционные FIX gateways системы ASTS 9
- Сервер FIX/FAST UDP multicast marketdata фондового и валютного рынков 10

Выводы 11

- Фондовый и валютный рынки 11
- ТКС SPECTRA 11

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. Оценка времен исполнения заявок и получения данных из торгово-клиринговой системы рынков Московской Биржи при различных уровнях нагрузки и конфигурациях аппаратных и программных средств.
3. Эксплуатационное тестирование с участниками новой версии системы торгов фондового рынка.
4. Предоставление возможности разработчикам внешних программно-технических средств (ВПТС) и брокерам провести тестирование своих систем и оценку пропускной способности каналов связи до биржевых площадок.

Состав участников

Согласно рекомендации Комитета по информационно-технологическим сервисам ОАО Московской Биржи, по завершении нагрузочного тестирования планируется публикация списка его участников на вэб-сайте Московской Биржи.

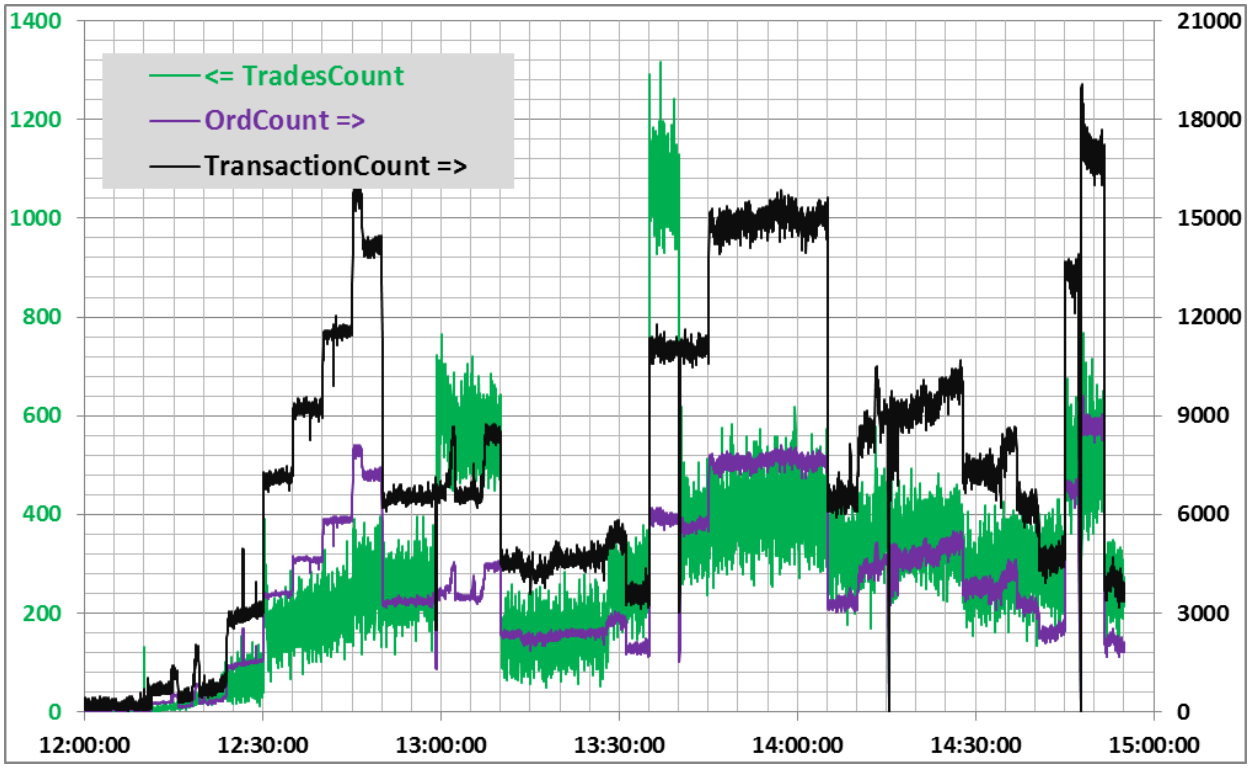
Основные результаты

ТКС фондового рынка Московской Биржи

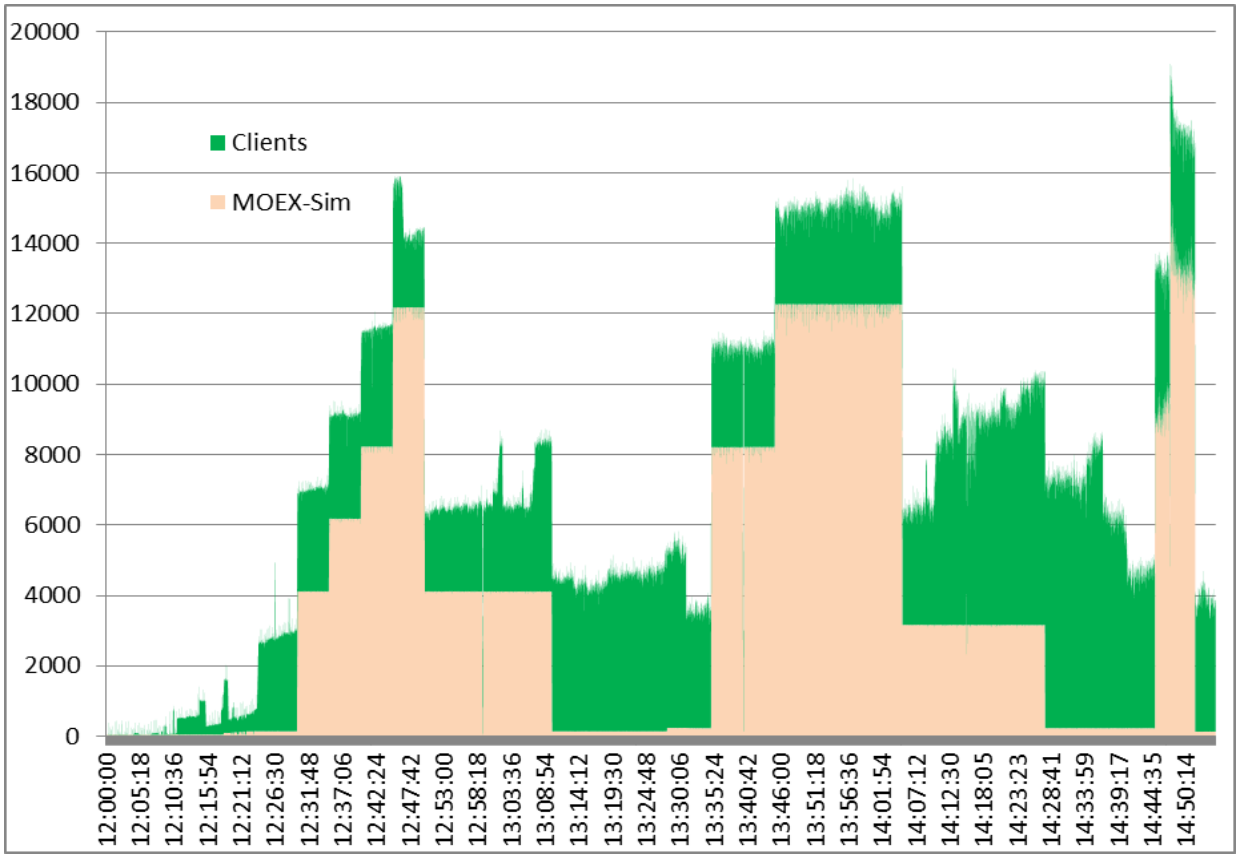
Нагрузочное тестирование характеризовалось большой активностью клиентов, параллельно с синтетическим тестовым потоком заявок и сделок. Достигнутые параметры производительности соответствуют ожидаемым значениям для фактического профиля нагрузки.

	Достигнутые значения (шт.)	Максимальная скорость обработки (шт. в сек.)
Заявки	40 599 733	9621
Сделки	2 992 713	1318
Транзакции	80 537 469	19100

Графики частоты транзакций, заявок и сделок приведены ниже:



На графике ниже разными цветами показаны частоты транзакций биржевого генератора нагрузки и клиентов.



Из графика видно, что общая доля клиентской активности составила не менее половины. Такое активное участие наблюдается впервые. Генерация торговой активности именно

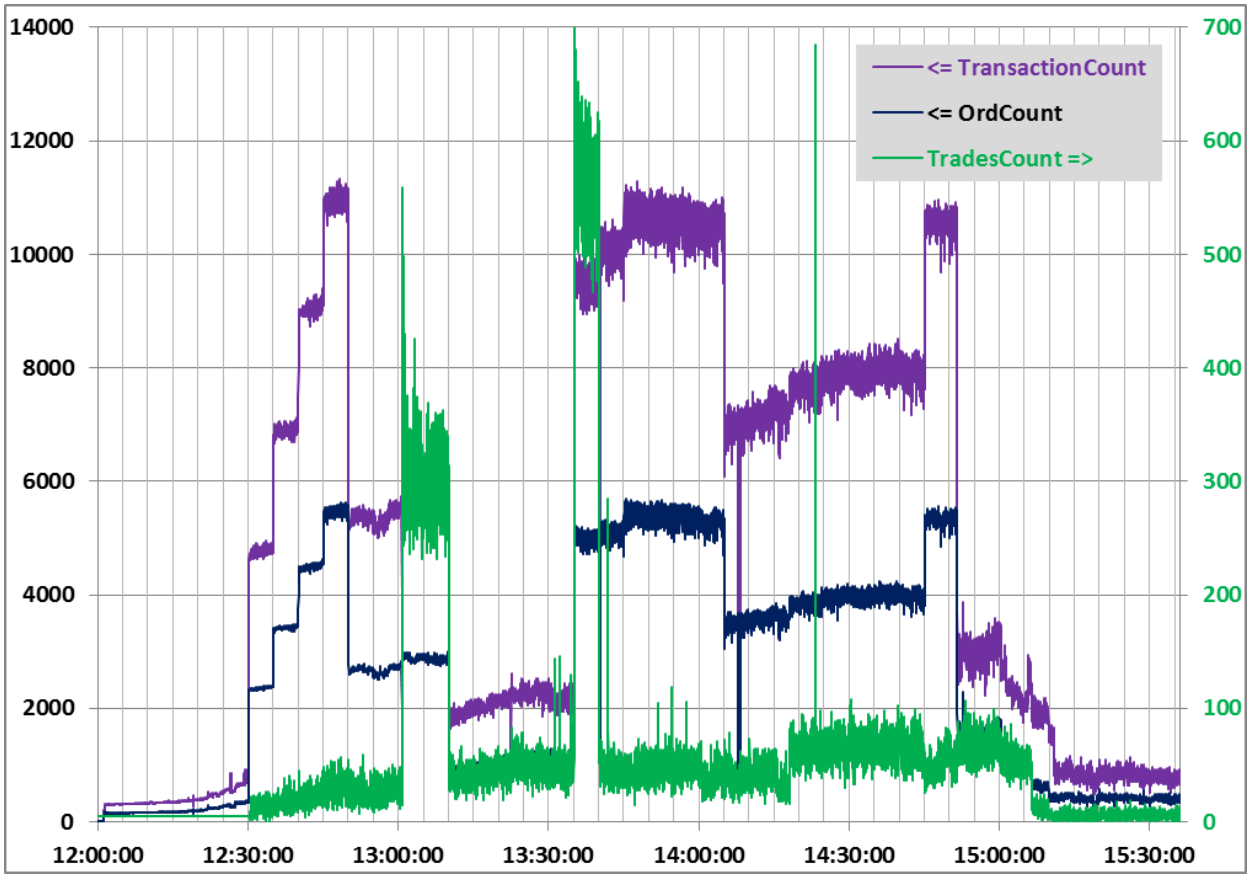
клиентами позволяет получить более реалистичную нагрузку на все подсистемы объединенного комплекса Биржа – клиенты, что существенно улучшает достоверность полученных результатов.

ТКС валютного рынка Московской Биржи

Нагрузочное тестирование характеризовалось большой активностью по частоте и количеству сделок, в 25 раз превышавшей типичные значения для нормальных торгов. Достигнутые параметры производительности соответствуют ожидаемым значениям для фактического профиля нагрузки.

	Достигнутые значения (шт.)	Максимальная скорость обработки (шт. в сек.)
Заявки	32 994 049	5700
Сделки	747 539	700
Транзакции	65 568 622	11324

Графики частоты транзакций, заявок и сделок приведены ниже:



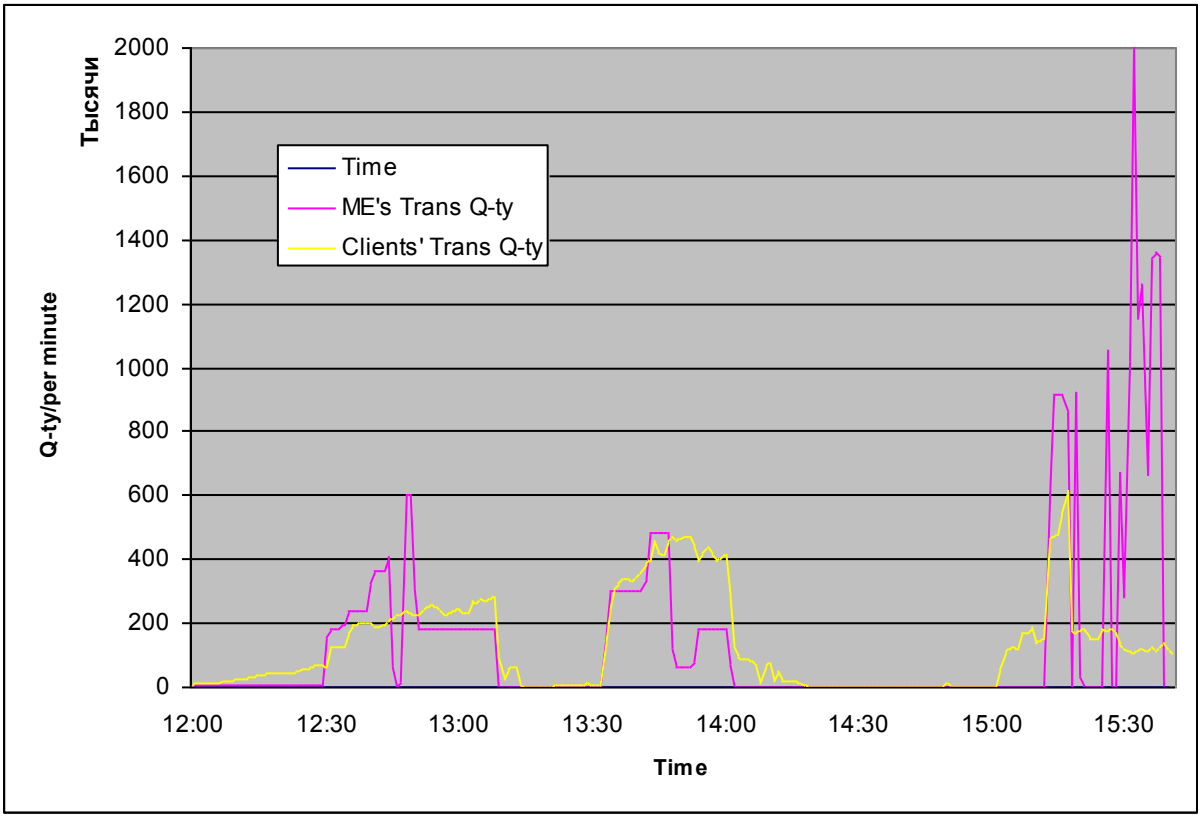
Доля транзакций от клиентов, принимавших участие в тестировании, составила 30%, что также является рекордным показателем для истории нагрузочных тестирований.

ТКС срочного рынка Московской Биржи

Внедрение в июле 2014 года новой версии ТКС SPECTRA с оптимизированным матчингом , а также выделение отдельной ветки репликации данных с ускоренной раздачей, позволило увеличить производительность ядра ТКС до 52 000 транзакций в секунду и стабилизировать latency RTT заявки. В ходе нагрузочного тестирования планово был проведен клиринг и промежуточный клиринг, и, несмотря на большие объемы заявок и сделок, обе процедуры прошли штатно в запланированный интервал времени. Следует отметить, что система SPECTRA не имеет ограничений по количеству заявок и сделок за один торговый день, достигнутые цифры обусловлены временем и программой тестирования.

	Достигнутые значения (шт.)	Максимальная скорость обработки (шт. в сек.)
Заявки	63 815 090	36 000
Сделки	3 787 105	4 953

Графики частоты заявок биржи и участников приведены 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

Инфраструктура и серверы доступа внутри технических центров биржи работали нормально, отставаний или катастрофического увеличения времен отклика на информационные запросы не наблюдалось.

При анализе времен обработки транзакций в тесте было выявлено, что серверы доступа, работающие на процессорах поколений, предшествующих технологии Core I7 имеют значительно более низкий порог отставания по частоте транзакций. Клиентам рекомендуется заменить устаревшие серверы доступа на серверы, использующие процессоры поколений Core I7 (например, HP DL серверы поколений G6-G8).

Для обеспечения максимальной производительности требуется выключение Hyperthreading в настройках BIOS серверов доступа.

Серверы доступа системы SPECTRA

Инфраструктура и сервера доступа внутри технических центров биржи работали в нормальном режиме, без отклонений и отставаний.

Для более полного соответствия боевым условиям поднимались две ветки распространения рыночных данных – со стандартным интервалом раздачи (1 пачка данных в 15 мс) и с ускоренным интервалом раздачи (1 пачка данных в 1 мс). В работе системы распространения данных существенных неостатков выявлено не было, для дальнейшей стабилизации системы запланирован ряд доработок и архитектурных решений в ближайшие несколько релизов, включающие в себя мультикаст трансляцию внутри ТКС SPECTRA, а так же оптимизацию схем раздачи данных с выделением скоростных, анонимных и нефильтрованных потоков с заявками и сделками.

Нагрузочное тестирование показало потенциальную готовность программной инфраструктуры ТКС срочного рынка распространять рыночные данные в режиме онлайн-потока, т.е. без внесения дополнительных искусственных задержек. Внедрение этой возможности требует дополнительных обсуждений с клиентами, поскольку тесты показали высокие требования такого режима раздачи к сетевой инфраструктуре не только в части пропускной способности, но и к количеству ошибок канального уровня.

Каналы связи и удаленные серверы доступа

Система ASTS

Для нормальной работы двух рынков на одном экземпляре сервера доступа на каждом рынке требуется не менее 4 Мбит полосы пропускания канала, для каждого экземпляра гейтвея каждого рынка.

При скоростях транзакций более 10 000 в секунду наблюдались отставания удаленных серверов доступа клиентов, в тех случаях, когда не соблюдались требования к характеристикам компьютеров и/или пропускной способности каналов передачи данных. См. требования на сайте Московской биржи: www.moex.com/a579/ и www.moex.com/a1160/

По итогам тестирования 2013 года Участники модернизировали свою инфраструктуру, в результате чего не наблюдалось отставания удаленных серверов доступа из-за конкуренции репликационного трафика с трафиком FAST udp multicast marketdata.

Система SPECTRA

По результатам нагрузочного тестирования этого года изменяются рекомендации по пропускной способности каналов связи:

Для нормальной работы клиентских серверов доступа требуется не менее 10 Мбит полосы пропускания канала с временем пинга не более 1 мс. Для нормальной работы клиентских шлюзов/торговых терминалов требуется не менее 4 Мбит полосы пропускания канала. В случае использования потока данных с полной историей заявок (FORTS_ORDLOG_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. Изменение рекомендаций связано с анализом характера трафика в ходе тестирования – несмотря на то, что средний трафик за минуту обычно не превышает 3-4 Мбит/сек даже в периоды пиковой нагрузки, берстовый характер трафика создает большие пики в милисекундном интервале, которые могут достигать значений 10-30 Мбит/сек в зависимости от набора получаемых данных. 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.

Участникам стоит крайне внимательно отнестись к результатам нагрузочного тестирования с точки зрения пропускной способности и качества каналов, так как на пиковых значениях нагрузки отставало более половины участвующих серверов доступа.

Технические центры Московской Биржив регионах

Серверы доступа в региональных технических центрах работали нормально, в тех случаях, когда пропускной способности каналов передачи данных было достаточно для работы без отставания.

Шлюзы к ТКС

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

Времена отклика на транзакции, скоррректированы с учетом данных, полученных с помощью технологии компании Corvil, должны быть больше указанных ниже приблизительно на 50 мкс.

Для измерения времен отклика ТКС срочного рынка использовалась система мониторинга и Cgate API, установленный в зоне колокации M1 Московской Биржи.

В тесте выявлено, что частоты информационных запросов в 4 раза в секунду недостаточно для получения неискаженных котировок фондового рынка. По результатам анализа рекомендовано увеличить указанное ограничение в требованиях к ВПТС до 10 раз в секунду.

Времена отклика на транзакции, ТКС фондового рынка Московской Биржи

Время получения шлюзом MOEX Bridge Московской Биржи ответа на транзакцию (время возврата функции отправки транзакции в коде клиента) в диапазоне частот до 16 000 транзакций в секунду на фондовом рынке:

- Среднее: 420 микросекунд,
- 99% ответов: не позднее 840 микросекунд.

Для прогнозируемой в течение ближайшего года пиковой частоты транзакций в 8 000 в секунду, наиболее вероятное время отклика (медиана) составило 380 микросекунд при получении 99% ответов не позднее 690 микросекунд.

Усредненные данные для полного цикла теста сильно искажены образованием очередей на ядре ТКС при длительной работе на предельных нагрузках и составляют 750 микросекунд.

Времена отклика на транзакции, ТКС валютного рынка Московской Биржи

Время получения шлюзом MOEX Bridge Московской Биржи ответа на транзакцию (время возврата функции отправки транзакции в коде клиента) в диапазоне частот до 10 000 транзакций в секунду в тесте составило:

- Среднее: 470 микросекунд,
- 99% ответов: не позднее 960 микросекунд.

Для прогнозируемой в течение ближайшего года пиковой частоты транзакций в 10 000 в секунду наиболее вероятное время отклика (медиана) составило 510 микросекунд при получении 99% ответов не позднее 1150 микросекунд.

Времена отклика на транзакции, ТКС срочного рынка Московской Биржи

Door-to-door latency ответа на транзакцию в тесте составило:

- При нагрузке до 12000 тр/сек –менее чем 0,3 мс (среднее - 0,25 мс)
- При нагрузке от 12000 тр/сек до 25000 тр/сек – менее чем 1,5 мс (среднее – 1,3мс)
- При нагрузке от 25000 тр/сек и више – менее чем 4 мс (среднее – 1,8 мс)

Для прогнозируемых в течение ближайшего года пиковых частот транзакций в 10 000 в секунду, наиболее вероятное время отклика (медиана) составило 0.4 мс при получении 99% ответов не позднее 1 мс. В тоже время, при большой единовременной активности пользователей возможны пики времен ответов до 7-10 мс вследствие специально установленных в ТС ограничений.

Транзакционные FIX gateways системы ASTS

Измерение времени отклика в тесте и в промышленной эксплуатации производилось на FIX гейтвеях и корректировались на величины задержек от FIX гейтвеев до сетевых коммутаторов зоны колокации, измеренных с помощью технологий компании Corvil. Непосредственное измерение времен отклика на сетевых коммутаторах оказалось ненадежным из-за перегрузки оборудования Corvil чрезмерным трафиком. Коррекция в +50 микросекунд по отношению к измерениям непосредственно на серверах является достоверной и стабильной величиной, что подтверждается отдельными тестами. Таким образом, приводимые ниже данные соответствуют статистике времен отклика, которую может получить клиент с подключением по сети 10 Гбит при подключении непосредственно к коммутатору периметра Биржи.
Данные теста относятся к его полной длительности и заметно искажены в сравнении с данными промышленной работы из-за длительных (25%) периодов работы ТКС на предельной частоте заявок. Данные теста для периодов активности в пределах не более 90% от предельной частоты не отличаются от данных промышленной работы.
В таблице приводятся данные по временам отклика в микросекундах на транзакции в тесте и их сравнение с данными промышленной эксплуатации.

Рынок/время отклика	Валютный, весь период теста	Валютный, тест до 10000 тр/сек, и промышленный	Фондовый, весь период теста	Фондовый до 18000 тр/сек, и промышленный
среднее	1380	392	670	337
медиана	440	345	400	305
90%	2600	490	1180	395
99%	3400	890	3600	660

FIX гейтвеи сохраняли работоспособность во всем диапазоне частот транзакций.
В тесте прошли испытание и готовятся к промышленной эксплуатации новые пары FIX гейтвеев каждого рынка в ТЦ М1. Данные пары будут использоваться для распределения нагрузки, создаваемой клиентами зоны колокации, суммарная активность которых на валютном рынке в последние месяцы существенно возросла.

Сервер FIX/FAST UDP multicast marketdata фондового и валютного рынков

В тесте прошли испытание и введены в промышленную эксплуатацию дополнительные линии публикации рыночной информации по технологии FAST udp multicast, что повышает надежность работы сервисов в целом. Дополнительные линии показали на 40% большую предельную производительность (7000 обновлений в секунду в сравнении с 5000 для первых линий) при одинаковых временах публикации данных.

Среднее время публикации данных о заявке в потоке обезличенных заявок валютного и фондового рынков составило 100 микросекунд по отношению к времени получения ответа на заявку.

Так как серверы используют технологию UDP multicast, их производительность не зависит от числа клиентов, принимающих потоки данных. Поэтому данный сервис распространения данных о ходе торгов следует считать предпочтительным вариантом для всех клиентов Московской Биржи, желающих получать эти данные с минимальными и стабильными задержками.

В канале публикации агрегированных котировок фондового рынка с 20-ю уровнями цен на покупку и на продажу задержки публикации данных при частоте транзакций более 5000 в секунду увеличивались с 700 до 3000 микросекунд. При наблюдаемых на рынке пиках активности до 9000 транзакций в секунду период обновления котировок не превышает 1500 микросекунд, а при частотах в 1000-2000 транзакций в секунду – не более 1000 микросекунд.

На валютном рынке, из-за меньшего числа торгуемых инструментов, частота публикации изменений агрегированных котировок при предельной частоте транзакций в 11300 в секунду не падала ниже 600 раз в секунду, что соответствует задержке публикаций обновлений приблизительно 1300 микросекунд.

Из-за заметного ухудшения характеристик потока агрегированных котировок с ростом частоты транзакций и существенно больших времен публикации обновлений данный тип потока не рекомендуется использовать высокочастотными алгоритмами. Оптимизация этого типа потока реализована в версии FAST udp multicast marketdata server 4.0.

UDP multicast трафик в пике активности каждого рынка достигал, в каждой копии A и B:

- 8 Мбит/сек в каждом потоке обновлений канала обезличенных активных заявок
- 8 Мбит/сек ожидается в будущем для каналов агрегированных котировок
- 4 Мбит/сек для обновлений статистики рынка
- 1 Мбит/сек в сумме для каналов snaphot 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 в каждой из копий A и B может достигать 84 Мбит.

В реальных торгах требования к трафику ниже. Рекомендации на странице http://www.moex.com/a1160 верны для каждой из линий публикации данных FAST.

Выводы

Фондовый и валютный рынки

1. Характеристики ТКС в сравнении с 2013 годом не изменились. Отклонения по отдельным параметрам связаны с существенно большей активностью клиентов и с более длительным периодом работы ТКС на предельных частотах событий, что и являлось одной из целей теста.

2. Производительности серверов доступа для типичной конфигурации 8 cores Intel Xeon Core I7, 2.67 GHz, 32 GB RAM, linux operating system достаточно для обслуживания информационных запросов клиентов через шлюзы Московской Биржи при суммарной частоте транзакций двух рынков до 35 000 в секунду, при сохранении времени отклика менее 5 мсек и одновременном обслуживании 30-40 клиентов. Участникам, удаленные серверы доступа которых не удовлетворяют данным требованиям, настоятельно рекомендуется обновление оборудования.

3. Для достижения предельной производительности необходимо выключение HyperThreading в параметрах серверов.

4. По результатам тестов рекомендуется увеличить ограничение на частоту информационных запросов шлюзов ASTS до 10 раз в секунду для Участников, не имеющих локальных серверов доступа.

ТКС SPECTRA

- Производительности серверов доступа для типичной конфигурации Intel Xeon серия 53XX, 24 GB RAM, Windows server 2008 operating system достаточно для обслуживания информационных запросов клиентов через шлюзы Московской Биржи при суммарной частоте транзакций до 36000 в секунду, при сохранении времени отклика менее 5 мсек и одновременном обслуживании 30-40 клиентов.

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