

УДК 004.94:336

Гибридная имитационная модель отделения банка как системы массового обслуживания

М.И. Румянцев

Западнодонецкий институт экономики и управления, ул. Днепровская, 400, Павлоград, 51408, Украина
E-mail: renixa-1959@mail.ru

Аннотация:

В статье рассматриваются вопросы практической реализации имитационной модели безбалансового отделения коммерческого банка, построенной средствами GPSS World с использованием структурно-морфологического анализа. Утверждается применимость подобного рода моделей для реинжиниринга банковских бизнес-процессов.

Ключевые слова: *банковские бизнес-процессы; имитационное моделирование банковской деятельности; структурно-морфологический подход; банковские архетипы; система массового обслуживания.*

Введение

В обстановке продолжающегося экономического кризиса обоснованный интерес специалистов-практиков вызывают методы повышения устойчивости финансово-кредитной сферы – и, в частности, повышения прибыльности соответствующих финансово-кредитных учреждений, снижения ими различного рода потерь и издержек. Имитационное моделирование бизнес-процессов является на сегодняшний день одним из самых перспективных – и в то же время убедительно доказавших свою эффективность – инструментов работников аналитических служб, занимающихся поиском путей оптимизации организационной структуры банка, его документооборота и т.д.

Обзоры основных подходов в имитационном моделировании, сравнительные характеристики наиболее известных программных средств такого типа с различной степенью полноты даны в ряде литературных источников (например, [2, 5, 10]). Ученые России, Украины, других стран, в свою очередь, продолжают уделять постоянный интерес к применению методов имитационного моделирования для анализа эффективности деятельности банковских учреждений (в частности, в работах [1, 3, 11] и др.). Тем не менее говорить о создании полнофункциональной компьютерной модели коммерческого банка (и тем более, о широком ее применении) еще очень рано.

Постановка задачи

С учетом ограниченности существующих на сегодня математических моделей банка возникает необходимость в создании гибридных имитационных моделей, позволяющих слить воедино положительные качества нескольких направлений в имитационном моделировании – и тем самым раздвинуть рамки их приложения к реальной проблематике финансово-кредитной отрасли. Таким образом, настоящая работа затрагивает вопрос практической реализации на ЭВМ имитационной модели банковского отделения, базирующейся на структурно-морфологическом подходе к исследованию банковской деятельности, с одной стороны, и на теории массового обслуживания – с другой. Следует отметить, что предлагаемый подход зиждется не только на “канонических” постулатах морфологии В.Я. Проппа, но и на более современных идеях системной динамики [7].

Описание модели

Для построения имитационной модели территориально-обособленного безбалансового отделения универсального коммерческого банка (т.н. ТОБО) нам понадобится сделать

некоторые априорные допущения – как структурно-лингвистического и системно-динамического плана, так и с точки зрения теории массового обслуживания.

Прежде всего приведем ряд соображений, вытекающих из основных положений работы [7]. Исходная позиция нашего исследования – взгляд на банковскую структуру как на сообщество банковского персонала и клиентов банка (с характерными для него системными архетипами в стиле “Пятой дисциплины” Питера Сенджа). Выделение таких архетипов позволяет аргументированно “дозировать” управленческие воздействия на структуру ТОБО и, как следствие, корректировать шаблоны поведения персонала в сторону общепанковского оптимума. Иными словами, в рассматриваемом нами случае стратегической целью является *полезная* трансформация конечного множества функций действующих лиц данного сообщества (эти функции являются на определенном отрезке времени постоянными и устойчивыми элементами бизнес-процесса). Достигнутое в результате такой трансформации новое состояние ТОБО так же, как и предшествующие, может быть формализовано с помощью некоей алгебраической конструкции, изоморфной конкретному моделируемому банковскому бизнес-процессу – кредитованию, привлечению депозитов, расчетно-кассовому обслуживанию и т.д. (см. [6]).

За недостатком места мы не будем останавливаться на задаче идентификации и формальной записи функций, выполняемых персоналом и клиентами ТОБО (этот вопрос достаточно подробно освещен в нашей работе [7]). Единственное, на что не будет лишним акцентировать внимание – это то обстоятельство, что как с точки зрения морфологии В.Я. Проппа, так и с точки зрения банковских технологий каждое действующее лицо избранной для моделирования структуры характеризуется не только приписанным ему определенным кругом действий, но и мотивировками тех или иных поступков (а также значениями своих атрибутов). Атрибуты сам Пропп рассматривал как совокупность всех внешних качеств персонажей; для нас же это те переменные величины, которые приводят к варьированию бизнес-процессов – например, тип клиента (индивидуальный или корпоративный), его возраст, платежеспособность, потребности в тех или иных банковских продуктах и пр. Структуры языка имитационного моделирования GPSS позволяют без особого труда зафиксировать эти атрибуты как для клиентов, так и для банковских работников, выступающих в роли посредников в процессе обретения клиентом искомого артефакта либо получения услуги.

С другой стороны, рассматривая ТОБО как систему массового обслуживания (СМО), можно указать ряд ее свойств в соответствии с [4, с.238-240]. Так, в общем случае по характеру поступления требований в систему ТОБО является СМО со *случайным нестационарным потоком* требований (поскольку интенсивность поступления клиентов зависит и от времени суток, и от дня месяца – с учетом уплаты юридическими лицами налогов, погашения кредита различными категориями клиентов и т.п.). По количеству требований, поступающих в единицу времени – это СМО с *ординарным потоком* (здесь мы вынужденно идем на сознательное упрощение, хотя в реальной жизни к одному и тому же клерку в один и тот же момент могут обратиться 2 клиента сразу). Говоря о связи между требованиями – это *система без последствия*; по характеру поведения требования в системе – СМО с *ограниченным ожиданием* (“живой” клиент не имеет желания находиться в очереди до бесконечности). Относительно способа выбора требований на обслуживание – *по мере поступления* (дисциплина обслуживания FIFO); по характеру обслуживания требований – *со случайным временем обслуживания*; по числу каналов обслуживания – *многоканальная* СМО; по количеству этапов обслуживания – *многофазная*; по однородности требований – с *неоднородным потоком* требований; по ограниченности потока требований – *разомкнутая система*.

Таким образом, модель подобной СМО можно отнести к типу $G/G/m$ – модель с произвольными распределениями вероятностей случайных величин как для времени прибытия требований, так и времени обслуживания; m – число устройств обслуживания [10, с. 54]. Аналитических методов для решения задачи с такими параметрами пока не

существует (на сей счет более подробно и математически строго изложено в [9]; в [4, с.267-273] приведены точные формулы для более простого случая – однофазной многоканальной СМО).

Более того, даже для приближенного (имитационного) получения расчетных величин такой СМО (загрузки центров обслуживания, размера очередей и длительностей пребывания в них и т.д.) нам еще раз придется пойти на очередные упрощения. Так, неоднородный поток заявок можно “загрубить” в соответствии с рекомендациями [8, с.44] и представить как суммарный простейший поток заявок (с дополнительным разыгрыванием типа заявок на вероятностной основе). Далее, процесс поступления заявок часто имеет близкое к показательному распределение интервалов между смежными заявками ([там же, с. 71]). На практике обычно предполагается, что если за определенный промежуток времени требования поступают в систему от большого количества независимых источников, то входной поток имеет распределение Пуассона [10, с. 49]. И, наконец, будем иметь в виду, что для заявок от независимых источников в произвольной СМО в задачах моделирования и анализа СМО широко используются случайные величины с экспоненциальным распределением [там же, с. 132].

К сожалению, вне рамок настоящей работы остается вопрос о выборе типа фазового распределения (поскольку для нашей многофазовой системы трудно предположить, какое из распределений может оказаться более подходящим – Эрланга, гиперэкспоненциальное, гиперэрланговское либо Ньютона [8, с. 72-75]). Поэтому на данном этапе исследований мы временно остановимся на экспоненциальном распределении.

Опираясь терминами языка GPSS World [4, 8], можно выделить в структуре ТОБО как СМО следующие многоканальные устройства (количество каналов приведено с учетом штата одного из отделений ЗАО КБ “Приватбанк”): работа с индивидуальными клиентами (депозиты, оформление пластиковых карт) – 3 экономиста; работа с корпоративными клиентами (расчетное обслуживание) – 2 финансовых менеджера; потребительское и корпоративное кредитование – 2 кредитных работника; кассовый узел (кассовое обслуживание, обмен валюты, работа с пластиковыми картами и т.д.) – 2 кассира. Помимо этого, присутствуют начальник отделения и специалист по работе с VIP-клиентами (“персональный банкир”).

Для составления GPSS-модели нам понадобятся некоторые опорные показатели, характеризующие нагрузку на персонал ТОБО. Собранные в ходе обследования конкретного ТОБО статистические данные таковы: среднесуточное число клиентов индивидуального бизнеса – 70-120, в т.ч. из них приблизительно половина обращается затем в кассу; на обслуживание 1 клиента уходит от 5 до 20 минут. Количество посетителей у начальника ТОБО – в среднем до 15 в день, на обслуживание 1 клиента затрачивается от 10 до 30 минут. Число клиентов корпоративного бизнеса (без учета пользователей системы “Клиент-Банк”) – 10-20, время обслуживания составляет от 15 до 30 минут; половина из них обращается после этого в кассу. Через кассовый узел проходит в среднем в течение операционного дня от 50 до 150 клиентов, обслуживание – 5-10 минут. По вопросам кредитования обращаются не более 5 человек в день, на обслуживание 1 заемщика (в т.ч. потенциального) уходит от 5 до 30 минут. Приведенные затраты времени относятся исключительно к обслуживанию клиентов и не включают время на выполнение прочих функциональных обязанностей каждого из работников отделения банка.

Таким образом, при ориентировочном среднесуточном количестве посетителей ТОБО в 230 человек, получаем следующие вероятности дальнейшего маршрута клиентов, переступивших порог отделения: к начальнику – 0,065; немедленно в кассу – 0,217; в депозитный отдел – 0,435; обслуживание юридических лиц (корпоративных клиентов) – 0,065; кредитование – 0,022; прочее – 0,196 (ушли сразу, не желая стоять в очереди и т.п.).

Отметим, что в предлагаемой модели реализован также учет другой категории нетерпеливых клиентов, которые при определенных условиях вполне согласны подождать. В силу ограниченности статистических данных примем, что для кассового узла (традиционно

проблемного по времени участка в моделируемом ТОБО) “лимит нетерпеливости” составляет 10 человек в очереди и среднее время ожидания в ней, равное 2-кратной средней продолжительности обслуживания кассиром 1 клиента.

Располагая этими данными и с учетом приведенных выше допущений, можно перейти к составлению и прогону имитационной модели в среде GPSS World. При этом необходимо предусмотреть меры по защите результатов основного прогона при выходе модели на стационарный режим (за счет наличия разгонного участка). В дополнение к этому средства GPSS позволяют применить для каждой фазы СМО (в нашем случае это участки работ в ТОБО) индивидуальные генераторы случайных чисел.

Ниже приведен один из фрагментов имитационной модели (моделируется 100 дней работы ТОБО с 8-часовым операционным днем, разгонный участок – 10 суток):

```

Individ    STORAGE 3
Corporate  STORAGE 2
Kredit     STORAGE 2
Kassa      STORAGE 2
Service    TABLE M1,1,5,20

          INITIAL X1,20
          INITIAL X2,12.5
          INITIAL X3,22.5
          INITIAL X4,17.5
          INITIAL X5,7.5
KassaQALim EQU 10
KassaQTLim EQU 17.2

          GENERATE (Exponential(1,0,2))
          QUEUE Vhod
          SEIZE Vhod
          DEPART Vhod
          RELEASE Vhod
          TRANSFER 0.065,,Chief_Proc
          TRANSFER 0.217,,Kassa_Proc
          TRANSFER 0.435,,Depo_Proc
          TRANSFER 0.065,,Oper_Proc
          TRANSFER 0.022,,Kred_Proc
          TRANSFER ,FlyAway

Chief_Proc QUEUE Chief
           SEIZE Chief
           DEPART Chief
           ADVANCE (Exponential(2,0,X1))
           RELEASE Chief
           TRANSFER ,FlyAway

Depo_Proc  QUEUE Individ
           ENTER Individ
           DEPART Individ
           ADVANCE (Exponential(3,0,X2))
           LEAVE Individ
           TRANSFER 0.5,,Kassa_Proc
           TRANSFER ,FlyAway

Oper_Proc  QUEUE Corporate
           ENTER Corporate
           DEPART Corporate
           ADVANCE (Exponential(4,0,X3))
           LEAVE Corporate

```

```

TRANSFER 0.5, ,Kassa_Proc
TRANSFER ,FlyAway

Kred_Proc  QUEUE Kredit
            ENTER Kredit
            DEPART Kredit
            ADVANCE (Poisson(5,X4))
            LEAVE Kredit
            TRANSFER 0.5, ,Kassa_Proc
            TRANSFER ,FlyAway

Kassa_Proc TEST LE QA$Kassa,KassaQALim,FlyAway
            TEST LE QT$Kassa,KassaQTLim,FlyAway
            QUEUE Kassa
            ENTER Kassa
            DEPART Kassa
            ADVANCE (Exponential(6,0,X5))
            LEAVE Kassa
            TRANSFER ,FlyAway

FlyAway    TABULATE Service
            TERMINATE

            GENERATE 480
            TERMINATE 1
            START 10,NP
            RESET
            START 100
    
```

Обсуждение результатов моделирования

Результаты прогонов нескольких вариантов имитационной модели на ПК в среде GPSS World (version 4.3.5) приведены в обобщенном виде в таблицах 1-3.

Табл.1. Результаты моделирования – вариант 1 (все распределения экспоненциальные)

Участок работы	Загрузка 1 работника	Среднее количество обслуженных клиентов за 1 сутки	Из них были вынуждены стоять в очереди	Средняя длина очереди	Среднее время пребывания в очереди (мин.)
Начальник ТОБО	0,636	14,96	9,60	1,046	33,551
Индивид. бизнес	0,675	76,97	35,58	1,011	6,305
Корпорат. бизнес	0,163	6,83	0,24	0,004	0,302
Кредитный сектор	0,039	2,16	0	0	0
Кассовый узел	0,735	91,91	57,12	1,897	9,908

Табл.2. Результаты моделирования – вариант 2 (с распределением Пуассона для кредитования – как для редких событий)

Участок работы	Загрузка 1 работника	Среднее количество обслуженных клиентов за 1 сутки	Из них были вынуждены стоять в очереди	Средняя длина очереди	Среднее время пребывания в очереди (мин.)
Начальник ТОБО	0,641	15,10	8,98	0,985	31,235
Индивид. бизнес	0,680	77,52	35,88	1,051	6,507
Корпорат. бизнес	0,163	6,83	0,32	0,011	0,752
Кредитный сектор	0,040	2,23	0	0	0
Кассовый узел	0,006	68	54	0,028	19,701

Табл.3. Результаты моделирования – вариант 3 (то же, но с подавлением искажений разгонного участка)

Участок работы	Загрузка 1 работника	Среднее количество обслуженных клиентов за 1 сутки	Из них были вынуждены стоять в очереди	Средняя длина очереди	Среднее время пребывания в очереди (мин.)
Начальник ТОБО	0,655	15,36	9,44	1,071	33,451
Индивид. бизнес	0,681	77,45	35,58	1,020	6,318
Корпорат. бизнес	0,159	6,89	0,33	0,011	0,798
Кредитный сектор	0,038	2,07	0	0	0
Кассовый узел	0,731	91,55	56,25	1,737	9,109

Анализ результатов позволяет сделать вывод о достаточном правдоподобии построенной модели. Так, сгенерированное число посетителей ТОБО (239-241) вполне адекватно среднесуточной нагрузке (230) в течение месяца (с учетом наплыва клиентов в дни уплаты налогов юрлицами, погашения кредитов, выдачи пенсий и т.п.). Количество обслуженных клиентов и коэффициенты загрузки работников на соответствующих участках также укладываются в пределы статистических наблюдений и опросов сотрудников.

Несколько неожиданным оказались последствия замены экспоненциального распределения на распределение Пуассона для моделирования работы с заемщиками – после чего практически в 2 раза увеличилось среднее время пребывания в очереди в кассу. Это, в свой черед, немедленно привело к “рассасыванию” очереди, поскольку лимит ожидания оказался превышенным (клиенты не стали ждать). Обойти этот непредвиденный фактор удалось с помощью отброса результатов разгонного участка, принятого нами как дополнительные 10% от общего числа прогонов модели.

При анализе “узких мест” в структуре ТОБО выяснилось, что ряд расчетных характеристик не совсем соответствует исходным данным. Если отсутствие очередей к финансовым менеджерам вполне объяснимо, то для индивидуального бизнеса время пребывания в очереди к экономисту несколько завышено. Есть определенное расхождение и между модельными и опросными характеристиками очереди к начальнику отделения. Судя по всему, опрошенные банковские работники склонны принимать пиковые показатели за средние (как относительно числа обратившихся клиентов, так и по затратам времени на оказание им банковских услуг).

Тем не менее даже при таких не совсем точных начальных условиях результаты моделирования работы ТОБО в течение 100 рабочих дней однозначно выявили как потенциальные “узкие места”, так и варианты переброски внутренних резервов с одного участка на другой. Предполагается, что дальнейшие, более масштабные эксперименты с имитационной моделью отделения позволят точнее подобрать ее параметры и, как следствие, получать более реалистичные прогнозы поведения ТОБО для различных сочетаний внешних и внутренних условий.

Выводы

Структурно-морфологический анализ работы финансово-кредитного учреждения с привлечением методов имитационного моделирования позволяет при сравнительно небольших затратах времени и средств не только приблизиться к более рациональной структуре учреждения, но и перейти на более качественный уровень организации работы с клиентами. Тем самым, рассматривая отделение банка как систему массового обслуживания, можно обеспечить минимальное среднее время реакции системы при ограниченных людских и материальных ресурсах. По сравнению с другими подходами к реинжинирингу бизнес-процессов удастся избежать лишних управленческих “манипуляций” над живыми людьми – что, в свой черед, благотворно влияет на отношение сотрудников к работе, выполнение поставленных задач и достижение общепанковских целей.

Литература

1. Гарбузов М.В. Имитационное моделирование процесса обработки платежной информации в системе Банка России: Автореф. дисс... канд. техн. наук: 05.13.18. – Тула, 2003. – 20 с.
2. Горбунов А.Р. Управление финансовыми потоками. Проект “сборка холдинга”. – Изд. 5-е, доп. и перераб. – М.: Глобус, 2004. – 240 с.
3. Ильина Л.А. Имитационное моделирование в стратегии управления активами и пассивами коммерческого банка: Автореф. дисс... канд. экон. наук: 08.00.10. – СПб., 2003. – 21 с.
4. Кудрявцев Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 320 с.
5. Румянцев М.И. Средства имитационного моделирования бизнес-процессов // Корпоративные системы. – 2007. – № 2. – с. 43-48.
6. Румянцев М.И. Обобщенная математическая модель коммерческого банка // Грузинский Электронный Научный Журнал “Компьютерные науки и телекоммуникации”. – 2006. – № 4(11). – с. 44-48. – <http://gesj.internet-academy.org.ge/download.php?id=1276.pdf>
7. Румянцев М.И. Структурно-морфологический анализ бизнес-процессов коммерческого банка // Информационные технологии моделирования и управления. – 2008. – № 9(52). – с. 997-1005.
8. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. – СПб.: КОРОНАПринт; М.: Альтекс-А, 2004 – 384 с.
9. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
10. Томашевский В.М. Моделирование систем. – К.: Видавнична група ВНУ, 2005. – 352 с.: іл.
11. Шкудун Д.П. Моделивання та аналіз Системи електронних платежів України: Автореф. дис... канд. экон. наук: 08.03.02 / Київський національний ун-т. – К., 2001. – 18 с.

Статья получена: 2009-11-07