

**Б. И. Мороз**, доктор технических наук, декан факультета информационных и транспортных систем и технологий Академии таможенной службы Украины  
**В. В. Викторов**, ассистент кафедры экономической информатики Национальной металлургической академии Украины

## ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ

*Проанализировано состояние автоматизации на финансовых рынках, в частности систем поддержки принятия торговых решений на валютной бирже Forex. Для реализации фундаментального анализа выбрана управляемая дисциплина обслуживания информационных потоков, выявлены ее недостатки и предложены методы совершенствования дисциплины обслуживания. Обозначено задание исследования поведения моделируемой системы с учетом предложенных методов.*

*Ключевые слова: финансовые рынки; валютный рынок; фундаментальный анализ; Forex; дисциплина обслуживания информационных потоков; адекватность математической модели; ценность и старение информации.*

*The paper analyzes the state of automation in the financial markets, in particular the support systems make trading decisions on the foreign exchange market Forex. To implement fundamental analysis selected managed disciplines of service information flows, revealed its shortcomings and propose methods to improve the service discipline. Tasked to investigate the behavior of the simulated system with the proposed methods.*

*Key words: financial markets; the currency market; fundamental analysis; Forex; discipline of information flows; the adequacy of the mathematical model; the value and aging information.*

**Постановка проблемы.** Функционирование национального финансового рынка в рамках замкнутой системы невозможно, так как финансовый рынок Украины неразрывно связан с мировым финансовым рынком. Мировой финансовый рынок – это совокупность спроса и предложения его участников из множества стран. Активная перестройка мирового финансового рынка происходит с конца XX в. за счет расширения участников.

Участниками финансовых рынков выступают международные организации, трастовые и страховые компании, пенсионные, инвестиционные и взаимные фонды, национальные, коммерческие, инвестиционные банки и др. Например, применительно к валютному рынку транснациональные корпорации, центральные банки мира, различные фонды определяют движение валютного курса. Изучая информационные события, ключевые игроки своими действиями задают направление и уровень колебаний курса.

Отдельные страны посредством деятельности центральных банков регулируют курс национальной валюты. Основные инструменты: валютные интервенции на внешних рынках, уровень инфляции, политика процентных ставок и т. д. Центробанки скупают на международном валютном рынке национальную валюту за счет иностранной или, наоборот, эмитируют больше национальной валюты. Такими действиями банки стимулируют рост

© Б. И. Мороз, В. В. Викторов, 2014

---

производства в своих странах. На валютном рынке инвестиционные, хеджевые, страховые и пенсионные фонды также имеют большой вес. Фонды занимаются инвестиционными вложениями в конкретные валюты и обладают достаточными финансовыми средствами для изменения валютного курса. Они способны задавать, изменять и усиливать тенденции направлений валютных курсов. Воздействие экспортеров и импортеров на валютный рынок кратко-срочно, так как объемы их сделок малы по сравнению с деятельностью крупных игроков. Однако импортеры и экспортеры могут на короткий промежуток времени контролировать курс.

Заявления политических лидеров по силе влияния на курс валюты сравнимы с экономическими показателями. Вслед за высказываниями могут последовать и вмешательства центральных банков. Время выступлений политических лидеров заранее известно. Природные явления и стихийные бедствия также оказывают на валютный рынок сильное влияние. Время наступления событий заранее неизвестно [1].

**Анализ последних исследований и публикаций.** Вопросом исследования и совершенствования автоматизированной системы поддержки принятия решений на финансовых рынках посвящены труды В. В. Липаева [2], Р. Шадбергера [3], Б. И. Мороза [4] и др.

**Цель статьи** – исследование поведения моделируемой системы с учетом предложенных методов.

**Изложение основного материала.** Операции на валютном рынке можно разделить на торговые, спекулятивные, хеджирующие (страхование рисков) и регулирующие. Торговые и спекулятивные операции в большей мере относятся к конечным игрокам рынка валют.

Простота и скорость заключения сделок, легкая прибыль, связанная с изменением курса валют (валютный рынок) или котировок ценных бумаг (фондовый рынок), использование небольших капиталовложений привлекают внимание значительного количества людей. Реклама способствует вовлечению в ряды биржевой торговли рядовых граждан. Как следствие, данная категория участников рынка использует спекулятивные сделки. Целью таких участников является выявление малых колебаний курсов (котировок), закрытие контрактов через короткое время после открытия и получение прибыли. Условно их можно назвать “спекулянты”. Участники второй группы работают с контрактами сравнительно длительное время. В литературе их принято называть “инвесторы”.

Резкая изменчивость курсов валют привлекает к валютному рынку больше спекулянтов, чем инвесторов. Спекулянт стремится действовать краткосрочно, в течение торгового дня старается закрывать открытые сделки. В таких условиях использование различных методов прогноза поведения курсов становится затруднительным, так как торговцы изменяют свои решения в зависимости от внешних факторов.

Современный биржевой практик может использовать ряд методов обработки и анализа информационных потоков: генетические алгоритмы, метод эволюционного программирования, метод статистической обработки информации, “деревья решений”, нейросети, нечеткую логику, метод волнового анализа, фундаментальный и технический анализ.

Последние два получили в настоящее время широкое применение. Разделение подходов связано с тем, что поведение участников рынка нельзя формализовать на большом участке времени. Поведение отдельного участника рынка часто зависит от поведения других участников и влияния внешних факторов. Соответственно, спекулянты предпочитают технический анализ биржевых показателей, а инвесторы – фундаментальный. Технический анализ определяет курс акций или валюты, исходя из спроса и предложения на них, фундаментальный (факторный) анализ рассматривает макро- и микроэкономические показатели. Технический анализ применим в случае тактических (краткосрочных) решений, в то время как фундаментальный – в случае стратегических (долгосрочных) [5].

---

Инвесторы заинтересованы в сделках, когда “стоимость” акций компании (котировка валютной пары) превышает ее биржевую оценку. Совершая такие сделки, инвесторы рассчитывают на рыночный рост цены акций (изменение котировки валютной пары). В соответствии же с техническим анализом вся информация отражается в рыночной курсовой стоимости ценных бумаг (котировок валютной пары). Таким образом, логично со стороны инвесторов пользоваться инструментарием фундаментального, а не технического анализа. Правильная стратегия с применением комбинации двух видов анализа способна выстроить рациональную систему принятия решений. Такое сочетание позволит сократить степень рисков при принятии решений.

В настоящее время на финансовых рынках используются следующие электронные системы:

- системы автоматизированного поиска совпадающих ордеров;
- системы заключения сделок;
- обеспечивающие системы.

Системы автоматизированного поиска совпадающих ордеров выступают в качестве систем поддержки принятия торговых решений. Система идентифицирует совпадающие ордера на основании действующих правил. Такие системы называют также электронными брокерами. Указанные автоматизированные системы классифицируются как ECN – Electronic Communication Network [6]. Обязательный атрибут для них – применение технологий проверки, шифрования данных, разделения прав доступа.

Currenex, Atriax и FX Alliance (FXall) являются наиболее распространенными мировыми системами ECN.

Наиболее распространенные системы ECN на фондовом рынке в алфавитном порядке: Archipelago ECN (ARCA), Attain ECN (ATTN), Brass Utility ECN (BRUT), Bloomberg Instinet ECN (INCA), Chicago Stock Exchange (MWSE), Instinet ECN(INE), Island ECN (ISLD), Market XT ECN(MKXT), Nextrade ECN(NTRD), NYSE ECN(SDOT), Spear Leeds & Kellogg ECN(REDI), Strike Technologies ECN (STRK), Trade Book ECN (BTRD) [7; 8].

Список наиболее распространенных систем ECN на валютном рынке в алфавитном порядке: Corsa Capital, FBS, FXcast, FxPro (MT4, MT5), FXOpen, Hotspot FX LLC, InstaForex, Interactive Brokers, MasterForex, NordFx. Системы отличаются друг от друга регулирующими их деятельность агентствами, способами расчетов, минимальным размером счета, минимальным размером сделки, кредитным плечом и спреedom.

Функционал программного обеспечения можно расширять за счет внешних модулей. Это так называемые “советники” (“эксперты” применительно к валютному рынку), которые представляют собой программные модули. Торговый советник дает сигналы на покупку или продажу. С их помощью можно повысить эффективность процесса принятия торгового решения.

Следует отличать советника от робота. Последний способен самостоятельно заключать сделки. Таким образом, производится трансформация автоматизированной системы принятия решений в автоматическую.

На основании определенного алгоритма с помощью программных модулей можно реализовать стратегию торговли. Однако на практике положительный результат достигается в узком диапазоне входных условий. Стратегия может быть приемлемой либо на коротком отрезке времени, либо при довольно жестких условиях функционирования. Если количество торговцев, которые применяют одну и ту же стратегию, увеличивается, ее эффективность будет снижаться. Выходом является разработка индивидуальных стратегий торговли. Как спрос, так и предложение по реализации стратегий в виде советников (экспер-

---

тов, роботов) за последние годы только увеличивается. Попытки механизировать процесс принятия торговых решений приводят к постоянной разработке новых программных модулей, как правило, на коммерческой основе. Очевидно, что советников применяют спекулянты, а не инвесторы. Отслеживать количественные показатели гораздо легче, чем качественные. Для инвесторов, действующих с применением фундаментального анализа, разработка советника затруднена. Сказывается и более длительный временной характер протекания процессов, и неоднозначность трактовки фундаментальных показателей. В последнее время выросла популярность “нейросоветников”. Принцип их работы основан на экономико-математических моделях и статистических данных.

Вычислительные системы обработки информации оперируют с информационными потоками различной интенсивности, приходится решать вопрос очередности обработки сообщений, содержащихся в них. В этом случае применяется дисциплина обслуживания информационных потоков. Согласно В. В. Липаеву [2] дисциплины обслуживания информационных потоков можно классифицировать следующим образом:

- беспriorитетные;
- приоритетные с относительными, абсолютными и смешанными приоритетами;
- дисциплины с квантованием времени обслуживания, представленные циклической и многоуровневой дисциплинами обслуживания.

Система, последовательность решения задач в которой определяет беспriorитетная дисциплина обслуживания, не учитывает характеристики поступающих сообщений. Вследствие этого заявки на обслуживание равноценны и последовательность обработки определяется одним из принципов: “первый пришел – первый обслужен” (FIFO), “последний пришел – первый обслужен” (LIFO), случайный порядок обработки и т. п. Наиболее часто обработка ведется в порядке поступления заявок в систему. Беспriorитетные дисциплины не допускают прерывания решения задачи. Область применения беспriorитетных дисциплин обслуживания – одноканальные системы обслуживания.

Приоритетные дисциплины обслуживания представлены дисциплинами с относительными, абсолютными и смешанными приоритетами.

Дисциплина с относительными приоритетами характеризуется тем, что распределение заявок в очереди зависит от штрафа за ожидание в очереди и средней длины обслуживания заявки. Критерием выступает отношение штрафа к величине средней длительности обслуживания. Обслуживание отдельной заявки продолжается до ее полной обработки.

Дисциплина с абсолютными приоритетами базируется на том, что при поступлении в систему заявки с более высоким приоритетом происходит остановка обработки текущей заявки с последующим возвратом к ней после обработки поступившей. Критерий обработки – как и для дисциплин с относительными приоритетами.

Дисциплины обслуживания со смешанными приоритетами представлены дисциплинами с динамическими, чередующимися и ситуационными приоритетами. Отличием данных дисциплин является учет текущей ситуации в системе обработки. Дисциплина с динамическими приоритетами изменяет значение приоритетов в процессе обработки заявок. Дисциплина с чередующимися приоритетами последовательно обрабатывает заявки одной очереди до ее полного освобождения и лишь затем переходит к другой. Дисциплина с ситуационными приоритетами принимает решение на основании заранее подготовленного перечня решений.

Данные дисциплины в качестве критерия используют различные отношения. Составляющими таких отношений выступают средняя длительность обслуживания, штрафы за простой заявки в очереди, дисперсия длительности обслуживания.

---

Дисциплины с квантованием времени обслуживания представлены циклической и многоуровневой дисциплинами обслуживания. Циклическая дисциплина обслуживания – это видоизмененная дисциплина с квантованием времени обслуживания заявки при относительно небольшом количестве очередей. Заявки выстраиваются в одну очередь к обрабатываемому элементу. Обработка происходит последовательно, в порядке поступления заявок. Перед началом обработки устанавливается фиксированный квант времени обработки. Если длительность обработки отдельной задачи превысит величину кванта, обработка приостанавливается и заявка помещается в конец очереди. По окончании обработки отдельного сообщения система переходит к следующему. Область применения – одно- и двухканальные системы обслуживания.

Многоуровневая дисциплина обслуживания отличается от циклической большим количеством очередей, каждая из которых обладает приоритетом. Поступающая заявка обладает высшим приоритетом. Подобно циклической дисциплине, не укладываясь в отведенный квант, обработка заявки приостанавливается и она занимает очередь с более низким приоритетом. Обращение к очереди с низким приоритетом происходит лишь в случае отсутствия заявок в очередях с более высокими приоритетами. Обработка сообщений с самым низким приоритетом не прерывается, такие сообщения обрабатываются полностью.

Дисциплины с квантованием времени обслуживания предоставляют преимущества коротким по длительности обработки заявкам. Обработка сложных заявок осуществляется путем разбиения процесса на части. При уменьшении величины кванта система обработки ставится в более строгие условия работы, при значительном увеличении – дисциплина переходит в разряд бесприоритетных.

Критерием выступает значение кванта времени обработки, при качественном выборе которого система рационально обрабатывает поступающие заявки. Для каждой очереди может быть установлен свой квант.

Решение практических задач в условиях ограниченных ресурсов вычислительных систем приводит к необходимости совершенствования дисциплин обслуживания информационных потоков с целью оптимизации обработки. Совершенствование классических приоритетных дисциплин обслуживания потоков информации при произвольном распределении длительностей обработки касалось либо усложнения процесса обслуживания, либо наложения ограничений на различные характеристики системы. В качестве примеров можно рассматривать введение штрафов за единицу времени ожидания для минимизации потерь от пребывания заявки в очереди, использование абсолютно относительных ситуационных приоритетов в одноканальных системах с ограниченным количеством мест для ожидания, расчет характеристик входных потоков информации и организация приоритетов непосредственно в ходе работы вычислительной системы. Для однолинейных систем с приоритетом и ожиданием применяется комбинация метода виртуального времени ожидания с приемом введения дополнительного события.

В своем исследовании Р. Шазбергер рассматривает измененную циклическую дисциплину обслуживания, которая, в отличие от классической, осуществляет первичное упорядочивание поступающих требований [9]. Указанная дисциплина обработки информационных потоков сразу отводит квант времени поступившему в систему требованию, устанавливая текущее обрабатываемое требование в конец очереди. Пуассоновский входящий поток аппроксимируется потоком Бернулли. В результате автор получил дисциплину обслуживания, в которой происходит выделение и быстрая обработка требований с малой длительностью обслуживания. Этим достигается повышение эффективности функционирования вычислительной системы.

Согласно модификации циклической дисциплины обслуживания [7], в случае нахождения в системе единственного требования, его обработка по окончании отведенного кванта не прерывается, а продолжается. Если во время обслуживания этого требования в

---

систему поступает еще одно, то обработка происходит по циклической схеме. Введение такой поправки направлено на сокращение времени при переключении между задачами, выполняющимися в отведенных квантах времени, и приводит к повышению эффективности системы при малых значениях  $\rho$  ( $\rho = \lambda / \mu$ , где  $\lambda$  – интенсивность требований входного потока,  $1/\mu$  – средняя длина требований).

Дисциплина обслуживания информационных потоков [10] при поступлении в систему нового требования выделяет текущему обрабатываемому требованию дополнительный квант времени. При больших значениях  $\rho$  уменьшаются средние потери времени при переключении между задачами.

Указанные методы дают различные преимущества при обработке коротких требований в условиях априорно неизвестных длин требований и позволяют ускорить процесс обработки.

Реализация эффективных систем обработки информации, а также попытки формализации понятия ценности информации для различных систем и условий их функционирования приводят к постоянному совершенствованию дисциплин обслуживания потоков информации. При наиболее эффективном использовании характеристик ценности и старения информации возможно применение таких дисциплин, которые бы в условиях минимально затрачиваемых ресурсов системы не допускали потерь сообщений при обработке и сводили к минимуму количество сообщений, устаревающих до выдачи пользователю.

Следует выделить работы Б. И. Мороза, в которых описана организация процессов обработки информации по критериям ценности и старения, определен критерий управления для распределения ресурсов в вычислительной системе и предложен рациональный подход к организации обработки информационных потоков в сети коллективного пользования. Для построения системы принятия решений на финансовых рынках, в частности системы поддержки принятия решений с применением фундаментального анализа торговли на валютной бирже Fogex, предлагается использование разработанной Б. И. Морозом дисциплины обслуживания информационных потоков Д1 [3]. Исследование указанной дисциплины обслуживания информационных потоков позволило выявить условия ее применимости. Например, рассматриваемые методы обработки информации удобно применять в системах с детерминированными входными информационными потоками. При практической реализации управляемой дисциплины обслуживания информационных потоков в отдельных случаях наблюдаются отклонения значений функции времени ожидания  $W_i(t)$ , рассчитанные при помощи модели, от значений, полученных на практике. В целях повышения адекватности математической модели рассматриваемой дисциплины обслуживания Д1 предложены методы предварительного реформирования входных потоков информации. Такими методами выступают просеивание и наложение потоков информации, которые позволяют уменьшить дисперсию входных информационных потоков. Сформированные таким образом информационные потоки имеют параметры, отличные от параметров первоначальных потоков информации, вследствие чего изменяются характеристики обработки сообщений. Реформированные потоки информации догружают систему, ставя ее в более жесткие условия работы. Увеличение нагрузки на систему обработки сообщений осуществляется за счет снижения простоев.

Торговец валютного рынка Fogex на основании фундаментального анализа создает модели стратегий торговли, которые используют ряды данных для прогнозирования поведения рынка. Для работы используется “новостной календарь”, в котором в реальном режиме времени отражаются наступившие события. Для отдельной национальной валюты фундаментальных показателей около пятидесяти, и у каждого показателя есть свои причинно-следственные связи. Таким образом, отдельному торговцу необходимо постоянно

---

актуализировать значения регулярных событий, ранжировать случайные, отслеживать длительности влияния событий. Постоянно меняющаяся ситуация вынуждает собирать и обрабатывать множество событий с учетом ценности и старения информации. Эти фундаментальные показатели и будут формировать входные потоки информации в дисциплине обслуживания информационных потоков Д1.

Дальнейшее исследование эффективности применения предложенных методов включает в себя моделирование процесса обработки информации согласно управляемой дисциплине обслуживания и проводится методом имитационного моделирования.

**Выводы из данного исследования и перспективы дальнейших разведок в данном направлении.** Произведены исследования поведения моделируемой системы с целью детального анализа влияния предложенных методов. В результатах моделирования показана степень влияния методов предварительного формирования входных информационных потоков на изменение эффективности функционирования вычислительной системы.

Можно утверждать, что экономический эффект применения усовершенствованной дисциплины будет выше за счет меньших значений функции стоимости потерь.

Практическая ценность результатов выражается в:

- повышении адекватности математической модели дисциплины обслуживания информационных потоков;
- расширении круга задач для применения;
- улучшении загрузки производительности вычислительной системы, заложенной при ее проектировании;
- снижении капитальных и эксплуатационных затрат на комплекс технических средств.

#### Список использованных источников:

1. Найман Э. Л. Трейдер-Инвестор / Найман Э. Л. – К. : ВИРА-Р, 2000. – 640 с.
2. Липаев В. В. Распределение ресурсов в вычислительных системах / Липаев В. В. – М. : Статистика, 1979. – 248 с.
3. Schassberger R. A. New Approach to the M/G/1 Processor-Sharing Queue / R. A. Schassberger // *Advances Appl. Probab.* – 1984. – Vol. 16. – № 1. – P. 202–213.
4. Мороз Б. И. Организация процессов обработки информации с учетом ценности и старения в системах автоматизированного управления и информационного обслуживания : монография / Мороз Б. И. – Днепропетровск, 1992. – 233 с. – Деп. в Укр ИНТЭИ 08.04.92. – № 451. – УК 92.
5. Швагер Дж. Технический анализ. Полный курс / Швагер Дж. – М. : Альпина Паблишер, 2001. – 768 с.
6. Колмыкова Л. И. Фундаментальный анализ финансовых рынков / Колмыкова Л. И. – М., 2008. – 276 с.
7. Huang R. The quality of ECN and Nasdaq market-maker quotes / R. Huang // *Journal of Finance* 57. – 2002. – P. 1285–1319.
8. Dagfinn R. New Electronic Trading Systems in Foreign Exchange Markets / R. Dagfinn ; Derek C. Jones ed., *New Economy Handbook*. Chapter 21. – New York : Elsevier, 2003. – P. 469–504.
9. Schrage L. E. The Queue M/G/1 with FeedBack to Lower Priority Queues / L. E. Schrage // *Management Science.* – 1967. – Vol. 13. – № 7. – P. 466–474.
10. Heacox H. C. Analysis of Two Time-Sharing Queueing Models / H. C. Heacox, P. W. Purdom // *J.Assoc.Comput.Mach.* – 1972. – Vol. 19. – № 1. – P. 70–91.