Частные микроволновые радиосети: миллисекунда за $100 млн

В мире коммерческих телекоммуникаций есть особые магистральные каналы, про которые мало что известно, а их владельцы никогда себя не афишируют. Это частные микроволновые радиосети ценой в десятки миллионов долларов и тянущиеся порой на сотни километров. Нет, по ним не шлют секретные письма между корпорациями, и через них не смотрят Ютуб дети олигархов. У этих сетей гораздо более необычное предназначение — получить из офиса биржевого брокера и как можно быстрее передать торговому роботу на бирже команду по покупке или продаже акций, облигаций и иных активов.

Миллисекунда за $100 млн



> "1 (одна) миллисекунда выигрыша в скорости реакции торгового робота на бирже приносит до 100 миллионов долларов профита в год для крупной брокерской компании", — эта цитата из Information Week Magazine хорошо известна всем, кто, так или иначе, имеет дело высокочастотной торговлей (англ. High-frequency trading, HFT).

Забудьте о классических голливудских сценах с Уолл-стрит, где взволнованные парни неотрывно следят за экранами с котировками и истерично кричат сразу в несколько телефонов. Во многом, это уже просто антураж.

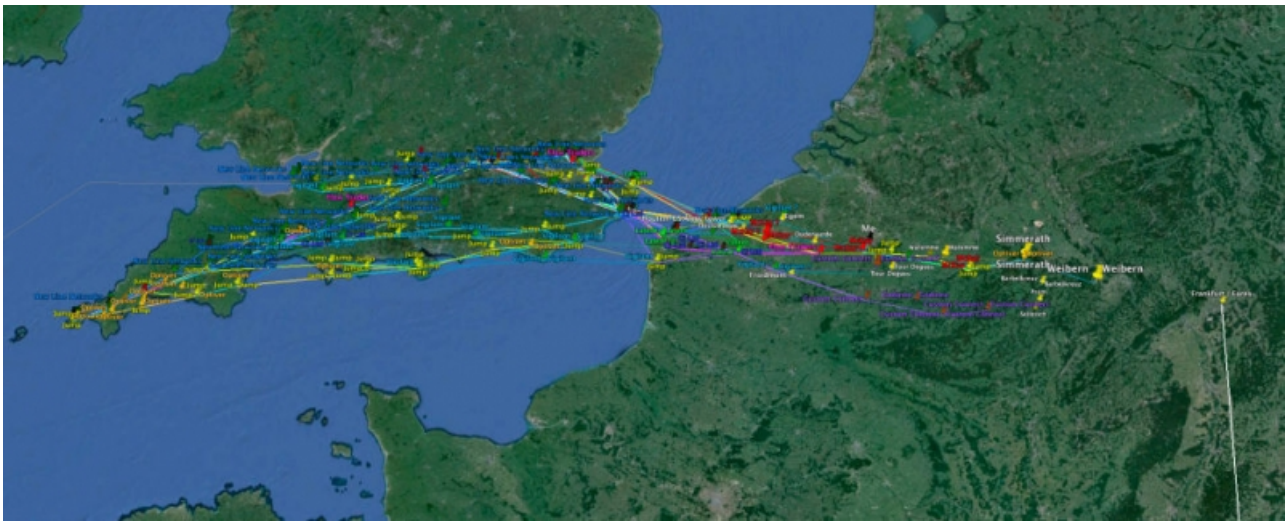
Сегодня HFT — это основная форма торговли на финансовых рынках, в которой технологическая гонка и алгоритмы используются для быстрой торговли ценными бумагами. В HFT используются специальные торговые стратегии, при которых компьютеры покупают и продают позиции в течение милли- или даже микросекунд. Основная технологическая стратегия HFT состоит в том, чтобы разместить сервер с торговым роботом прямо в дата-центре биржи в режиме co-location. В алгоритме робота уже заложены определенные стратегии, по которым происходит торговля. Таких стратегий и их вариаций довольно много, и, к слову, углубление в теорию и практику алгоритмов высокочастотной торговли выходит за рамки статьи.

Однако на рынке всегда происходят те или иные события, порой неожиданные, — например, непредвиденное решение ФРС или ЕЦБ, обвальные или необычно высокие результаты торгов на биржах в других городах и странах и др., — ранний анализ которых позволяет выдать роботу внешнюю команду на выбор между несколькими возможными стратегиями. Это называется "арбитраж задержек" (latency arbitrage), при котором высокочастотный трейдер получает преимущество за счет более раннего доступа к рыночной информации, ее скорейшего анализа и воплощения в прибыльную торговую операцию.

Разумеется, исполнение стратегии арбитража задержек требует целого комплекса сверхбыстрых аппаратных и программных средств, в которых кроме частных микроволновых радиосетей используется специализированное ПО, серверы, сетевые карты и коммутаторы с характеристиками Low Latency (низкими задержками). В большинстве случаев анализ рыночного события происходит в дата-центрах на территории брокера. Поэтому частные микроволновые радиосети используются на

двух этапах процесса — как можно быстрее сообщить брокеру о рыночном событии, и как можно быстрее передать команду торговому роботу после анализа события.

Индейский семафор 21-го века



По принципу действия частные микроволновые радиосети являются радиорелейными линиями, и в чем-то похожи на древний индейский семафор из костров на вершинах холмов, когда сообщение передается по цепочке. Точно также, дистанция разбивается на множество участков или на профессиональном сленге "пролетов" (по-английски – хопов, hops) от нескольких километров до нескольких десятков километров, в зависимости от частотного диапазона используемого оборудования. На каждой опорной точке (мачте, крыше) устанавливается по 2 радио, каждое из которых "смотрит" в свою сторону, получает и передает данные на следующую опорную точку.

Зачем так сложно? — спросят многие. Не проще ли использовать оптический кабель? Однако когда речь идет о фантастической цене всего одной миллисекунды, приходится вспомнить физику, и узнать, что данные по радио в воздухе распространяются со скоростью света (~300 тыс. км/сек), в то время как данные по оптическому кабелю идут гораздо медленней, "всего лишь" со скоростью около 200 тыс. км/сек. Сказывается преломление и отражение лучей в такой среде как стекло.

При этом радиорелейные линии можно строить практически по прямой линии между пунктами назначения, в то время как кабель неизбежно будет следовать топологии колодцев, туннелей, мостов, шоссе, ж/д полотна и т.п., и в результате его общая длина будет как минимум в несколько раз больше, чем дистанция для радиосигнала. Кроме того, пакеты, путешествующие по оптике, будут проходить обработку сетевым (каналообразующим, маршрутизирующим) оборудованием (вычисление маршрута, буферизация). Это оборудование само по себе дает значительные задержки (миллисекунды), а кроме того, любой маршрутизатор может послать пакеты каким-либо окружным путем. Иначе говоря, к тому моменту, когда данные по кабелю доберутся до биржи, все самое интересное и прибыльное будет уже куплено или продано.

Для частных микроволновых радиосетей используется особое радиорелейное оборудование, разработанное для передачи сигналов с минимальными задержками. К примеру, типичной величиной для Low Latency радиомоста является задержка в 50 нс (50 наносекунд), в то время как обычные коммерческие радиомосты выдают задержку в 1000 раз больше, порядка 50 мкс (микросекунд). Задержкой оборудования считается время между входом пакета на радиорелейную станцию "A" и выходом из порта другой станции "B" при нулевой дистанции. На реальной трассе задержка состоит из задержек в каждой из радиорелейных станций, плюс задержка на прохождение радиосигнала по трассе.

В мире число производителей, которые умеют выпускать гигабитное радиорелейное оборудование класса Low Latency, рассчитанное для применения в радиосетях для высокочастотной торговли, можно пересчитать по пальцам одной руки. Среди них есть продукция и одной российской компании, — "ДОК" из Санкт-Петербурга. Как правило, такое оборудование — одна из модификаций радиорелейной линии общего назначения, в которой используются компоненты с минимальными задержками, а также по максимуму обрезаны все сервисные и вспомогательные функции, влияющие на время прохождения сигнала. Также важно наличие у "Low Latency радиомоста" интерфейса 1G или 10G, чтобы минимизировать задержки при стыковке с сетевым коммутатором дата-центра.

Сцены из войны миров



В начале 2017 года власти английского графства Кент получили заявку на разрешение строительства гигантских 300-метровых вышек на берегу Ла-Манша. Это не было декорациями к очередной экранизации "Войны миров", все гораздо прозаичнее. Как пишет Financial Times, парочка богатых американских трейдеров решила проложить новую микроволновую радиолинию между биржами Франкфурта и Лондона, и потратить баснословные суммы ради выигрыша в пару миллисекунд для своих торговых роботов.

Ofcom, телекоммуникационный регулятор Великобритании, подтверждает "повышенный спрос" на лицензии для частных сетей передачи данных, принадлежащих трейдерам высокочастотной торговли. Более 750 лицензий на радиочастотный спектр используются для целей HFT-торговли в Великобритании, и многие телеком-операторы, обслуживающие брокерские компании, конкурируют на одних и тех же направлениях радиоволновых трасс.

Еще более футуристической выглядит картина с гонкой технологий HFT-торговли в США. К примеру, по сведениям экспертов из Калифорнийского университета, сегодня десятки частных микроволновых сетей соединяют финансовые центры Чикаго и Нью-Йорка, и каждая новая сеть знаменует собой очередной рывок в снижении времени на прохождение сигнала. Общие инвестиции в такие сети всего между двумя биржами эксперты оценивают в полмиллиарда долларов.

Примеряя на родные пенаты



Российские трейдеры сегодня также активно используют высокочастотную торговлю на Московской бирже, размещая оборудование в том же дата-центре, где размещается торговая система биржи. Однако они не спешат строить частные микроволновые радиосети, и на то есть вполне понятные причины.

Во-первых, в России не столь значителен объем торгов в сравнении с европейскими и американскими биржами, чтобы затраты на радиорелейную инфраструктуру окупились.

Во-вторых, большая географическая удаленность от европейских, а тем более американских бирж, и как результат, сведения от них все равно приходят по оптике. Например, российскими трейдерами наиболее востребован оптический канал Лондон-Стокгольм-Москва (MSK-IX). Максимум, что в такой ситуации можно обыграть с радиолиниями — это расстояние внутри Москвы, но оно слишком мало для получения существенного временного преимущества.

Александр Герасимов, директор по анализу рынков ИТ и облачных услуг консалтинговой компании J"son & Partners Consulting, считает, что частные микроволновые радиосети пока не востребованы в России:

> "Телеком-оборудование с ультра-низкими задержками, безусловно, играет важную роль в HFT-торговле. Однако, при сегодняшних объемах торгов на Московской бирже по конкретным игрокам, им дешевле выполнить все must-do правила размещения серверов в дата-центре биржи, и далее сосредоточиться на совершенствовании своего ПО алгоритмической торговли. Частные микроволновые радиосети — это затраты уже иного уровня, и для их целесообразности вначале должны быть исчерпаны все иные способы снижения задержек при анализе и передаче данных".

В качестве упражнения можно проиллюстрировать, сколько бы могла стоить постройка частной микроволновой сети между Московской биржей и Санкт-Петербургской товарно-сырьевой биржей, если бы это потребовалось. В статье The secret world of microwave networks называется цифра в 10-20 млн. фунтов стерлингов для постройки частной микроволновой радиосети с оборудованием класса Low Latency между Франкфуртом и Лондоном. На удивление, расстояние между этими городами (640 км по прямой) с точностью почти до десятка километров совпадает с расстоянием между Москвой и Питером. Умножая на текущий курс фунта к рублю, получим ориентировочную цифру в 0.75-1.5 млрд. рублей за такое удовольствие.

Кстати, 1.5 млрд рублей — это немногим меньше всего годового объема торгов самого крупного российского трейдера, Финансовой группы БКС (по данным портала banki-v.ru). Для сравнения, те же самые 20 млн фунтов — это примерно 4% годовой выручки крупнейшего английского брокера IG Group. Выводы о том, для кого постройка частной микроволновой сети на 640 км может быть более экономически оправдана, можете сделать сами.

Филипп Иванов, директор петербургской фирмы "ДОК", производящей радиолинии с ультра-низкими задержками, так прокомментировал возможную стоимость радиомоста между Москвой и Питером:

> "Хотя инфраструктурные проекты в России редко когда получаются дешевле, чем на Западе, я бы не согласился с цифрой 0.75-1.5 млрд рублей. На 650-700 км потребуется порядка 120 комплектов радиомостов диапазона 70/80 ГГц, каждый из которых стоит около 1 млн. рублей. Добавим затраты на проектирование, согласования, инфраструктуру в виде коммуникационных мачт и электропитания, затраты на монтажные работы. Вряд ли все это превысит стоимость радиомостов в 2-3 раза. Суммарно — в пределах 300-500 млн. рублей. Хочу еще подчеркнуть, что все это затевается ради разницы в несколько миллисекунд

между временем прохождения радиосигнала и сигнала по оптике на дистанции в 650 км. Тут обязательно нужны очень тщательное проектирование и натурные эксперименты с выбранным оборудованием, чтобы подтвердить достижимость таких показателей".

Вместо заключения

Можно по-разному относиться к высокочастотной биржевой торговле. Многие эксперты считают это примером бесполезной траты ресурсов, которые можно было бы направить на более значимые для людей цели. Другие менее категоричны в выводах, считая, что как и гонка вооружений, соревнование технологий HFT-торговли двигает вперед прогресс. Такое оборудование со временем дешевеет и приходит в иные отрасли, где все-таки начинает приносить пользу обществу.

К слову, считается, что HFT-торговля не ущемляет права обычных "долгосрочных" инвесторов. Для них, все эти технологические войны — исключительно междусобойчик биржевых трейдеров. Какая разница, сколько миллисекунд идет сигнал от брокера до биржи, если обычный гражданин, как правило, собирается продать свои акции, лишь через несколько лет после покупки.