

Отчёт по нагрузочному тестированию торгово-клиринговых систем Московской Биржи 07 октября 2017 года

Оглавление

Цели тестирования.....	2
Состав участников.....	2
ТКС фондового рынка	3
ТКС валютного рынка	4
ТКС срочного рынка.....	6
Серверы доступа системы ASTS	8
Удаленные серверы доступа ASTS.....	8
Серверы доступа системы SPECTRA.....	8
Времена отклика на транзакции.	8
ТКС фондового и валютного рынков.....	8
ТКС срочного рынка.....	9
Транзакционные FIX gateways системы ASTS.....	10
Сравнение скоростей разных торговых протоколов фондового и валютного рынка (справочно) ...	11
Сравнение скоростей разных торговых протоколов срочного рынка (справочно)	11
Серверы FAST UDP multicast marketdata фондового и валютного рынков.....	11
Серверы FAST UDP multicast marketdata срочного рынка.....	13
Подсистема мониторинга параметров ТКС и активности рынков в режиме реального времени.....	14
Индекс серверы, сервер сбора данных об обязательствах маркет-мейкеров, Web сайт биржи	15
Тестирование системы точной синхронизации часов по протоколу ptp (precision time protocol) в условиях стрессовых нагрузок.....	15
Выводы.....	16
Фондовый и валютный рынки	16
Срочный рынок	16

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 валютного рынка, основанной на технологии разделения ТКС на торговую и клиринговую компоненты.
4. Тестирование с участниками продукта FAST срочного рынка с трансляцией полного журнала заявок без батчинга данных.
5. 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 информационно-технологического комитета Московской Биржи, по завершении нагрузочного тестирования планируется публикация списка его участников на веб-сайте Московской Биржи.

ТКС фондового рынка

Тестирование проводилось на промышленной версии ТКС фондового рынка ASTS+, внедренной 20 марта 2017 года.

Достигнутые параметры производительности в сравнении с результатами 2016 года приведены в таблице. Под успешными транзакциями понимаются входящие приказы, приводящие к регистрации новой или к успешному снятию ранее зарегистрированной заявки.

	Транзакции	Заявки	Сделки
Достигнутые значения (шт.), 2017	108 550 150	60 733 370	1 735 735
Достигнутые значения (шт.), 2016	113 454 567	65 924 897	1 300 000
Максимальная скорость обработки успешных транзакций (шт. в сек.), 2017	31500	16405	1356
Максимальная скорость обработки успешных транзакций (шт. в сек.), релиз-кандидат ТКС, 2016	41 822	20862	1 775

В отличие от тестирования релиз-кандидата в 2016 году, в тестировании 2017 года использовалась промышленная конфигурация ТКС без каких-либо изменений. В этой конфигурации предельная частота обработки транзакций и заявок в ТКС ограничена уровнями, исключающими возникновение существенных задержек в публикации серверами доступа рыночных данных всех типов и по любым протоколам.

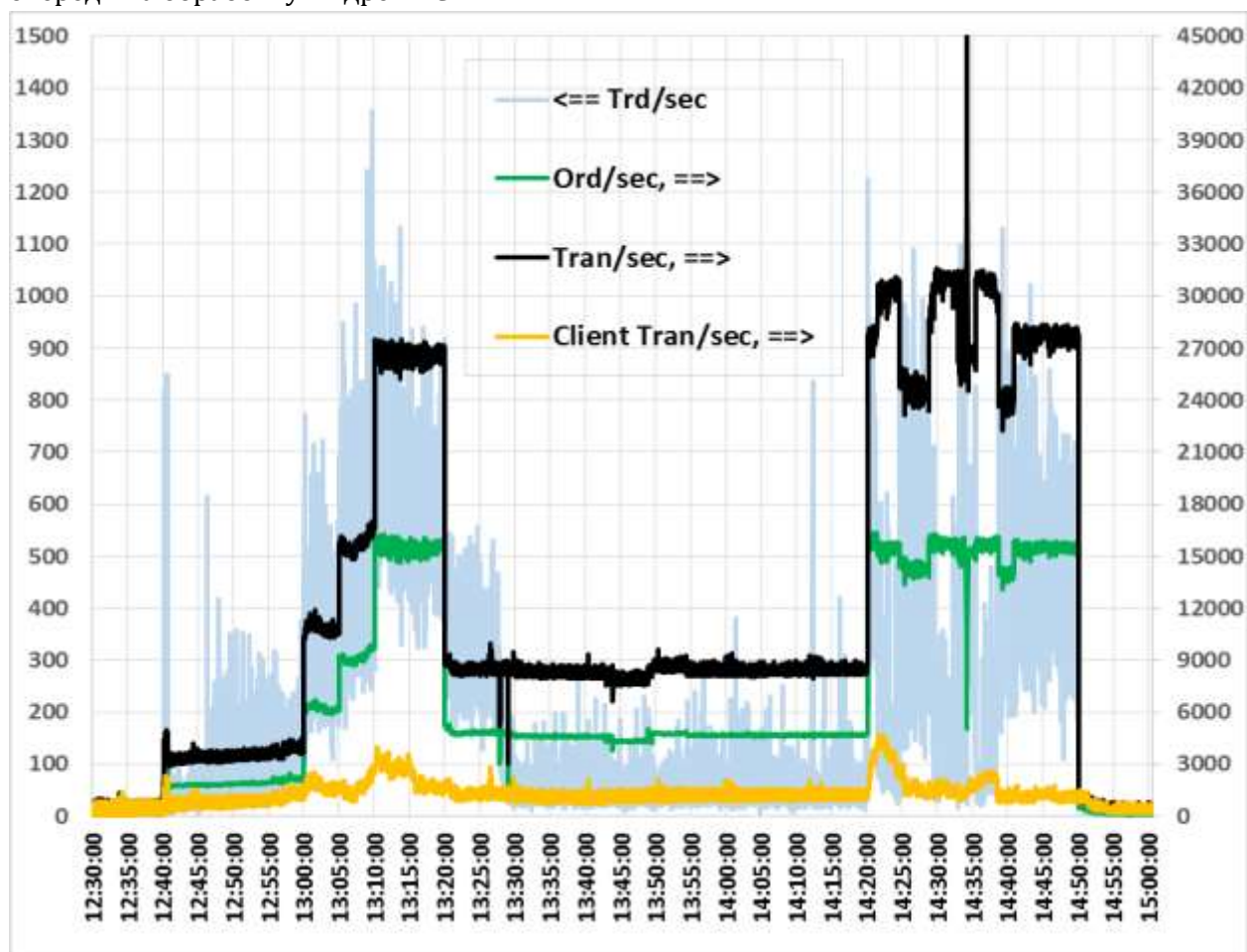
В тестировании 2016 года предельная частота обработки транзакций ядром ТКС была измерена без учета отставания публикации данных частью серверов доступа. При включении указанного выше ограничения предельные скорости обработки транзакций в 2016 и 2017 году не отличаются.

В промышленной конфигурации ТКС фондового рынка с июня 2017 года используется объединение серверов ядра ТКС в отказоустойчивый кластер.

Во время тестирования кластер работал нормально и не оказывал заметного влияния на производительность ТКС.

Графики частоты транзакций, заявок и сделок приведены ниже на стр.4. Отклонения частоты транзакций от максимальных значений на участке 14:20 – 14:50 делались намеренно для измерения характеристик ТКС вблизи максимальных частот, до образования

очереди на обработку в ядре ТКС.



Общая доля клиентской активности составила 9.3%.

Пик частоты транзакций в 14:34 получен при отправке множественных транзакций снятия уже снятых заявок, для оценки производительности ядра ТКС в этих условиях. Предельной частоты обработки достигнуть не удалось из-за ограничения производительности генератора транзакций. Замеры доли загрузки вычислительных потоков ядра ТКС отказами снять уже снятую заявку показали, что отказы обрабатываются примерно 8 раз быстрее обычных снятий, и не могут быть фактором, заметно влияющим на ход торгов.

ТКС валютного рынка

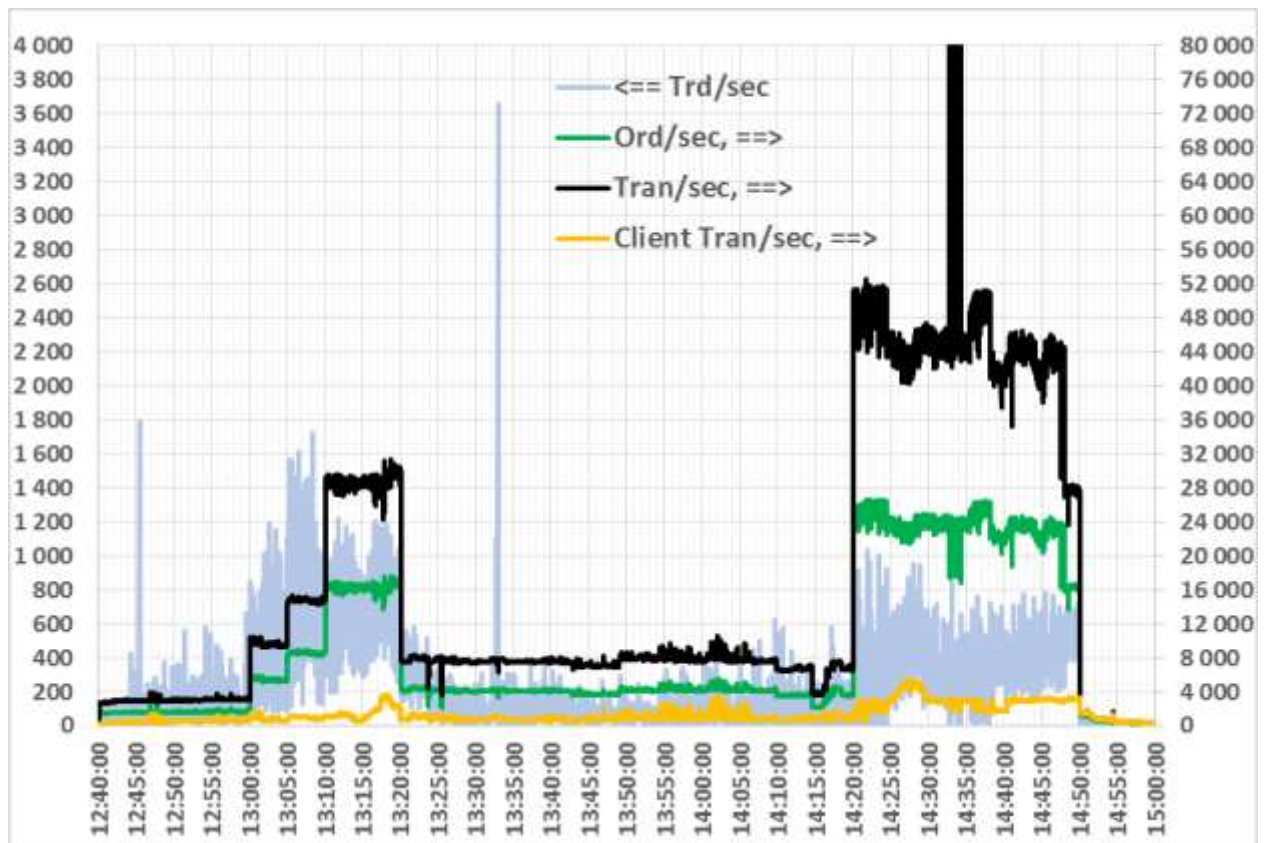
Тестирование проводилось на релиз-кандидате ТКС валютного рынка с разделенными серверами торговых и клиринговых операций, подготавливаемом к внедрению в начале 2018 года. ТКС 100% обратно совместима с промышленно работающей версией, но предполагает отдельные клиентские подключения для торговых и клиринговых данных и транзакций. Конфигурация серверов в составе ТКС соответствует ожидаемой при внедрении, замены аппаратных средств не планируется.

Сравнение производительности в тесте релиз-кандидата 2017 г. и промышленной конфигурации ТКС приведено в таблице ниже. Под успешными транзакциями понимаются входящие приказы, приводящие к регистрации новой или к успешному снятию ранее зарегистрированной заявки.

	Транзакции	Заявки	Сделки
Достигнутые значения (шт.), 2017	135 906 705	72 683 460	1 858 811
Достигнутые значения (шт.), 2016	107 447 400	64 061 937	2 583 400
Максимальная скорость обработки успешных транзакций (шт. в сек.), 2017	52 506	26 584	3659
Максимальная скорость обработки (шт. в сек.), промышленная конфигурация	30000	16000	
Прирост производительности, 2017 к 2016, %	+75%	+66%%	

Нагрузочное тестирование характеризовалось большой активностью по количеству сделок, в 17 раз превышавшей пиковые дневные значения для нормальных торгов в 2017 году. Предельная частота сделок ТКС в тестировании не достигалась.

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



Общая доля транзакций от клиентов, принимавших участие в тестировании, составила 8.2%.

Архитектура и ожидаемая в промышленной эксплуатации конфигурация ТКС с отдельными торговыми и клиринговыми ядрами исключает отставание публикации торговой информации при предельных частотах торговых транзакций. Данные теста по максимальной производительности релиз-кандидата ТКС соответствуют прогнозам для ее промышленного использования.

Пики частоты транзакций в интервале 14:30 - 14:35 получены при отправке множественных транзакций снятия уже снятых заявок, для оценки производительности

ядра ТКС в этих условиях. Предельной частоты обработки достигнуть не удалось из-за ограничения производительности генератора транзакций. Замеры доли загрузки вычислительных потоков ядра ТКС отказами снять уже снятую заявку показали, что отказы обрабатываются примерно в 7 раз быстрее успешных снятий, и не могут быть фактором, заметно влияющим на ход торгов.

ТКС срочного рынка

Тестирование проводилось на версии системы SPECTRA 5.6 установленной в промышленную эксплуатацию 4 сентября 2017 года на серверах, установленных в ЦОД DSP.

В связи с внедрением в прошлом году нового высокоскоростного протокола доступа TWIME, характер и соотношение поданных транзакций через различные протоколы доступа было максимально приближено к боевым торгам:

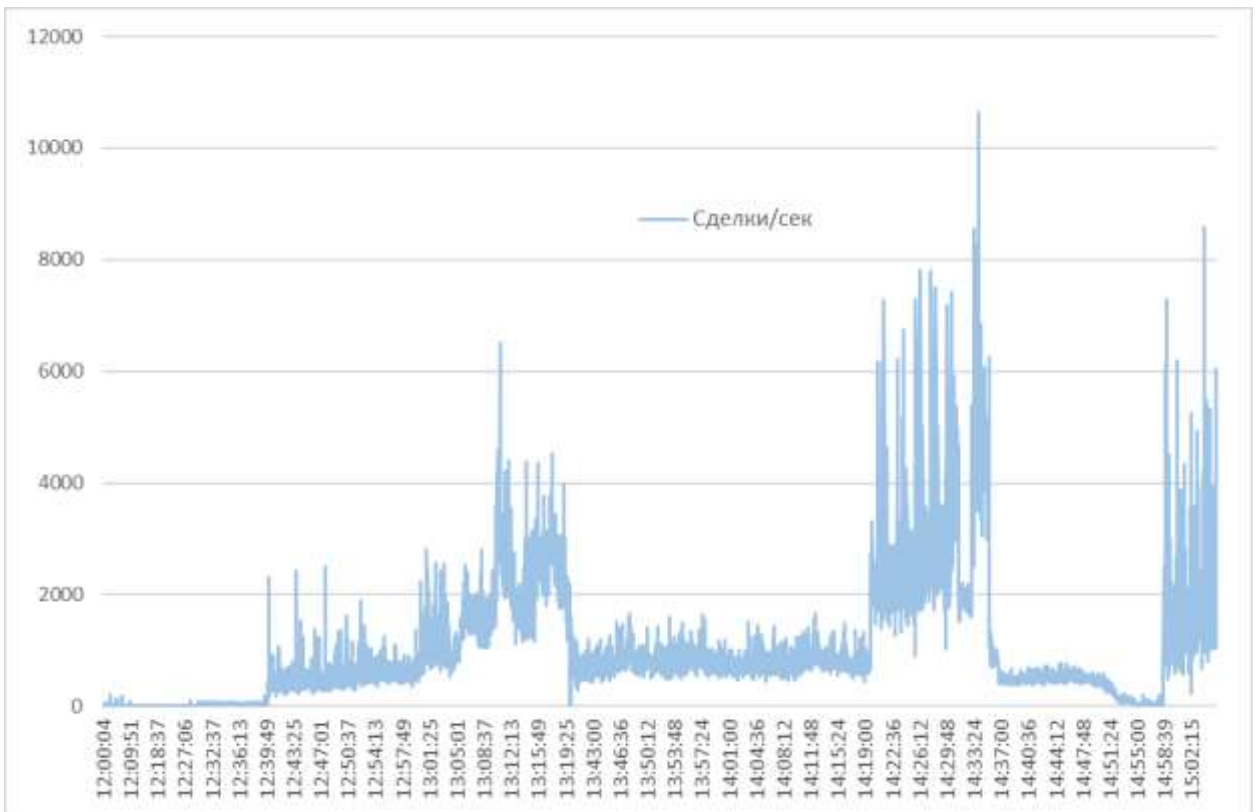
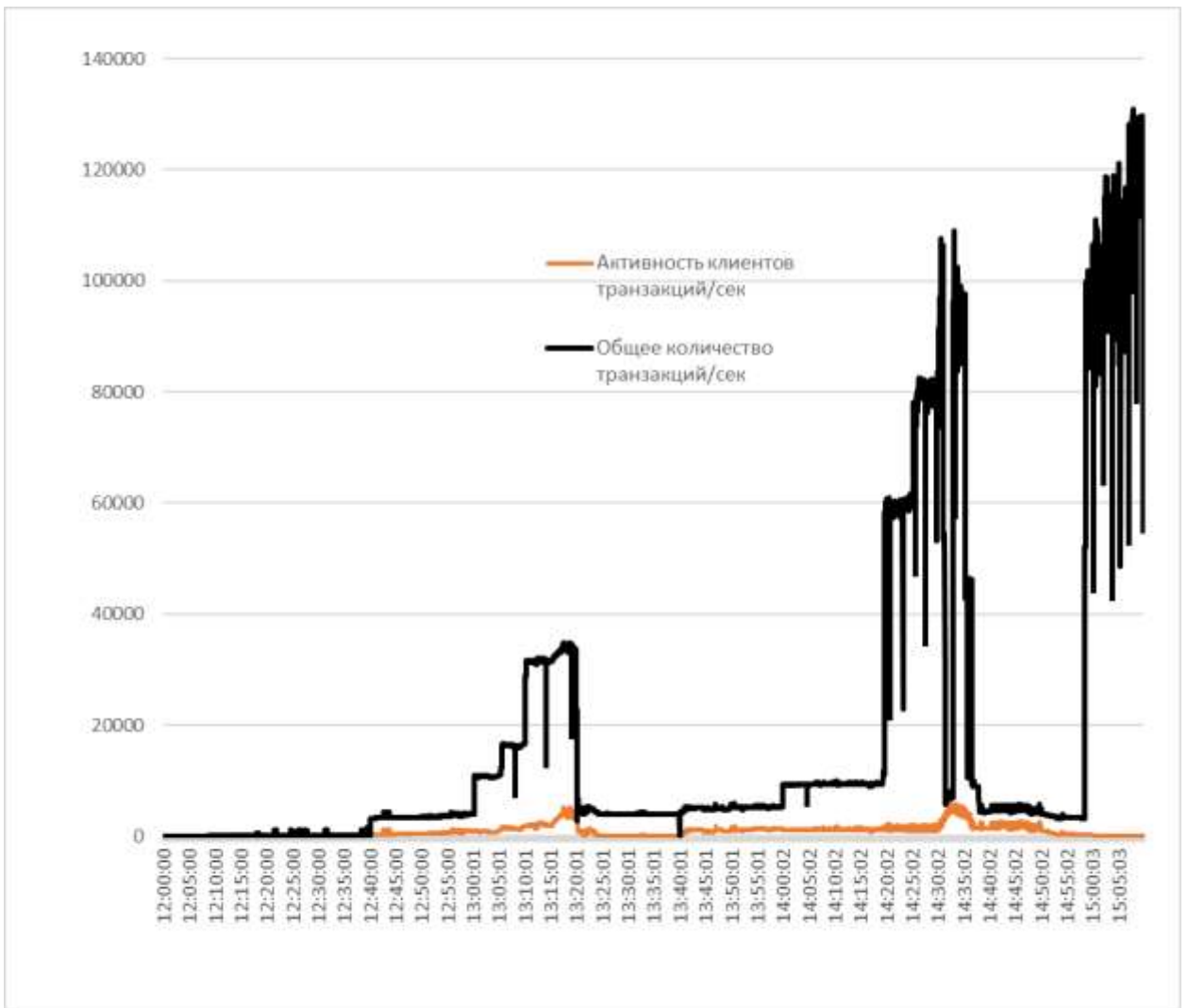
Соотношение заявок и сделок в проведенном тестировании так же было приближено к боевым торгам. За время тестирования было отправлено 294 миллиона транзакций и заключено 12,5 миллиона сделок. Максимальная скорость обработки - 128 тысяч транзакций в секунду. Под успешными транзакциями понимаются входящие приказы, приводящие к регистрации новой или к успешному снятию ранее зарегистрированной заявки.

	Транзакции	Заявки	Сделки
Достигнутые значения (шт.), 2016	209 830 622	124 200 000	3 500 000
Достигнутые значения (шт.), 2017	294 790 508	159 317 680	12 653 800
Максимальная скорость обработки (шт. в сек.), 2016	101 000	-	-
Максимальная скорость обработки (шт. в сек.), 2017	128 000	-	-

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.

Общая доля транзакций от клиентов, принимавших участие в тестировании, составила 3.62%.



Серверы доступа системы ASTS

Серверы доступа фондового рынка и торговые серверы доступа валютного рынка в основных ЦОД биржи Data Space и M1 работали нормально, проблем не обнаружено.

При нормальной работе разделенной ТКС валютного рынка серверы доступа к клиринговым данным и операциям валютного рынка доступны только в основном ЦОД. В резервном ЦОД работает резервный ведомый клиринговый сервер центрального звена ТКС, к которому должен подключаться набор клиринговых серверов доступа при отказе основного ЦОД и переносе серверов центрального звена ТКС валютного рынка в резервный ЦОД. В нагрузочных тестах переключения всех операций на резервный ЦОД не проводилось.

Серверы доступа к клиринговым данным работали нормально при постоянных частотах транзакций до 45 000 в секунду. При превышении этого значения наблюдалось отставание обновлений клиринговых данных от клиринговых серверов Центрального Звена ТКС. В реальных торгах пиковые частоты транзакций более 45 000 в секунду достигаются в короткие периоды времени, прогнозируемые кратковременные отставания по данным не будут превышать 10 миллисекунд.

Удаленные серверы доступа 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.

Серверы доступа системы СПЕКТРА

Во время проведения нагрузочного теста никаких отклонений от нормальной работы на серверах доступа зарегистрировано не было. Стоит отметить, что в реальных торгах сервера доступа обслуживают значительно большее количество клиентских соединений, чем на нагрузочном тестировании, поэтому прогнозирование параметров по сарасити серверов доступа по результатам нагрузочного теста производится не будет.

Времена отклика на транзакции.

ТКС фондового и валютного рынков

Для измерения времен отклика ТКС на заявки использовались генераторы, отправлявшие транзакции через Linux версию совмещенного шлюза MOEX Bridge (библиотека libmtesrl.so) и по протоколу FIX. Генераторы запускались на сервере, установленном в сегменте торговой сети. Статистика времен отклика на FIX транзакции фондового и валютного

рынков собиралась по данным системы мониторинга сетевых сообщений на основе технологии компании Corvil, адаптированной для анализа FIX сообщений рынков ASTS.

Статистика времен получения ответа на транзакцию на фондовом рынке представлена в таблице для вариантов MOEX Bridge и протокола FIX. Учитывались данные для периодов с частотой сделок до 200 в секунду. Для больших частот сделок медианные значения сохраняются, но задержки для лучших 99% существенно увеличиваются.

Фондовый рынок	Медиана, Bridge / FIX, мкс	99%, Bridge / FIX, мкс
Частота транзакций / время ожидания ответа		
< 15 000	330 / 312	500 / 470
16 000	350 / 330	600 / 580
26 000	380 / 377	950 / 900
31 000	650 / 650	1500 / 1500

Статистика времен получения ответа на транзакцию на валютном рынке представлена в таблице для вариантов MOEX Bridge и протокола FIX. Учитывались данные для периодов с частотой сделок до 200 в секунду. Для больших частот сделок медианные значения сохраняются, но задержки для лучших 99% существенно увеличиваются.

Валютный рынок	Медиана, Bridge / FIX, мкс	99%, Bridge / FIX, мкс
Частота транзакций / время ожидания ответа		
< 20 000	300 / 272	400 / 370
30 000	360 / 340	1000 / 870
41 000	410 / 400	1300 / 1250
52 000	700 / 700	1500/1500

Из статистики времен отклика видно, что протокол FIX имеет преимущество в диапазоне скоростей, при которых не образуется длинных очередей на ядре ТКС. При предельных частотах транзакций времена отклика выравниваются.

ТКС срочного рынка

Для измерения времен отклика ТКС срочного рынка использовалась система мониторинга TC Spectra, система Corvil и логгирование потока транзакций от участников на стороне биржи.

Срочный рынок	Медиана, TWIME, мкс
Частота транзакций / время ожидания ответа	
< 3 000	125
30 000	232
60 000	313

Door-to-door latency ответа на транзакцию в тесте составило менее 500 мкс на шлюзах CGate. В моменты больших нагрузок – более 80 000 заявок в секунду, могло наблюдаться увеличение времен отклика на постановку заявок для CGate шлюзов.

Для прогнозируемых в течение ближайшего года пиковых частот транзакций в 20 000 – 30 000 в секунду наиболее вероятное время отклика (медиана) составит 230 мкс для шлюзов TWIME при получении 99% ответов не позднее 500 мкс. В тоже время, при большой одновременной активности пользователей возможны пики времен ответов до 2000-5000 мкс вследствие специально установленных в ТС ограничений.

Транзакционные FIX gateways системы ASTS

В тестировании впервые использовался генератор FIX транзакций на стороне биржи. В сочетании с активностью Участников торгов:

- 24% транзакций фондового рынка выставлялись с использованием протокола FIX, что удовлетворительно воспроизводит статистику реальных торгов, на которых доля FIX заявок составляет примерно 40%.
- 20% от общего числа транзакций валютного рынка выставлялись с использованием протокола FIX. При частоте транзакций рынка до 10 000 в секунду доля FIX транзакций превышала 75%, что удовлетворительно воспроизводит статистику реальных торгов, на котором доля FIX заявок составляет примерно 95%.

Конфигурация серверов доступа FIX фондового рынка соответствовала промышленной. Нормальная работа сохранялась во всем диапазоне частот транзакций рынка.

Тестовая конфигурация серверов доступа FIX валютного рынка была подготовлена для работы с релиз-кандидатом разделенной ТКС. Нормальная работа сохранялась для 9 из 10 серверов доступа в двух ЦОД. Один сервер в ЦОД Data Space отказал во второй половине тестирования из-за ошибки в конфигурации, приведшей к недостатку дискового пространства для записи логов.

В тестировании проводилось сравнение статистики времен обработки входящих FIX транзакций работающими в ЦОД Data Space тремя серверами FIX фондового рынка и пятью серверами FIX валютного рынка. Проводилось также сравнение статистики времен обработки входящих FIX сообщений типов 35=D,F,G. На сетевых коммутаторах, обслуживающих слой FIX серверов, по таймеру комплекса оборудования компании Corvil регистрировались времена получения FIX транзакций и времена получения сообщений с транзакциями в сторону ядра ТКС во внутреннем формате ТКС ASTS.

После обработки данных различий в распределениях времен обработки входящих транзакций между серверами и типами транзакций не выявлено. Не выявлено также различий в распределениях времен обработки входящих транзакций для FIX сессий Участников торгов и тестовых FIX сессий генератора нагрузки со стороны биржи.

Сравнение скоростей разных торговых протоколов фондового и валютного рынка (справочно)

В программу нагрузочного тестирования не включалось систематическое сравнение скоростей работы протоколов доступа ASTS Bridge и FIX, которое невозможно корректно провести в условиях неконтролируемой активности участников тестирования.

В отдельных тестах, проводившихся на промышленной инфраструктуре в мае 2017 года, было установлено, что протокол FIX обеспечивает меньшее время доставки транзакции от клиента зоны колокации до ядра ТКС в сравнении с MOEX Bridge более чем в 99% случаев. Времена получения сообщений о сделках по выставленным заявкам также меньше для протокола FIX с вероятностью более 99%.

Клиентам, ориентирующимся в своих стратегиях на минимальные возможные времена доставки транзакций во входную очередь ТКС ASTS и на минимальные времена получения сообщений о собственных сделках, рекомендуется использовать для торговли протокол FIX.

Сравнение скоростей разных торговых протоколов срочного рынка (справочно)

В программу нагрузочного тестирования не включалось систематическое сравнение скоростей работы протоколов доступа Plaza2 (Cgate) и TWIME.

В силу особенностей протокола Plaza2, шлюз CGATE имеет встроенный транспорт (роутер), который занимается аутентификацией/шифрованием и отправкой/приемом данных клиента. Отсутствие подобного транспорта и шифрования для протокола TWIME дает последнему ощутимое преимущество по скорости доставки данных до ТКС SPECTRA (30-50 мкс).

Клиентам, ориентирующимся в своих стратегиях на минимальные возможные времена доставки транзакций для ТКС SPECTRA и на минимальные времена получения сообщений о собственных сделках, рекомендуется использовать для торговли протокол TWIME.

Серверы FAST UDP multicast marketdata фондового и валютного рынков

Конфигурация серверов FAST фондового рынка соответствовала промышленной. Нормальная работа сохранялась во всем диапазоне частот транзакций рынка.

Тестовая конфигурация серверов FAST валютного рынка была подготовлена для работы с релиз-кандидатом разделенной ТКС. Нормальная работа сохранялась во всем диапазоне частот транзакций рынка.

С помощью комплекса оборудования компании Corvil производилась регистрация и сбор статистики времен публикации сообщений о добавлении новых заявок в ТКС (OLR канал, 279=0) по отношению к сообщениям о регистрации заявки по протоколу FIX (Execution Report / 150=0).

Так как средние времена отклика на заявки статистически меньше при их подаче через протокол FIX, то статистика задержек публикации данных об обезличенных заявках в сервисе FAST относительно ответов на FIX заявки является наилучшим индикатором

качества сервиса FAST. Сбор статистики этого типа осуществляется непрерывно в ходе обычных торгов. В будущем планируется сделать эту статистику публично доступной.

Средние времена публикации обновлений FAST относительно FIX Execution Report по заявкам в диапазоне частот транзакций от 500 до 25 000, для промышленной конфигурации фондового рынка составили:

- Для первой линии публикации FAST (udp.port 16041) – минус 50 мкс (раньше ответа на FIX заявку)
- Для второй линии публикации FAST (udp.port 18041) – плюс 110 мкс (позже ответа на заявку)

При приближении к предельным для ТКС фондового рынка частотам транзакций средние относительные времена публикации для двух линий увеличивались, соответственно, до 20 и 600 мкс.

Разница в средних временах публикации между двумя линиями FAST обусловлена применением ускоренного источника данных для первой линии, который был разработан и внедрен в промышленную эксплуатацию 20 марта 2017 года. Вторая линия намеренно не переключалась на ускоренный источник, чтобы исключить необходимость арбитража данных между линиями при их нормальной работе. В случае отказа первой линии вторая линия может использоваться как резерв с указанным выше ухудшением характеристик примерно на 160 мкс.

Временные характеристики второй линии FAST в среднем на 200 мкс лучше статистики времен получения обновлений данных информационных таблиц через API MOEX Bridge, поэтому каждая из линий публикации FAST фондового рынка обеспечивает преимущество в получении данных ТКС на стороне клиентов.

Тестовая конфигурация ТКС валютного рынка не содержала ускоренного источника данных для сервисов FAST, разработка которого близка к завершению. Поэтому измеренные данные по временам публикации относительно сообщений FIX Execution Report соответствуют ожидаемым после промышленного внедрения только для второй линии публикации.

Средние времена публикации обновлений FAST относительно FIX Execution Report по заявкам в диапазоне частот транзакций от 500 до 25 000, для тестовой конфигурации валютного рынка составили:

- Для первой линии публикации FAST (udp.port 16001) – плюс 50 мкс (позже ответа на FIX заявку)
- Для второй линии публикации FAST (udp.port 18001) – плюс 70 мкс (позже ответа на заявку)

По мере приближения к предельным частотам транзакций время публикации FAST плавно увеличивалось до 350 и 400 мкс на потоке в 48 000 - 52 000 транзакций в секунду.

Разница во временах между двумя линиями обусловлена промышленными настройками сервера второй линии публикации, которые чуть хуже наиболее быстрых при отсутствии ускоренного источника данных.

Для справки, измеренные по идентичной методике в промышленных торгах средние времена публикации FAST валютного рынка составляют:

- Для первой линии публикации FAST (udp.port 16001) – ноль мкс (от -7 до +7 мкс относительно ответа на FIX заявку в разные 5 минутные интервалы торгов)
- Для второй линии публикации FAST (udp.port 18001) – 137 мкс (позже ответа на заявку)

Прогноз для промышленного варианта работы ТКС с разделенными торговыми и клиринговыми серверами и ускоренным источником данных:

- публикация в первой линии FAST в среднем одновременно с ответом на FIX заявку
- повторение статистики второй линии (+70 мкс), измеренной в нагрузочном тестировании.

UDP multicast трафик в тесте достигал, в каждой копии А и В, для каждой из двух линий публикации данных валютного рынка:

Канал обновлений	Валютный рынок, Мбит/сек	Фондовый рынок, Мбит/сек
активных заявок (OLR)	18	14
статистики рынка (MSR)	27	20
другие группы вещания	2	2

В 2018 году планируется последовательный перевод фондового и валютного рынка на ТКС с разделенными ядрами и одинаковой прогнозируемой производительностью. Поэтому при оценке требований к каналам передачи данных на 2018 год рекомендуется использовать для FAST фондового рынка данные тестирования релиз-кандидата валютного рынка.

Для справки: в отдельном тесте была проверена возможность разделения вещания FAST по двум группам инструментов валютного рынка с примерно одинаковой торговой активностью, что позволяет улучшить времена публикации при массовых событиях. В этом случае максимальные величины трафика по каналам OLR и MSR увеличиваются до 25 и 36 Мбит/сек, соответственно. Разделение вещания FAST по группам инструментов имеет смысл только для валютного рынка. Целесообразность его внедрения требует дополнительного изучения.

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 500 Мбит/сек.

В реальных торгах кратковременные пиковые значения информационного трафика FAST с большой вероятностью будут соответствовать указанным выше значениям по каналам.

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

Серверы FAST UDP multicast marketdata срочного рынка

В тесте участвовали боевые сервера, выдающие потоки полного журнала заявок с отключенным батчингом и боевые сервера, раздающие агрегированный стакан с группировкой данных квантами по 10 мс, аналогично сервисам Plaza II/CGate.

Трафик multicast на один поток данных (FEED A) для потока Full order log без батчинга составил:

Нагрузка, тр/сек	Мбит/сек (среднее)
3000	3.0
15000	10.3
60000	50.5
80000	70.0

На скорости 90 000 транзакций произошло нештатное отключение с последующим восстановлением серверов FAST с трансляцией полного ордера к торговой системе. Для восстановления мультикаст вещания с полным журналом заявок, на время переподключения сервиса FAST к торговой системе была временно снижена нагрузка до фоновой (4000-5000 транзакций в секунду). Проблема, из-за которой произошло переподключение, была локализована, изменения будут внесены в ближайшее время, после прохождения циклов внутреннего и внешнего тестирования.

Измерений времен публикаций сообщений FAST FOL относительно TWIME в данном нагрузочном тестировании не производилось, так как окончательный вид и характеристики сервиса «FAST с полным журналом заявок» подлежат дальнейшему обсуждению с участниками.

Подсистема мониторинга параметров ТКС и активности рынков в режиме реального времени

Мониторинг для служб эксплуатации и технической поддержки. 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.

Мониторинг сетевых сообщений системой Corvil. В тестировании активно использовалась система измерения сетевых времен на основе комплекса оборудования и ПО компании Corvil (www.corvil.com), адаптированного для сбора статистики работы ТКС всех рынков. Комплекс мониторинга нормально работает в условиях реальных торгов и активно развивается по своим функциональным возможностям.

Для целей тестирования к набору регистрируемых в промышленной эксплуатации данных были добавлены дополнительные потоки. Это привело к стрессовой нагрузке при регистрации данных, и значительная доля сетевых сообщений была потеряна. В будущих нагрузочных тестированиях планированию использования ресурсов системы будет уделено особое внимание.

Приводимые в этом документе величины сетевого трафика были корректно измерены другими средствами мониторинга сетевой инфраструктуры.

Несмотря на стрессовую нагрузку подсистемы записи данных, зарегистрированные данные содержат временные метки, выставленные по единым часам с точностью не хуже 1 мкс, что позволило корректно анализировать распределения задержек.

Система мониторинга сетевых времен оказалась устойчивой к стрессовым нагрузкам:

- не прекратила работу,
- корректно, без искажений, зарегистрировала 50%-75% событий,
- отображала статистику в реальном времени,
- после окончания тестирования успешно экспортировала десятки гигабайт данных для дальнейшего анализа через стандартные интерфейсы (Web браузер).

Перегрузка системы мониторинга в промышленных торгах исключена.

Индекс серверы, сервер сбора данных об обязательствах маркет-мейкеров, Web сайт биржи

Указанные подсистемы работали нормально, отказов и проблем с производительностью не обнаружено.

Тестирование системы точной синхронизации часов по протоколу ntp (precision time protocol) в условиях стрессовых нагрузок.

На время тестирования в каждом из ЦОД биржи на сетевой инфраструктуре и части серверов ТКС была развернута система синхронизации часов по протоколу ntp, обеспечивающему высокую точность сведения часов компонент инфраструктуры между собой и по отношению к мировому времени (UTC). Система готова к промышленному внедрению в 2017 году. В тестировании проверялась ее устойчивость в условиях аномально высокого сетевого трафика в инфраструктуре биржи, по сравнению с обычными торгами.

Проверки точности часов на сетевых устройствах показали, что отклонения не превышали 500 наносекунд, что является отличным показателем. Сбоев в синхронизации часов сетевых устройств и серверов ТКС не зарегистрировано.

Точность сведения часов сервера ЦЗ валютного рынка и сервера публикации FAST первой линии оценивалась при условно постоянной нагрузке в период времени 13:20-14:20. Вычислялись средние для каждой секунды разности времен регистрации транзакций в ЦЗ и времени Sending Time (52) обновлений FAST. Отклонения средних секундных значений от горизонтальной линии не превышали 5 мкс, и вызывались, скорее всего, изменениями характера нагрузки ТКС транзакциями пользователей. Такая оценка учитывает в том числе корректность и точность выборки системного времени при его публикации компонентами ПО ТКС ASTS.

Для сравнения: оцениваемый по такой же методике сдвиг системного времени сервера второй линии публикации FAST валютного рынка (ntp) относительно сервера ЦЗ (ntp) за период времени 13:20-14:20 плавно изменялся в пределах от минус 600 до минус 1800 мкс. Величина отклонения соответствует характеристикам протокола ntp.

Выводы

Фондовый и валютный рынки

1. Применяемая в реальных торгах предельная производительность ТКС валютного рынка в релиз-кандидате с отдельными торговыми и клиринговыми компонентами в сравнении с параметрами промышленной версии ТКС увеличена на 75%.
2. Компоненты разделенной ТКС валютного рынка сохраняли работоспособность и приемлемые технические характеристики во всем диапазоне частот транзакций. Отказов ТКС или ее подсистем из-за ошибок в их коде или перегрузки в тестировании не выявлено.
3. Характеристики промышленной ТКС фондового рынка 2017 года соответствуют характеристикам релиз-кандидата ТКС, проверенным в 2016 году. Отказов компонент ТКС из-за ошибок в коде или перегрузки в тестировании 2017 года не выявлено.

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. Требования к пропускной способности каналов данных для участников, использующих протокол Plaza2 не изменяются по сравнению с прошлым годом и фиксируются на уровне
 - Не менее 4 Мбит/сек полосы пропускания канала для нормальной работы клиентских шлюзов/торговых терминалов требуется на каждый экземпляр биржевого программного обеспечения.
 - Не менее 10 Мбит/сек полосы пропускания канала для шлюзов в случае использования потока данных с полной историей заявок/сделок (FORTS_ORDLOG_REPL/FORTS_DEALS_REPL).
 - Не менее 50 Мбит/сек полосы пропускания канала для шлюзов для получения ускоренных потоков репликации.

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.

3. Участникам, чувствительным к скорости получения рыночных данных рекомендуется получать маркет дату по протоколу FAST. Технология раздачи маркет даты по протоколу FAST без нарезки данных (чистый онлайн) готова к выдаче в промышленную эксплуатацию при ожидаемых предельных нагрузках до 80 000 заявок в секунду.

4. 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 1-10 Гигабит сек.