

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

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ
ДИСЦИПЛИНЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ
ДЛЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТОРГОВЛИ
НА ВАЛЮТНОЙ БИРЖЕ FOREX**

Рассмотрено применение управляемой дисциплины обслуживания информационных потоков при принятии решения на валютной бирже Forex. Предложены методы совершенствования дисциплины обслуживания. С помощью компьютерного моделирования доказана целесообразность и определены условия их применимости.

Розглянуто застосування керованої дисципліни обслуговування інформаційних потоків під час прийняття рішення на валютній біржі Forex. Запропоновано методи вдосконалення дисципліни обслуговування. За допомогою комп'ютерного моделювання доведено доцільність і визначено умови їх застосування.

This paper use managed disciplines of service information flows, when deciding on the foreign exchange market Forex was examined. Suggested methods for improving discipline maintenance. Computer simulation proved the feasibility and the conditions of applicability of the proposed methods.

Ключевые слова. Forex, дисциплина обслуживания информационных потоков, адекватность математической модели, ценность информации.

Введение. В настоящее время к деятельности валютной биржи Forex (Foreign Exchange Market) привлечено внимание значительного количества людей. Реклама способствует вовлечению в ряды биржевой торговли рядовых граждан. Валютная торговля на бирже позволяет им совмещать данный вид заработка с основным местом работы. Для этого не обязательно находиться на самой бирже. Участникам торгов, так называемым трейдерам, достаточно установить на свой компьютер, планшет или мобильный телефон специализированное программное обеспечение. В качестве так называемой “платформы для совершения сделок” используются программные продукты, написанные сторонними организациями. Программный комплекс до начала эксплуатации проходит сертификацию на бирже.

Одной из важных функций программного комплекса торговца является получение и отображение информационных сообщений в режиме реального времени. Сам трейдер вырабатывает стратегию поведения на рынке и в зависимости от полученной информации заключает сделки.

Существует множество методов обработки и анализа информационных потоков. Современные трейдеры активно используют технический и фундаментальный анализы [1, 9]. Технический анализ определяет цену товара, курс акций или валюты исходя из спроса и предложения на них, фундаментальный (факторный) анализ рассматривает макро- и микро-экономические показатели. Сложность обработки множества поступающих сообщений сужает круг трейдеров, которые используют фундаментальный анализ.

© Б. И. Мороз, В. В. Викторov, 2013

Изменение соотношения котировок валют друг к другу зачастую зависит от внешних возмущений и слабо поддается формализации [2, 54]. Трейдер в режиме реального времени отслеживает колебания выбранных рядов данных. Возможности программного обеспечения, как правило, позволяют частично автоматизировать торговлю. Задавая условия покупки и продажи, трейдер дает программе право самостоятельно осуществлять сделки. В состав программного обеспечения включена возможность расширять свой функционал путем добавления разработанных на внутреннем языке программирования модулей. С их помощью возможна реализация более сложных условий совершения сделок, что позволяет на практике реализовывать стратегию торговли.

В дополнение к техническому анализу опытный трейдер анализирует события и так называемые “показатели” фундаментального анализа [2, 29]. Отметим, что набор показателей различается для континентов и даже стран. Трейдер подвергает анализу показатели стран тех валют, которые задействованы в его портфеле. Например, работая с евровалютой, приходится анализировать показатели Германии, Франции, Великобритании, Италии, Швейцарии, а также еврозоны.

Не только сами события, но и их ожидание, выступают факторами воздействия на курс валют [1, 15]. При условии заранее известного времени будущих важных событий в жизни государств и наличия статистических данных участники рынка имеют возможность подготовиться. В ожидании события прогнозируются значения показателей и возможное влияние на курс валюты.

Трейдерам отслеживают макроэкономические новости, которые становятся доступными всем рыночным участникам в одно и то же время. Для рядовых участников гораздо важнее, как воспримет новость большинство. Для этого ведется наблюдение за так называемыми индикаторами, позволяющими определить общую тенденцию изменения цены валют.

Наиболее важные индикаторы: внутренний валовой продукт, дефицит платежного баланса, показатели занятости и инфляции. К менее важным относятся: объемы промышленного производства, использование производственных мощностей, курсы валют на фьючерсах, фондовые индексы, ставки банковских депозитов, показатели розничных продаж, рынок жилья.

В момент публикации представляет ценность не абсолютная величина конкретного индикатора, а его относительное отклонение от прогнозного значения. Реакция участников рынка может не совпадать с прогнозами. Важность отдельного индикатора также подвержена изменению. Определение в текущий момент времени значимости отдельного фундаментального фактора входит в стратегию торгового участника валютной биржи.

Торговец валютного рынка Forex для работы использует “новостной календарь”, в котором в реальном режиме времени отражаются наступившие события. Для качественных событий экспертами исследовательских подразделений указывается степень важности, для количественных – дополнительно их предыдущие и прогнозные значения. Степень важности события представляет собой субъективную оценку эксперта и является довольно условной. В настоящее время эксперты классифицируют важность события всего по трем уровням градации. Для отдельного трейдера событие может выступать как фактор фундаментального анализа, но может и не быть таковым. Событие при своей “важности” может не быть релевантным, то есть не иметь ценности для конкретного трейдера рынка Forex. Таким образом, отдельному трейдеру необходимо постоянно самостоятельно актуализировать значения регулярных событий, ранжировать случайные, отслеживать длительность влияния событий. Постоянно меняющаяся ситуация вынуждает организовывать сбор и обработку множества событий с учетом ценности и старения информации.

Цель фундаментального анализа Forex – изучать ценовое движение валютных пар на уровне макроэкономики и исходя из валютной пары оценивать состояние экономики выбранной страны. Торговец на основании фундаментального анализа создает модели стратегий торговли. Эти модели используют ряды данных для прогнозирования поведения рынка и будущих цен. Для отдельной страны и, как следствие, ее национальной валюты существует около пятидесяти фундаментальных показателей и у каждого показателя есть свои причинно-следственные связи. Не в состоянии контролировать все, торговец выбирает несколько из показателей, наиболее, по его мнению, важных. При этом появляется риск упустить объективно значимые.

Заметим, что, хотя выход новостей запланирован в строго определенное время, присутствуют небольшие отклонения – запаздывания или опережения во времени. При создании систем поддержки принятия решений данный факт следует учитывать.

Правильная стратегия с применением комбинации фундаментального и технического анализа способна выстроить рациональную систему принятия решений. Такое сочетание позволит сократить степень рисков при принятии решений. Одной из форм комбинации может быть первоначальное определение стратегического направления с помощью фундаментального анализа с последующим принятием решения на основе технического анализа.

Вычислительные системы обработки информации оперируют с информационными потоками различной интенсивности и приходится решать вопрос очередности обработки сообщений, содержащихся в них. В этом случае применяется дисциплина обслуживания информационных потоков. При наиболее эффективном использовании характеристик ценности и старения информации становится возможным 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.

Постановка задачи. Для обработки поступающих в систему информационных сообщений предложено использовать дисциплину обслуживания [3], к достоинствам которой можно отнести ее способность устанавливать связь между характеристиками ценности и старения информации. Однако рассматриваемые методы обработки информации удобно применять для организации рациональной обработки информации в системах, входные информационные потоки которых детерминированы. 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, которые получены на практике. Для повышения адекватности математической модели рассматриваемой дисциплины обслуживания информационных потоков предложены методы предварительного реформирования входных потоков информации. В результате использования методов *просеивания* и *наложения* потоков информации дисперсия входных потоков будет уменьшена. 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.

Исследование эффективности применения предложенных методов включает в себя моделирование процесса обработки информации согласно управляемой дисциплине обслуживания и проводится методом имитационного моделирования с использованием простейшего потока. Входной поток информации формируется при помощи генерации интервалов между моментами прихода сообщений согласно экспоненциальному распределению. Моделирование системы обработки информации происходит при различных значениях интенсивности входных информационных потоков.

В результате моделирования поведения вычислительной системы с применением предложенных методов формирования входных информационных потоков были определены условия применимости указанных методов. В частности, метод наложения информационных потоков при условии малой интенсивности сообщений всегда приводит к меньшей суммарной дисперсии переформированных потоков информации по сравнению с суммарной дисперсией исходных потоков. С ростом интенсивности сообщений суммарная дисперсия переформированных информационных потоков увеличивается и превышает суммарную дисперсию исходных потоков.

Метод просеивания информационных потоков показал свою эффективность для любых входных условий функционирования вычислительной системы. Его применение не зависит от количества потоков сообщений в системе в текущий момент времени и интенсивности самих потоков. Переформированные с его помощью потоки информации практически всегда имеют суммарную дисперсию ниже по сравнению с суммарной дисперсией исходных информационных потоков.

Во второй части эксперимента произведен анализ функционирования вычислительной системы:

- при равномерном минимальном квантовании времен обработки очередей сообщений;
- при равномерном экстенсивном увеличении квантования времен обработки очередей сообщений;
- при управляемом изменении квантования времен обработки очередей сообщений.

Анализ функционирования вычислительной системы при равномерном экстенсивном увеличении квантования времен обработки сообщений позволяет показать неэффективность в силу недостаточного квантования загруженных очередей. Для проверки предположения произведено моделирование работы вычислительной системы в интервале интенсивности входных информационных потоков от 0 до 500 сообщений в единицу времени с шагом 5.

Каждой очереди отводится один квант, производится моделирование в обозначенном диапазоне интенсивности, рассчитываются характеристики. Моделирование повторяется для двух квантов, затем для трех квантов с расчетом характеристик функционирования вычислительной системы. В ходе эксперимента сравниваются характеристики функционирования вычислительной системы для исходных, просеянных и наложенных потоков.

В качестве дополнительного средства улучшения функционирования вычислительной системы в целом и повышения адекватности математической модели дисциплины обслуживания предложено адаптивное управление вектором квантования \bar{T}_k . Смысл метода заключается в перераспределении квантов между отдельными очередями сообщений, то есть в управляемом изменении квантования времен обработки очередей сообщений. Более загруженным очередям назначается больше квантов обработки. Значения вектора \bar{T}_k приводятся методом факторизации к минимальному множителю. Затем очереди с малыми значениями вектора времен обработки \bar{B}_i получают большее количество квантов. В рамках исследования поведения вычислительной системы метод предусматривает единожды перераспределенные кванты времен обработки для всего временного промежутка. При необходимости, пересчет вектора \bar{T}_k возможно проводить в режиме реального времени, так как он не требует больших вычислительных ресурсов.

Для варианта наложенных информационных потоков адаптивный метод управления вектором \bar{T}_k не рассматривается в силу малой выборки допустимых вариантов согласно условию суммарной дисперсии вновь сформированных потоков информации.

В ходе эксперимента рассчитываются следующие характеристики и статистические меры:

1. Суммарные отклонения функции времени ожидания $W_i(t)$.
2. Суммарные простои вычислительной системы.
3. Коэффициент вариации по размаху функции времени ожидания $W_i(t)$.
4. Процентное отношение $W_i(t)$ в доверительном интервале.
5. Максимальная длина очереди C_i .
6. Приближение времен обработки сообщений i -й очереди к величине порогового времени обработки $T_{\text{порог. } i}$.

Характеристика “Суммарные отклонения функции времени ожидания $W_i(t)$ ” рассчитывается как сумма отношений разницы функции времени ожидания $W_i(t)$, рассчитанной согласно математической модели Д1, и значений $W_i(t)^*$ аналитической модели к величине $W_i(t)^*$ аналитической модели:

$$\sum_{i=1}^n \frac{W_i(t) - W_i(t)^*}{W_i(t)^*}. \quad (1)$$

Позволяет оценить точность определения функции времени ожидания согласно математической модели Д1 и определить эффективность рассматриваемых методов формирования входных информационных потоков.

Характеристика “Суммарные простои вычислительной системы” рассчитывается как сумма простоев на фиксированном интервале времени по всем очередям сообщений.

“Коэффициент вариации по размаху функции времени ожидания $W_i(t)$ ”. Эта характеристика определяется как разница между максимальным и минимальным значениями функции времени ожидания $W_i(t)$ модели Д1, отнесенная к среднему значению функции времени ожидания i -й очереди. Затем находится максимальное значение среди значений по всем очередям:

$$\max \frac{\max W_i(t) - \min W_i(t)}{W_i(t)}. \quad (2)$$

Характеристика “Процентное отношение $W_i(t)$ в доверительном интервале”. Рассчитывается доверительный интервал и подсчитывается количество значений $W_i(t)$, которые попадают в его границы. Затем берется процентное отношение рассчитанного значения к общему числу сообщений в вычислительной системе за фиксированный промежуток времени.

“Максимальная длина очереди C_i ”. Анализ этой характеристики дает представление о наличии в вычислительной системе очереди или очередей, в которых происходит накопление сообщений. Свидетельствует о недостаточно рациональном распределении квантов на заданном промежутке времени.

“Приближение времен обработки сообщений i -й очереди к величине $T_{\text{порог. } i}$ ”. С помощью данной характеристики можно рассчитать степень приближения модели к “идеальному состоянию”, когда время обработки отдельного сообщения приближается к величине порогового времени обработки. Рассчитывается как сумма разницы между значениями $W_i(t)$ и $T_{\text{порог. } i}$ каждого сообщения по всем очередям на фиксированном временном участке функционирования системы. Следует заметить, что характеристика имеет отрицательное значение и достигает нуля в “идеальном” состоянии. Таким образом, анализируя значение характеристики, можно судить о недогруженности вычислительной системы (рост модуля значения характеристики) или рациональной загрузке системы (значения близкие к нулю).

- В ходе второй части эксперимента предполагается следующая последовательность:
- генерация интервалов прихода сообщений общего потока с заданной интенсивностью, расчёт дисперсии общего потока сообщений;
 - распределение сообщений в очереди по критерию порогового времени обработки, расчёт дисперсии каждого информационного потока;
 - моделирование поведения вычислительной системы согласно управляемой дисциплине обслуживания Д1 и аналитический просчет поведения системы на реальных, не усреднённых данных;
 - расчет указанных ранее шести характеристик.

Последовательность действий повторяется в цикле для большей интенсивности входных информационных потоков в указанном выше диапазоне.

Результаты исследования. В результате эксперимента было собрано значительное количество статистической информации. Ниже приведены результаты ее обработки, в частности – усредненные значения изучаемых характеристик, которые были получены в результате 100 имитаций функционирования вычислительной системы на интервале интенсивности от 0 до 500 с шагом 5 общего информационного потока.

Таблица 1

Усредненные характеристики функционирования вычислительной системы с исходными потоками информации

| Характеристика | Параметры характеристики | 1 квант | 2 кванта | 3 кванта | Управ. вект. квант. |
|----------------|---|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| 1 | Общее отклонение | 157,85 | 175,07 | 175,72 | 162,93 |
| | Отрицательное отклонение | 129,93 | 128,24 | 131,92 | 118,96 |
| | Положительное отклонение | 27,92 | 46,83 | 43,80 | 43,97 |
| 2 | Аналитический просчет | 1,39 | 5,07 | 5,08 | 4,06 |
| | Д1 | 0,30 | 9,45 | 8,58 | 9,60 |
| 3 | Макс. коэффициент варианта по размаху W_i | 2,33 | 2,08 | 2,24 | 2,38 |
| 4 | Кол-во W_i в доверительном интервале, % | 30,38 | 31,83 | 28,64 | 24,71 |
| 5 | Максимальная длина очер. C_i -Анал. | 3,03 | 3,03 | 3,01 | 3,02 |
| | Максимальная длина очер. C_i -Д1 | 1,09 | 1,12 | 1,12 | 1,12 |
| 6 | Приближение к $T_{\text{порог}}$. | -148 511,96 | -102 346,36 | -103 933,33 | -104 569,14 |

**Усредненные характеристики функционирования
вычислительной системы с просеянными потоками информации**

| Характеристика | Параметры характеристики | 1 квант | 2 кванта | 3 кванта | Управ. вект. квант. |
|----------------|---|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| 1 | Общее отклонение | 221,33 | 358,96 | 375,13 | 98,67 |
| | Отрицательное отклонение | 187,14 | 1,53 | 0,00 | 1,77 |
| | Положительное отклонение | 34,19 | 357,43 | 375,13 | 96,90 |
| 2 | Аналитический просчет | 7,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Д1 | 32,88 | 29,81 | 30,40 | 24,74 |
| 3 | Макс. коэффициент варианта по размаху W_i | 3,10 | 2,51 | 3,30 | 2,51 |
| 4 | Кол-во W_i в доверительном интервале, % | 26,99 | 24,70 | 27,16 | 15,79 |
| 5 | Макс. дл. очер. С1-Анал. | 4,09 | 29,50 | 37,93 | 54,96 |
| | Макс. дл. очер. С1-Д1 | 5,61 | 6,24 | 6,51 | 81,77 |
| 6 | Приближение к $T_{\text{порог.}}$ | -434 502,95 | -419 710,30 | -468 232,93 | -150 297,29 |

Таблица 3

**Усредненные характеристики функционирования вычислительной системы
с наложенными потоками информации**

| Характеристика | Параметры характеристики | 1 квант | 2 кванта | 3 кванта | Управ. вект. квант. |
|----------------|---|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| 1 | Общее отклонение | 181,02 | 176,17 | 180,40 | – |
| | Отрицательное отклонение | 137,76 | 132,59 | 136,72 | – |
| | Положительное отклонение | 43,26 | 43,58 | 43,68 | – |
| 2 | Аналитический просчет | 26,02 | 27,45 | 27,27 | – |
| | Д1 | 41,72 | 43,84 | 44,03 | – |
| 3 | Макс. коэффициент варианта по размаху W_i | 3,98 | 4,00 | 4,95 | – |
| 4 | Кол-во W_i в довер. интер., % | 25,42 | 28,22 | 27,18 | – |
| 5 | Макс. дл. очер. С1-Анал. | 39,92 | 39,48 | 39,82 | – |
| | Макс. дл. очер. С1-Д1 | 39,30 | 38,85 | 39,18 | – |
| 6 | Приближение к $T_{\text{порог.}}$ | -455 521,04 | -448 520,00 | -448 695,68 | – |

1. “Суммарные отклонения функции времени ожидания $W_i(t)$ ”

1.1. Равномерное минимальное квантование времен обработки.

В исходных очередях значения рассматриваемой характеристики с увеличением интенсивности входных потоков информации имеют тенденцию к снижению. То есть с ростом нагрузки на вычислительную систему математическая модель дисциплины обслуживания Д1 точнее определяет функцию времени ожидания $W_i(t)$. Разделяя отклонения на отрицательные и положительные, отмечаем, что основной составляющей отклонений выступают отрицательные. Именно они свидетельствуют о наличии простоев вычислительной системы.

В варианте с просеянными очередями отрицательные отклонения также играют главную роль. Суммарные отклонения функции времени ожидания не имеют тенденции к снижению с ростом интенсивности входных потоков информации, что говорит о неустойчивом режиме работы системы.

Эффективность варианта наложенных очередей выше метода просеивания потоков информации, но при увеличении интенсивности входных потоков информации он утрачивает свое преимущество по критерию суммарной дисперсии сформированных потоков – сначала по отношению к варианту просеянных потоков, затем и к варианту первоначальных потоков. Если, несмотря на критерий суммарной дисперсии сформированных потоков, производить дальнейшие расчеты, величина суммарных отклонений функции времени ожидания дает лучший, с точки зрения точности, результат – как суммарно, так и по составляющим (положительное, отрицательное отклонения). Данный факт следует учитывать при практической реализации.

1.2. Равномерное экстенсивное увеличение квантования времен обработки.

Для исходных потоков с ростом квантования времен обработки очередей наблюдается рост отклонений, причем в равной степени как за счет положительных, так и за счет отрицательных отклонений.

У сформированных путем просеивания потоков информации данная характеристика также имеет тенденцию роста, причем за счет положительного отклонения. Если в случае минимального квантования положительные занимали в среднем 15 %, то с ростом квантования они приближаются к 100 %. Это свидетельствует о повышении нагрузки на вычислительную систему за счет снижения простоев. У сформированных потоков информации методом наложения рассматриваемая характеристика с ростом квантов приближается к значению первоначальных потоков. Соотношение между положительными и отрицательными отклонениями продолжает сохраняться: преобладают отрицательные.

1.3. Управление вектором квантов времени.

В ходе эксперимента установившийся режим работы вычислительной системы наступает на интервале интенсивности в 275 сообщений в единицу времени. У сформированных путем просеивания потоков информации данная характеристика до установившегося режима имеет тот же порядок, что и в варианте с экстенсивным ростом квантов обработки. После границы в 275 единиц интенсивности характеристика “Суммарные отклонения” практически равна нулю. Анализируя составляющие, приходим к выводу, что отрицательные отклонения отсутствуют практически на всем рассматриваемом временном интервале (нет простоев вычислительной системы). Положительные отклонения после установившегося режима также равны нулю.

Сравнивая параметры функционирования вычислительной системы, отметим, что применение управляемого вектора квантования позволило добиться снижения значений рассматриваемой характеристики в варианте как первоначальных информационных потоков, так и просеянных.

2. “Суммарные простои вычислительной системы”

2.1. Равномерное минимальное квантование времен обработки.

При начальных очередях значения простоев вычислительной системы, работающей согласно математической модели управляемой дисциплины Д1 и рассчитанные с использованием аналитической модели, приблизительно одинаковые. С ростом интенсивности входных информационных потоков количество простоев в системе снижается и при достижении интенсивности входных потоков информации в 200 единиц – практически отсутствуют. Система переходит в загруженный режим.

Сравнивая функционирование системы при применении процедуры просеивания с режимом начальных очередей, следует отметить большее значение суммарных простоев. Причиной является параметр эксперимента – фиксированное одинаковое квантование каждой очереди, в данном случае – один квант. При значительной интенсивности система с одинаковыми приоритетами для очередей не успевает обрабатывать перегруженные очереди, простаивая в это же время на недогруженных очередях.

Согласно аналитической модели количество простоев незначительно превышает значения простоев по Д1.

Увеличение количества очередей при просеивании приводит к увеличению квантов на эти очереди. Например, если на первоначальную очередь отводился один квант, то после формирования методом просеивания двух очередей система отводит на то же количество сообщений уже два кванта. При этом не учитывается неравномерность распределения сообщений как между вновь сформированными очередями, так и между очередями, на основе которых происходило формирование. К тому же, равномерно распределяя кванты времени обслуживания, дисциплина обслуживания не учитывает разные интенсивности по отдельным очередям, что и приводит к увеличению простоев на очередях с малой интенсивностью.

В случае наложения информационных потоков количество простоев не зависит от интенсивности, оставаясь постоянным. При этом значения простоев согласно математической модели Д1 превышают значения, рассчитанные согласно аналитической модели.

2.2. Равномерное экстенсивное увеличение квантования времен обработки.

Для исходных потоков с ростом квантования очередей наблюдаем увеличение значений простоев системы. У сформированных путем просеивания информационных потоков характеристика простоев имеет тенденцию к снижению. Следует отметить, что простои регистрируются в модели Д1, а согласно аналитическому расчету простои и вовсе отсутствуют. У сформированных потоков информации методом наложения рассматриваемая характеристика остается неизменной как согласно модели Д1, так и в случае аналитических расчетов.

2.3. Управление вектором квантов времени.

С применением управляемого вектора квантования времен обработки у сформированных путем просеивания информационных потоков характеристика простоев в среднем ниже на 25 % по сравнению с вариантом неуправляемого квантования.

Первоначальные информационные потоки реагируют на управляемое квантование незначительным снижением значений рассматриваемой характеристики.

3. “Коэффициент вариации по размаху функции времени ожидания $W_i(t)$ ”

3.1. Равномерное минимальное квантование времен обработки.

Значения характеристики при изменении интенсивности входных потоков информации для всех вариантов состояния входных потоков остается постоянной с небольшой вариацией. Для вариантов переформирования потоков информации характеристика в 1,5–2 раза выше, чем в варианте с начальными потоками информации.

3.2. Равномерное экстенсивное увеличение квантования времен обработки.

Для исходных, просеянных и наложенных информационных потоков коэффициент остается постоянным.

3.3. Управление вектором квантов времени.

Изменение рассматриваемой характеристики с применением управляемого квантования не наблюдается.

4. “Процентное отношение $W_i(t)$ в доверительном интервале”

4.1. Равномерное минимальное квантование времен обработки.

Отмечается отсутствие зависимости указанной характеристики от интенсивности входных потоков информации. Среднее арифметическое значение характеристики варианта начальных очередей на рассматриваемом интервале интенсивности составляет 31 %, для вариантов переформированных потоков – 27 и 25 % соответственно.

4.2. Равномерное экстенсивное увеличение квантования времен обработки.

Для исходных, просеянных и наложенных информационных потоков процентное отношение остается постоянным, сохраняя тенденцию среднего арифметического значения характеристики начальных очередей 32 %, переформированных потоков – 25–28 %.

4.3. Управление вектором квантов времени.

Для исходных потоков информации значение усредненной характеристики снижается до 25 %, в варианте просеивания – до 16 %.

5. “Максимальная длина очереди C_i ”

5.1. Равномерное минимальное квантование времен обработки.

Для вариантов с начальными и просеянными очередями значения характеристики небольшие, приблизительно равные в моделях Д1 и просчитанной аналитически. Для интенсивности более 100 единиц значения рассматриваемой характеристики снижаются и становятся постоянными; на периоде малой интенсивности (до 15 единиц) принимают несколько большие значения, чем с интенсивностью более 100. Это обусловлено зафиксированными значениями квантования на момент начала функционирования, когда система часто не отводит ресурсы на очереди с малой интенсивностью, которые к тому же были подвергнуты просеиванию.

Для варианта наложенных потоков информации рассматриваемая характеристика на порядок выше. Причина – одинаковое количество сообщений распределяется на меньшее количество очередей. Соответственно растет и максимальная длина очередей.

5.2. Равномерное экстенсивное увеличение квантования времен обработки.

Несмотря на небольшое расхождение значений согласно модели Д1 и аналитической модели, для исходных потоков с ростом квантов не наблюдается изменения рассматриваемой характеристики. Среднее значение длины очереди для аналитического просчета – 3, для Д1 – 1.

У просеянных потоков информации наблюдается рост значений очередей аналитической модели. Среднее значение длины очереди увеличивается до 30 (2 кванта) и 38 (3 кванта).

Для модели Д1 остается неизменной, равной в среднем 6.

У наложенных потоков информации также остается неизменной, равной в среднем 40.

5.3. Управление вектором квантов времени.

Применение управляемого вектора квантования не приводит к изменению средних значений рассматриваемой характеристики в системе с первоначальными потоками информации. В варианте просеянных потоков наблюдаем сближение значений модели Д1 и аналитической модели, что доказывает эффективность применения управляемого квантования очередей в повышении адекватности математической модели Д1.

6. “Приближение времен обработки сообщений i -й очереди к величине $T_{порог. i}$ ”

6.1. Равномерное минимальное квантование времен обработки.

Изначально функционирование вычислительной системы не допускает обработку сообщений с превышением порогового времени, что выражается в недопустимости значений рассматриваемой характеристики выше нуля.

Сравнивая функционирование вычислительной системы в трех вариантах (начальные очереди, просеянные, наложенные), отмечаем менее рациональную обработку в варианте перестроенных очередей.

6.2. Равномерное экстенсивное увеличение квантования времен обработки.

Как у исходных, так и у перестроенных информационных потоков рассматриваемая характеристика остается неизменной.

6.3. Управление вектором квантов времени.

Для варианта просеянных информационных потоков отмечаем значительное приближение времен обработки к пороговому времени – около 300 % в сравнении с экстенсивным квантованием просеянных очередей.

Выводы. На практике факторы-возмущения приводят к рассогласованию параметров функционирования, вследствие чего в работе вычислительной системы возникают простои. Улучшенная дисциплина обслуживания информационных потоков позволяет снизить такие простои. Результаты моделирования доказывают, что методы предварительного формирования входных информационных потоков в большинстве случаев приводят к увеличению эффективности функционирования вычислительной системы. Применение метода просеивания информационных потоков совместно с управляемым вектором квантования времен обработки гарантированно приводит к повышению адекватности управляемой дисциплины обслуживания Д1.

Экономический эффект применения усовершенствованной дисциплины будет выше за счет меньших значений функции стоимости потерь.

Практическая ценность полученных результатов выражается в следующем:

- повышение адекватности математической модели дисциплины обслуживания информационных потоков;
- расширение круга задач для применения;
- улучшение загрузки производительности вычислительной системы, заложенной при ее проектировании;
- снижение капитальных и эксплуатационных затрат на комплекс технических средств.

Следует продолжить изучение поведения модулируемой системы с целью детального анализа влияния предложенных методов.

Литература

1. Колмыкова Л. И. Фундаментальный анализ финансовых рынков / Колмыкова Л. И. – М., 2008. – 276 с.
2. Лиховидов В. Н. Фундаментальный анализ мировых валютных рынков: методы прогнозирования и принятия решений / Лиховидов В. Н. – Владивосток, 1999. – 234 с. ; ил.
3. Мороз Б. И. Организация процессов обработки информации с учетом ценности и старения в системах автоматизированного управления и информационного обслуживания : монография / Б. И. Мороз. – Днепропетровск : ДГУ, 1992. – 233 с.