

# Отчёт по результатам проведения нагрузочного тестирования торгово-клиринговых систем Московской Биржи 09.09.2023

## Оглавление

Цель тестирования.....	1
Основные результаты.....	1
ТКС фондового рынка Московской Биржи.....	1
ТКС валютного рынка Московской Биржи.....	3
ТКС срочного рынка Московской Биржи.....	4
Времена отклика на транзакции, серверы TWIME, SIMBA и FAST UDP multicast marketdata ТКС SPECTRA.....	5
Биржевая сеть и сеть зоны колокации.....	8
Выводы.....	8
Фондовый и валютный рынки.....	8
Срочный рынок.....	8
Соотношение параметров нагрузочного тестирования и пиковых величин нагрузки и объемов данных в реальных торгах.....	8

## Цель тестирования

Проверка работоспособности торгово-клиринговых систем (ТКС) рынков Московской Биржи при повышенных нагрузках и объемах заявок и сделок. Торги проводились в системах следующих рынков:

- a) Фондовый рынок;
- b) Валютный рынок;
- c) Срочный рынок.

## Основные результаты

### ТКС фондового рынка Московской Биржи

Тестирование проводилось на промышленной версии и конфигурации ПО ТКС фондового рынка с разделенными серверами торговых и клиринговых операций.

Достигнутые параметры информационной емкости и производительности в сравнении с максимальными числами заявок и сделок в реальных торгах и в нагрузочном тестировании 2022 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.), 2023	165 131 183	111 259 021	13 072 341
Достигнутые значения (шт.), 2022	170 901 553	115 661 394	11 342 543
Максимальные значения в реальных торгах	170 000 000	98 500 000	12 000 000
Максимальная скорость обработки успешных транзакций (шт. в сек), 2023	59 978	40 609	9 180
Максимальная скорость обработки успешных транзакций (шт. в сек), 2022	51 885	34 522	12 137

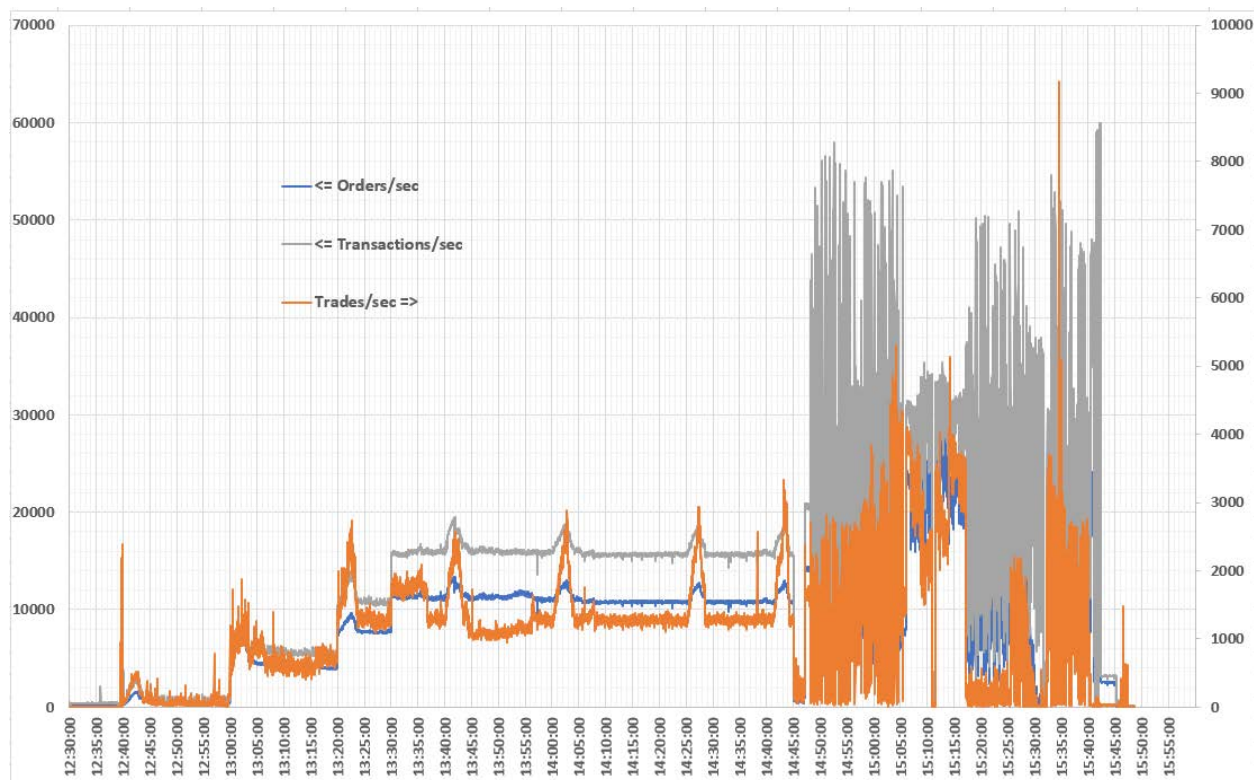
Предельные числа заявок и сделок в тестировании не достигались. Предельная частота сделок в тестировании не достигалась.

Предельные частоты транзакций и заявок ТКС фондового рынка в сравнении с данными 2022 года увеличились на 16%.

Среднее время отклика на транзакции для самого быстрого торгового протокола FIFO TWIME ASTS составило 220 мкс, что на 27% меньше значений для других торговых протоколов.

Серверы доступа фондового рынка, серверы расчета индексов, сервисы FIX, FAST, SIMBA, FIFO TWIME ASTS работали нормально, проблем не выявлено.

Графики частоты транзакций и сделок приведены на рисунке:



Доля транзакций клиентов составила 2.6%, что на 15% меньше доли в 2022 году.

## ТКС валютного рынка Московской Биржи

Тестирование проводилось на промышленной версии и конфигурации ПО ТКС валютного рынка с разделенными серверами торговых и клиринговых операций и партиционированием клиринговых серверов.

Достигнутые параметры информационной емкости и производительности в сравнении с максимальными числами заявок и сделок в реальных торгах и в нагрузочном тестировании 2022 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.), 2023	170 000 062	112 544 472	3 527 920
Достигнутые значения (шт.), 2022	165 558 023	110 814 687	4 468 692
Максимальная скорость обработки успешных транзакций (шт. в сек.), 2023	60 421	40 027	3 041
Максимальная скорость обработки успешных транзакций (шт. в сек.), 2022	61 139	40 802	1 741

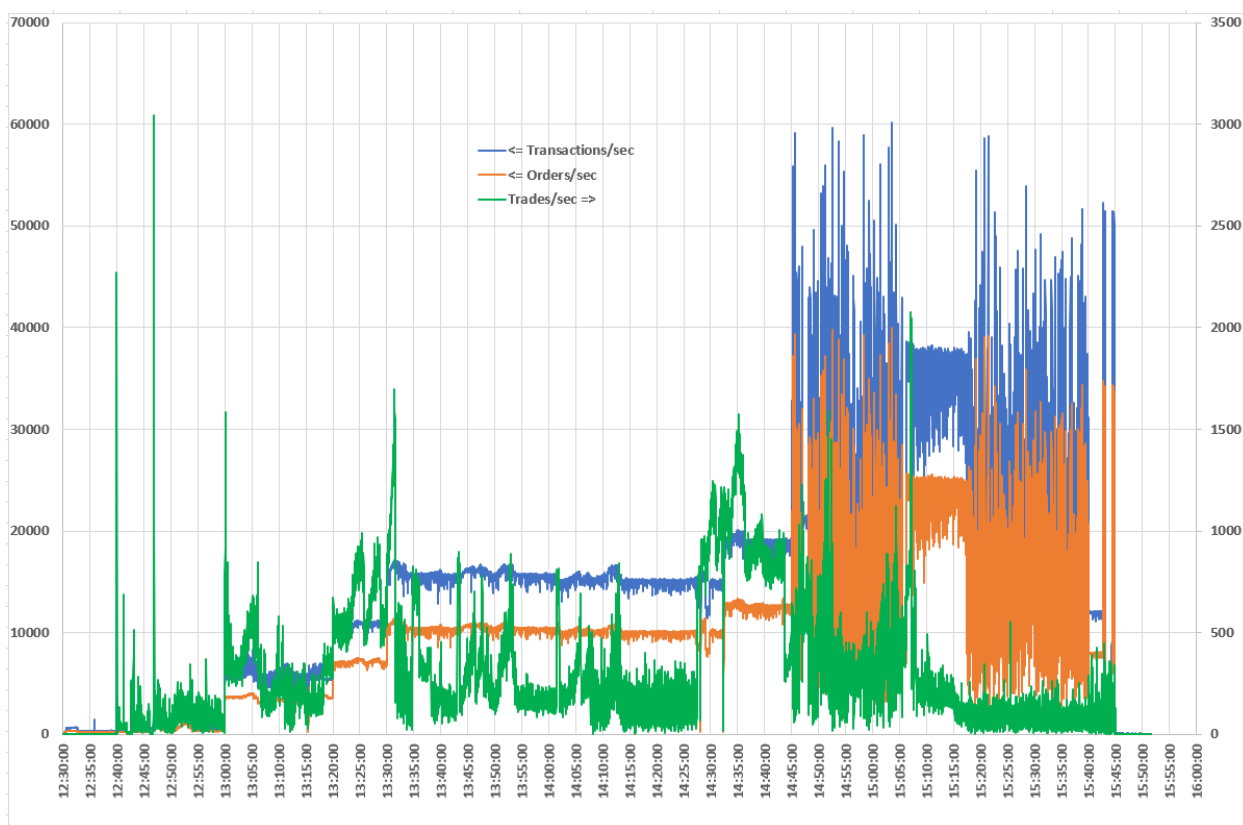
Предельные числа заявок и сделок в тестировании не достигались. Предельная частота сделок ТКС в тестировании не достигалась.

Предельные частоты транзакций и заявок ТКС валютного рынка в сравнении с данными 2022 года заметно не изменились.

Серверы доступа валютного рынка, сервисы FIX, FAST, SIMBA, FIFO TWIME ASTS работали нормально, проблем не выявлено.

Среднее время отклика на транзакции для самого быстрого торгового протокола FIFO TWIME ASTS составило 220 мкс, что на 27% меньше значений для других торговых протоколов.

Графики частоты транзакций и сделок приведены на рисунке:



Доля транзакций клиентов составила 2.6%, что на 15% меньше доли в 2022 году.

## ТКС срочного рынка Московской Биржи

Тестирование проводилось на версии системы SPECTRA 7.12, установленной в промышленную эксплуатацию 27 июля 2023 г. на серверах, установленных в ЦОД Data Space и ЦОД М1.

В фокусе внимания тестов были не пиковые характеристики НФТ-контура системы, а проверка функционирования связки «матчинговое ядро» - «торговый бэкофис» при двух-трехкратном увеличении объема справочных данных.

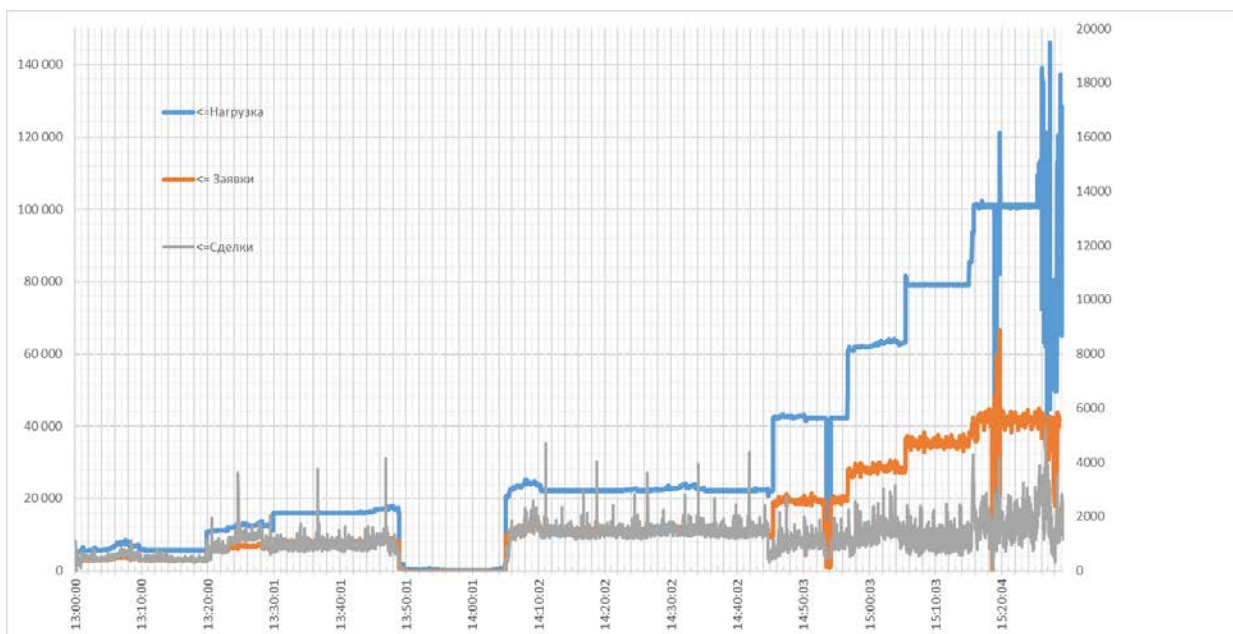
Для тестирования емкостных характеристик системы объемы данных в основных справочных таблицах увеличены в 2-3 раза: было заведено дополнительно 4 млн клиентов (увеличение в 1,5 раза по сравнению с реальными данными), 400 фьючерсных (увеличение в 2 раза) и 65000 (увеличение в 3 раза) опционных контрактов.

Соотношение заявок и сделок в проведенном тестировании также было приближено к боевым торгам. За время тестирования было отправлено 282 млн успешных транзакций и заключено 9,6 млн сделок. Предельная скорость обработки транзакций в ходе теста не достигалась, была ограничена 120 тысячами транзакций в секунду.

	Транзакции	Заявки	Сделки
Достигнутые значения (шт.), 2023	282 801 252	127 872 026	9 560 134
Достигнутые значения (шт.), 2022	266 395 277	129 883 623	8 478 604
Достигнутые значения (шт.), 2021	281 270 523	144 870 693	12 253 444
Пиковая предельная производительность в транзакциях в сек., 2023	120 000	-	-
Пиковая предельная производительность в транзакциях в сек., 2022	125 000	-	-
Пиковая предельная производительность в транзакциях в сек., 2021	171 000	-	-

Общая доля транзакций от клиентов, принимавших участие в тестировании, составила 2.86%.

График транзакционной нагрузки для ТКС срочного рынка приведен на рисунке:



В ходе нагрузочного тестирования был проведен промежуточный клиринг. Промежуточный клиринг был завершен успешно, прошел за 3 минуты 40 секунд.

По окончании нагрузки был проведен вечерний клиринг, операции вечернего клиринга завершены за 17 минут.

Указанные времена соответствуют ожиданиям с учетом увеличения объемов справочников и транзакций.

## Времена отклика на транзакции, серверы TWIME, SIMBA и FAST UDP multicast marketdata ТКС SPECTRA

Для измерения времен отклика ТКС срочного рынка использовалась система Corvil, система анализа трафика и отображения графиков в Grafana, и логирование потока транзакций от роботов на стороне биржи.



В диапазоне частот транзакций от 5 000 до 20 000 в секунду медианные величины времен RTT транзакций участников для TWIME шлюза изменяются от 90 мкс до 120 мкс. Пик на графике в период с 12:30 до 13:00 обусловлен проведением аукциона открытия на срочном рынке. Пик на графике с 13:50 до 14:05 обусловлен проведением промклиринга на срочном рынке.

Конфигурация серверов SIMBA и FAST срочного рынка соответствовала промышленной. Нормальная работа сохранялась во всем диапазоне частот транзакций рынка.

С помощью комплекса оборудования компании Corvil производилась запись трафика. С помощью системы анализа трафика и отображения графиков в Grafana производилась регистрация и сбор статистики времен публикации сообщений о регистрации заявки по протоколу TWIME (NewOrderSingleResponse) по отношению к сообщениям о добавлении новых заявок в ТКС (поток Order Log) по протоколу SIMBA. Ниже на графиках показана медиана разницы «таймстемп TWIME минус таймстемп SIMBA», положительное значение говорит о том, что SIMBA на медиане обгонял TWIME на 15 мкс.

Сбор статистики этого типа осуществляется непрерывно в ходе обычных торгов. Медианы времен публикации для срочного рынка показаны на изображениях ниже (пики на графике на изображении обусловлены проведением аукциона открытия и промклиринга на срочном рынке).

Сравнение SIMBA против TWIME:



В 99% случаев маркет-даты SIMBA по заявкам отправлялась быстрее, чем транзакционный ответ TWIME как минимум на 10 микросекунд.

Медиана времен публикации SIMBA в режиме работы 20 000 тр/сек находится около 17 мкс.

График с трафиком SIMBA UDP multicast в копии А и график пиков на миллисекундных интервалах:

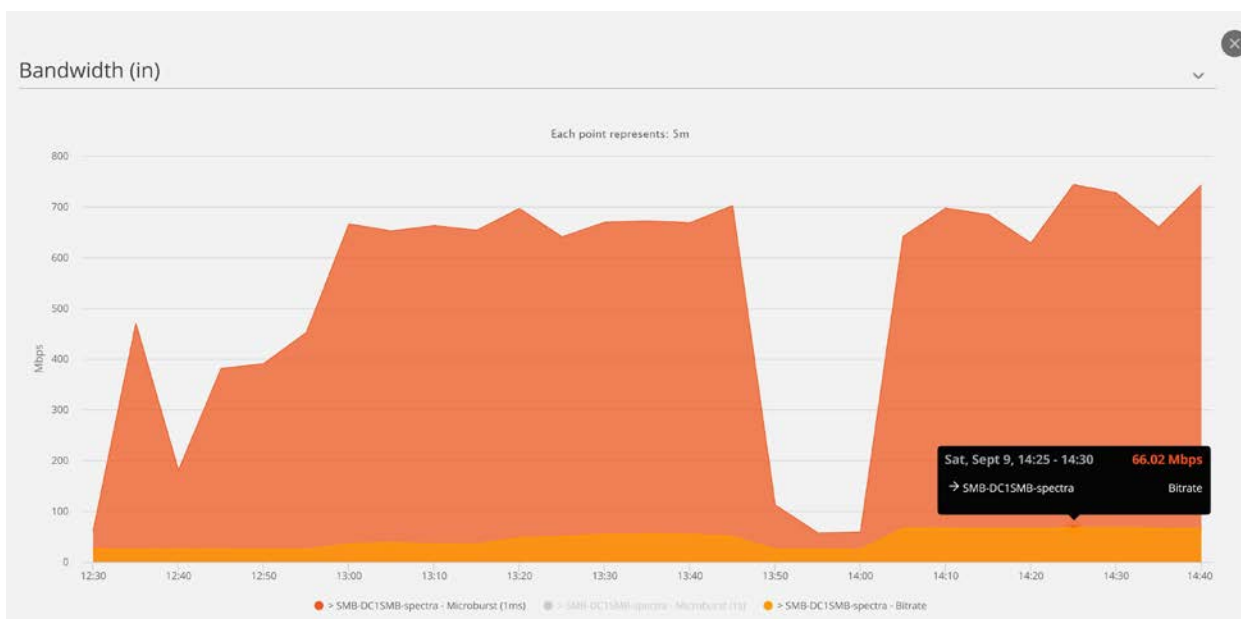
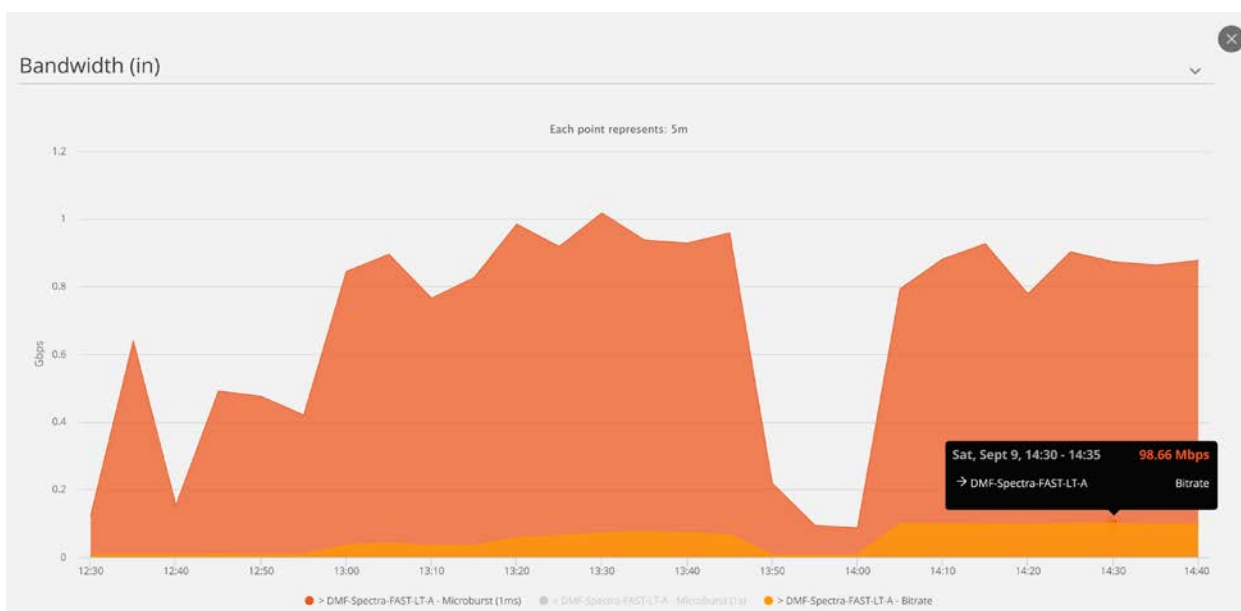


График с трафиком FAST UDP multicast в копии А и график пиков на миллисекундных интервалах:



FAST UDP multicast трафик в тесте достигал в каждой копии А и В 100 Mbps с пиками до 1 Gbps.

SIMBA UDP multicast трафик в тесте достигал в каждой копии А и В 66 Mbps с пиками до 0.75 Gbps.

Требования к пропускной способности каналов для клиентов, использующих 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 А и FEED В или данных с нескольких рынков рекомендуется канал 1-10 Гигабит сек.

## Биржевая сеть и сеть зоны колокации

Мониторинг состояния сети внутри периметра биржи и состояния сети в зоне колокации (до ядра зоны колокации включительно) не показал никаких отклонений от нормальной работы. Не было зафиксировано сетевых ретрансмитов, потерь пакетов, или отклонения скорости доставки пакетов по сети от показателей текущего уровня нагрузки в боевых торгах.

Напоминаем, что рекомендации и требования к пропускной способности каналов на биржу размещены по следующей ссылке: <https://www.moex.com/a1160>

## Выводы

### Фондовый и валютный рынки

1. Нагрузочное тестирование подтвердило, что ТКС валютного и фондового рынков имеют существенный запас по предельным числам заявок и сделок по отношению к максимальным числам в реальных торгах.
2. Предельная пропускная способность ТКС фондового рынка увеличилась на 16% в сравнении с параметрами 2022 года.
3. Сервис FIFO TWIME ASTS, внедренный в октябре 2022 г., имеет на 27% меньшее среднее время отклика, составившее 220 мкс.

### Срочный рынок

1. Тестирование показало, что производительности ТКС Spectra достаточно для удовлетворения потребностей участников в моменты повышенных нагрузок. Производительность в тесте в несколько раз больше зафиксированных максимальных значений для реальных торгов (120 тыс. транзакций в секунду в тестах против 25 тыс. транзакций в секунду в реальных торгах). Пиковая производительность HFT-контура системы в тестах не достигалась.
2. Система готова к увеличению количества клиентов и инструментов в связи с органическим ростом рынка.
3. Участникам рекомендуется привести пропускную способность каналов к требованиям, опубликованным на странице <https://www.moex.com/a1160>:

## Соотношение параметров нагрузочного тестирования и пиковых величин нагрузки и объемов данных в реальных торгах

В этом разделе приведена таблица сравнения параметров нагрузочного тестирования и максимальных значений аналогичных параметров в реальных торгах.

Из-за автоматического увеличения размеров информационных таблиц понятия предельных чисел заявок и сделок не определяются начальными значениями размеров таблиц. Ограничения по



размеру RAM на серверах центрального звена ТКС как минимум вдвое выше измеренных значений.

Параметр	Валютный рынок	Срочный рынок	Фондовый рынок
Пиковые числа сделок в день	1 500 000	2 575 931	12 000 000
Сделок в нагрузочном тестировании	3 527 920	9 560 134	13 072 341
Пиковые числа заявок в день	85 000 000	59 467 491	98 500 000
Заявок в нагрузочном тестировании	112 544 472	127 872 026	111 259 021
Предельные числа заявок, сделок, транзакций, промышленная конфигурация	Не применимо		
Пиковые числа транзакций в секундных интервалах, реальные торги	12 000	25 000	8 500
Предельная частота транзакций, нагрузочный тест	61 139	120 000	59 978