



Munich Personal RePEc Archive

**A hybrid simulation model of bank
branch considered as system of queuing:
the role of human factor**

Rumyantsev, Mikhail I.

Zakhidnodonbaskiy Private Institute of Economics and Management

26 November 2011

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/48589/>
MPRA Paper No. 48589, posted 24 Jul 2013 14:00 UTC

**Гибридная имитационная модель отделения банка
как системы массового обслуживания:
роль человеческого фактора**

М.И. Румянцев

Западнодонецкий институт экономики и управления,
ул. Днепровская, 400, Павлоград, 51408, Украина

E-mail: renixa-1959@mail.ru

**A Hybrid Simulation Model of Bank Branch Considered As System of Queuing:
The Role of Human Factor**

Mikhail I. Rumyantsev

Department of Applied Mathematics and Computer Science,
Zakhidnodonbaskiy institute of economics and management,
400, Dneprovskaya str., Pavlograd, 51408, Ukraine

E-mail: renixa-1959@mail.ru

Аннотация:

Статья продолжает рассмотрение вопросов компьютерной реализации имитационной модели безбалансового отделения коммерческого банка, созданной в среде GPSS World с применением структурно-морфологического анализа. Моделируется влияние уровня профессиональной квалификации, мотивированности и эмоционального состояния банковского персонала на производительность труда и эффективность работы с клиентами. Результаты исследования подтверждают гипотезу о приемлемости такого подхода для оптимизации бизнес-процессов в банке.

Ключевые слова: банковская деятельность; имитационное моделирование; системная динамика; структурно-морфологический анализ; архетип; человеческий фактор; GPSS.

Abstract:

This paper continues consideration of computer simulation of a bank branch by means of GPSS World and structural-morphological analysis. In a previous work the bank is modeled by a set of queuing systems. Following the first article in this part we report on the development of a simulation model to examine the influence of skills, motivation and an emotional condition of the bank personnel on its labour productivity and overall performance with clients. The results of research are described briefly and confirm a hypothesis about an applicability of such approach to reengineering of banking business processes.

Keywords: banking activity; simulation; system dynamics; structural-morphological analysis; archetype; human factor; GPSS.

JEL Classification: C15; C51; G21.

Введение

Реинжиниринг банковских бизнес-процессов с помощью компьютерных имитационных моделей является сегодня одним из самых перспективных направлений теоретических и экспериментальных исследований в финансово-кредитной сфере. Принимая во внимание несовершенство используемых с этой целью математических инструментов, представляется многообещающей разработка гибридных имитационных моделей, объединяющих положительные стороны разных школ в имитационном моделировании – чтобы тем самым раздвинуть границы их применения к насущным задачам отрасли. Обоснованное применение «неклассических» методов может привести к неожиданным и полезным результатам не только в смежных областях на стыке научных дисциплин, но и для задач, не входящих в ближайшую окрестность первоначального «ареала обитания» того или иного метода.

Объектом настоящего исследования, начатого автором статьей [9], является территориально-обособленное безбалансовое отделение универсального коммерческого банка (ТОБО); соответственно, *предмет* исследования – бизнес-процессы, характерные для повседневной операционной деятельности банковского подразделения такого рода. *Цель* работы – компьютерная реализация в системе GPSS World имитационной модели операционного дня ТОБО на основе концепций структурно-морфологического анализа В.Я. Проппа и системной динамики Дж. Форрестера.

Некоторые теоретические соображения по этому поводу были изложены автором в статье [10], в которой банковская структура рассматривается прежде всего как сообщество персонала ТОБО и его клиентов, которое постоянно переходит от фазы сотрудничества к фазе противостояния (враждебности); при этом проявляются типичные для этого бизнеса системные архетипы (клиент-«герой», клерк-«посредник», клерк-«вредитель» и т.п.) – в процессе борьбы «игроков»-клиентов за обладание набором банковских продуктов при посредничестве (содействии, противодействии) персонала банка. Отметим одно принципиальное для данного исследования обстоятельство: архетипам действующих лиц, участвующих в процессе передачи от клерка клиенту некоего банковского продукта, присущи свойства, более отвечающие концепциям «Пятой дисциплины» П. Сенджа [14] (т.е. идеям и практике системной динамики в ее нынешнем состоянии), нежели положениям классических работ В.Я. Проппа. С другой стороны, оперируя понятиями теории игр, можно рассматривать конкретный предлагаемый (или искомый) набор банковских продуктов или услуг – «волшебных» средств в морфологии Проппа – как набор полезностей, в обладании которыми заинтересованы игроки-клиенты на фоне определенных действий клерков. Полезность здесь рассматривается в теоретико-игровом смысле как некий количественно измеримый и безгранично делимый объект. Как с точки зрения морфологии Проппа, так и с позиций банковских технологий каждое действующее лицо моделируемой структуры характеризуется не только «предписанным» ему определенным кругом действий (функционалом), но и степенью осуществления этого функционала, а также мотивировками своих поступков.

В первой части статьи ([9]) в основу имитационной модели ТОБО было положено изоморфное отображение функциональной структуры отделения банка на структуру {персонал; клиенты = {привлеченные; потенциальные}; операции} – с характерными профессиональными и социальными архетипами поведения людей. В случае успешной формализации указанных архетипов в предикативной форме становится правомочным утверждение о реализации некоей алгебры, отражающей основные аспекты жизнедеятельности коммерческого банка [8]. (Разумеется, упомянутое выше изоморфное отображение – это скорее идеал; более реальной с точки зрения практики является гомоморфная свертка).

С другой стороны, ТОБО рассматривается как в [9], так и в настоящей работе в виде стохастической сети – сложной многофазной совокупности одно- и многоканальных систем массового обслуживания (СМО) класса $G/G/m$ (т.е. моделей с произвольными распределениями вероятностей случайных величин для времени поступления требований и времени обслуживания). Точных аналитических методов для решения задачи с такими параметрами в настоящее время не существует и пока не предвидится (по этому поводу более обстоятельно и математически строго изложено в [13]) – тем самым мы приходим к необходимости применения средств дискретно-событийного моделирования в лице GPSS World [3; 12; 18]. Исходные данные для проведения компьютерных экспериментов с построенной имитационной моделью ТОБО (особенности базовых бизнес-процессов, оценки средней и пиковой рабочей нагрузки персонала и т.п.) были получены в 2009-2010 годах в ходе статистических обследований одного из безбалансовых отделений Днепропетровского регионального управления ПАО КБ «Приватбанк» и приведены в первой части статьи ([9, с. 87]).

Постановка задачи и актуальность

Джей Форрестер в 6-ой главе своей монографии [16], оценивая сложные системы с точки зрения системной динамики, подчеркнул, что жизнь человеческого общества почти всецело характеризуется нелинейными процессами. Он убедительно доказал пагубность стремления регулировать все и вся: «Многозвенная перестройка по нелинейным функциональным зависимостям делает сложную систему чрезвычайно чувствительной к большинству параметров системы... Такое нелинейное поведение в то же самое время делает систему резистентной к усилиям, прилагаемым с целью изменить поведение системы» [16, с. 119]. Затем, после ряда дополнительных рассуждений, следует вывод: «Сложные системы имеют тенденцию к ухудшению качества» [там же, с. 123].

В то же время, как известно из теории массового обслуживания, стремление к максимальной загрузке обслуживающих приборов неизбежно приводит к росту очередей. Отсюда неминуемо следует вывод о том, что понятное желание вышестоящего руководства увеличить для ТООБ плановые показатели по числу обслуженных клиентов (т.е. всемерно максимизировать загрузку персонала) рано или поздно приведет к резкому снижению качества обслуживания – а в итоге и к количественным, финансовым потерям.

Приведенные в первой части статьи результаты анализа «узких мест» в работе ТООБ с помощью GPSS-модели версии 2.0 показали, что для большей адекватности имитационной модели необходимо обязательно учитывать влияние и человеческого фактора: разброс в производительности труда между работниками одного и того же банковского участка, уровень мотивации персонала, колебания эмоционального состояния и физической работоспособности клерков на протяжении операционного дня, степень лояльности клиентов по отношению к конкретному банку и т.п. Более того, реалистичная модель должна количественно учитывать воздействие нередко проявляющихся факторов некомпетентности, непрофессионализма, халатности, лени, безразличия со стороны банковского персонала («вредителей» согласно терминологии Проппа; см. [10, с. 1002]). Удовлетворив указанные требования, новая модель сможет отразить ряд особенностей поведения сложных социотехнических систем по Форрестеру: сопротивление административным нововведениям, противодействие и компенсацию внешних воздействий путем снижения темпов осуществления функций системы, присутствие скрытых источников дестабилизации в системе и т.д. [16]. Насколько востребованы усилия ученых и специалистов-практиков, можно судить хотя бы по факту выхода в свет монографии [18] и большого числа других работ (о чем будет сказано далее).

В силу сказанного выше во второй части нашего исследования ставится *задача* не только принять во внимание наличие т.н. человеческого фактора, но и попытаться количественно оценить степень его влияния на полноценность выполнения работниками ТООБ своих функций. Иными словами, должен быть разработан программный симулятор, моделирующий влияние уровня профессиональной квалификации, мотивированности и эмоционального состояния банковского персонала на производительность труда и эффективность обслуживания клиентов.

О теоретическом значении и важных практических аспектах такой постановки вопроса свидетельствует тот факт, что еще Дж. Нейман и О. Моргенштерн в своей классической монографии отмечали роль *информационных схем* посредника и игрока в игре с нулевой суммой – когда информационная схема посредника содержит информационную схему игрока при его конкретном ходе, а в конце игры определяет партию полностью [4, с. 100]. Уже в наше время не обошли стороной психологические аспекты взаимодействия производителей и потребителей услуг многие исследователи стран СНГ. Так, А.Н. Поддьяков в работах [5-7] выдвинул и обосновал тезис о скрытом («тройном») обучении субъекта тому, что для него невыгодно и отвечает интересам только организатора обучения (коммерческого банка в нашем случае. – М.Р.). В свою очередь, А.В. Ульяновский в диссертации [15] прямо указывает на то, что современное мифологичное сознание,

формируемое как в интересах правящих элит, так и обусловленное антропологическими особенностями людей, поддается прогнозируемому управлению.

Более конкретную направленность получили исследования А. Бриштелева из Республики Беларусь, который, рассматривая банковскую систему как детерминированную и стохастическую одновременно, указывает на ее нелинейные реакции на внешние воздействия вполне в духе Дж. Форрестера. В статье [2] он затрагивает, в т.ч. функционально-морфологический аспект функционирования банка – но, к сожалению, на самом абстрактном, теоретико-множественном уровне. Тем не менее Бриштелев откровенно и недвусмысленно подчеркивает изначальную асимметрию взаимоотношений банка и его клиентов: «Определяя приоритетные цели деятельности, банк руководствуется интересами акционеров» [2, с. 31].

Западноевропейские и американские ученые также много внимания уделяют вопросам имитационного моделирования влияния человеческого фактора на поведение экономических систем. Так, С. Jones в работе [20] предложил системно-динамическую модель индивидуальной производительности как бихевиористского фактора, подверженного воздействию, в свою очередь, эмоциональных и когнитивных факторов: мотивации, настроения, стресса. Со своей стороны, Н. Haraldsson рассматривает с позиций системной динамики новую разновидность поведенческого архетипа – The Tyranny of Small Steps (TYST) – сущность которого заключается в том, что последовательность независимых друг от друга небольших действий может привести к неожиданным изменениям в системе. Эти действия являются достаточно малыми, чтобы не быть обнаруженными «наблюдением» в пределах системы, но достаточно существенными, чтобы вторгнуться в зону «терпимости» системы и поставить под угрозу целостность системы. Социологическое исследование Örbу иллюстрирует реальное проявление архетипа TYST при планировании [19].

Описание модели

Как уже было сказано, структура исследуемого ТОБО моделируется как разомкнутая многофазная совокупность взаимосвязанных СМО, каждая из которых соответствует определенному участку работы с клиентами. Для любой из этих СМО предполагаются справедливыми допущения о случайности нестационарного неоднородного потока требований, об отсутствии последствия относительно требований, об ограниченности ожидании заявок в очередях, о дисциплине обслуживания FIFO.

Для достижения поставленных целей в модель ТОБО, рассмотренную в [9], был внесен ряд принципиальных изменений. Если число и характеристики моделируемых как СМО бизнес-участков в структуре ТОБО остались без изменений (как многоканальные устройства в терминах языка GPSS), то *маршрутизация потока заявок* на обслуживание претерпела существенную модификацию, обусловленную введением в модель новых архетипов поведения персонала банка и клиентов. Влияние аномального (нештатного) поведения клиентов и персонала отражается в модели в решающих блоках, выполняющих маршрутизацию потока заявок на обслуживание. Параметры этих блоков были подобраны так, чтобы максимально точно отразить собранные в ходе обследований ТОБО опорные статистические показатели, дающие представление о нагрузке на персонал ТОБО: среднесуточные минимальные и максимальные количества клиентов по каждому бизнес-направлению работы банка, соответствующие затраты времени на обслуживание и т.д. – существенно влияющие на величины предельных вероятностей состояний.

Для версии 3.x GPSS-модели ТОБО автором в ходе очередного обследования одного из отделений Приватбанка были собраны новые и уточнен ряд уже использовавшихся в модели 2.0 опорных статистических показателей, характеризующих «эталонную» нагрузку на персонал ТОБО. Прежде всего это среднесуточные минимальные и максимальные количества клиентов по каждому бизнес-направлению работы банка, соответствующие затраты времени на обслуживание и т.д., существенно влияющие на величины предельных вероятностей состояний.

Схематически продвижение клиентов по «конвейеру» в ТОБО показано на рис.1.

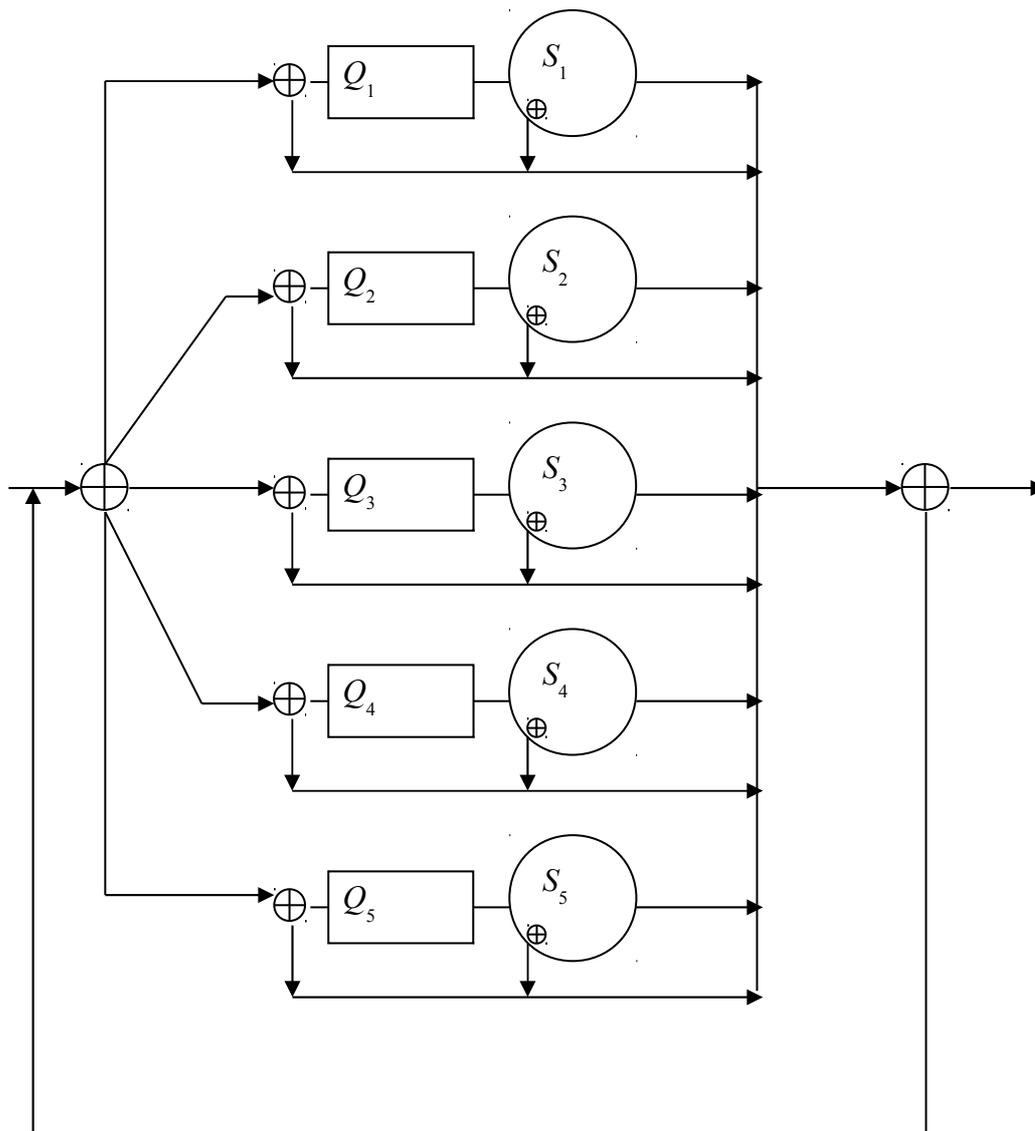


Рис.1. Схема функционирования ТОБО как совокупности СМО

Буквами S_1, S_2, \dots, S_5 на рисунке обозначены одно- и многоканальные устройства – банковские сервисы (с учетом штатной структуры конкретного ТОБО): работа с индивидуальными клиентами (депозиты, оформление и процессинг пластиковых карт) – 3 специалиста; работа с корпоративными клиентами (расчетное обслуживание) – 2 финансовых менеджера; потребительское и корпоративное кредитование – 2 кредитных работника; кассовый узел (кассовое обслуживание в гривне, обмен валюты, работа с пластиковыми картами и т.д.) – 2 кассира; руководитель отделения. Q_1, Q_2, \dots, Q_5 – соответствующие очереди клиентов. Символом \oplus обозначены точки принятия решений клиентами. Необходимо отметить, что каждая из СМО S_i рассматривается не как «идеальная» СМО с ожиданием при ограниченном размере очереди или времени нахождения в очереди, а как смешанная СМО – где встречается как ожидание, так и отказы в обслуживании. Иными словами, в версии 3.x GPSS-модели реализованы следующие варианты маршрутизации заявок по категориям клиентов:

- 1) *архинетерпеливые клиенты* – которые, едва переступив порог банка и заметив очередь у какого-либо отдела (возможно, даже и не того, который им нужен), немедленно покидают ТОБО;
- 2) *нетерпеливые клиенты* – становятся в нужную им очередь, но при превышении «лимита терпеливости» по размеру очереди или среднему времени ожидания в ней уходят;
- 3) *терпеливые клиенты с простейшими (одинарными) потребностями* в банковских услугах – устремляются только в один-единственный отдел (однофазное обслуживание);
- 4) *терпеливые клиенты с n-арными потребностями* в банковских услугах – обслуживаются последовательно в нескольких отделах (многофазное обслуживание).

Более того, наличие на рис.1 символа принятия решений \oplus и для каждой СМО S_i означает тот факт, что даже изначально терпеливый клиент может оказаться недовольным качеством обслуживания, явной некомпетентностью клерка и т.п. и покинуть банк, так и не получив нужный ему банковский продукт.

Кроме того, версия 3.x модели учитывает различные варианты поведения клиента в учреждении банка не только в зависимости от требуемой услуги, но и от колебания таких факторов, как *профессионализм, мотивация, эмоциональное состояние и работоспособность* (ПМЭР) персонала банка; также принимается во внимание уровень *лояльности* клиента и уровень его *требований* к качеству обслуживания (ЛТ). Иначе говоря, модель отражает проявления архетипов поведения в аспекте «помощь – вред», усиление либо ослабление которых зависит от сложного синергетического взаимодействия совокупного ПМЭР-фактора персонала и ЛТ-фактора клиентов в течение операционного дня.

Солидаризуясь по некоторым позициям с А.Н. Поддьяковым, автор, в свою очередь, рассматривает банковского клерка в общем случае как «вредителя» для клиента-«героя» (по Проппу). Клерк играет роль «разумного орудия» банка в извлечении прибыли: то, что выиграл банк – проиграл клиент. Такой постулат не оставляет места беспочвенному мифу о равноправности сторон в процессе предоставления банковских услуг юридическим и физическим лицам – только прибыль как системообразующий фактор по П.К. Анохину, и ничего более. Аналогичная ситуация и для игры трех *классов* лиц с нулевой суммой: {*вкладчик; банк; заемщик*}. При этом клерк-посредник выступает как дополнительный фиктивный игрок, позволяющий свести игру с ненулевой суммой к игре с нулевой – а поскольку лично он ничего не выигрывает, то появляются предпосылки для вредительства по Поддьякову по отношению к клиенту (особенно при низкой мотивации банковского персонала к выполнению плановых показателей). В результате, даже если банк и не сумеет заполучить нового клиента и заработать на нем, клиент в любом случае остается в проигрыше, не получив доступ к желаемой банковской услуге.

В предположении о том, что в банковском деле вообще труднодостижима эффективность по Нэшу (договор справедлив, если каждый договаривающийся в результате не проигрывает), автор в [11] наметил подход к моделированию «противодействия» осторожного клиента усилиям банковского персонала. Как следствие, имитационная модель ТОБО версии 3.x учитывает и такой вариант развития событий, когда недостаточно лояльный или недоверчивый клиент нарушает замыслы клерка-контрагента и «ломает» априорную информационную схему партнера по игре.

Исходя из сказанного выше, можно перейти к описанию параметров GPSS-модели. Как и в [9], мы пользуемся тем, что в системах, подобных ТОБО, процесс поступления заявок имеет близкое к показательному распределение интервалов между смежными заявками [12, с. 71]. Текущий уровень профессионализма, мотивированности и эмоционального состояния работника банка задается поправочными коэффициентами k_p , k_m и k_e для генерации

случайного времени обслуживания клиента конкретным клерком. Эти коэффициенты также являются случайными величинами и распределены по нормальному закону; в качестве параметра распределения выступают поочередно для различных компьютерных прогонов модели следующие опорные уровни для k_p , k_m и k_e : 1,0 – высокий, 0,7 – терпимый; 0,5 и менее – низкий.

В модели принято, что за 8-часовой рабочий день работоспособность клерка снижается с 1 до 0,5; т.о., коэффициент замедления выполнения операций клерком (тоже являющийся поправочным) аппроксимируется линейной зависимостью от времени: $k_w = 1 + 0,001t_m$, где t_m – время в минутах, прошедшее с начала рабочего дня.

Степень лояльности клиента к банку k_l является случайной величиной, подчиняющейся нормальному закону распределения с параметром, равным 1,0 (максимальный уровень доверия клиента).

Время обслуживания клиента конкретным клерком t_w является случайной величиной, распределенной по экспоненциальному закону (в качестве параметра потока обслуживания выступает полученное опросно-статистическим путем «средне-нормативное» время).

Таким образом, с учетом всех поправочных коэффициентов для ПМЭР- и ЛТ-факторов величина времени обслуживания текущего клиента моделируется по формуле:

$$t'_w = t_w k_w / k_p k_m k_e k_l$$

(Заметим, что при перемножении случайных эффектов с нормальным законом распределения следует ожидать логарифмически нормального распределения результирующей величины [12, с. 69]).

Пороги ухода нетерпеливого клиента – детерминированные, фиксированные: по длине очереди в кассу – 20 человек (как вариант 10); по времени пребывания в очереди в кассу – 60 минут (как вариант 20). Порог ухода клиента в случае несоответствия его ожиданий к ПМЭ-фактору клерка (ПМЭР без учета физической работоспособности) – также фиксированный, варьируется для разных прогонов модели: 1,0 – высокие требования; 0,5 – реалистичные; 0,3 – заниженные (все равно).

Ниже приводится фрагмент головной GPSS-программы 3-ей версии имитационной модели ТОБО (пояснительные комментарии удалены из соображений экономии места):

```

...
WC_Decr_Lev EQU 0.001
Work_Delay FVARIABLE 1+WC_Decr_Lev#X$Clock

Chief_PME FVARIABLE
(Normal(2,P_Level,0.1))#(Normal(2,M_Level,0.1))#(Normal(2,E_Level,0.1))
Deposit_PME FVARIABLE
(Normal(3,P_Level,0.1))#(Normal(3,M_Level,0.1))#(Normal(3,E_Level,0.1))
FinMngr_PME FVARIABLE
(Normal(4,P_Level,0.1))#(Normal(4,M_Level,0.1))#(Normal(4,E_Level,0.1))
Credit_PME FVARIABLE
(Normal(5,P_Level,0.1))#(Normal(5,M_Level,0.1))#(Normal(5,E_Level,0.1))
Cashier_PME FVARIABLE
(Normal(6,P_Level,0.1))#(Normal(6,M_Level,0.1))#(Normal(6,E_Level,0.1))

Chief_Time FVARIABLE (Exponential(2,0,X2))/V$Chief_PME
Deposit_Time FVARIABLE (Exponential(3,0,X3))/V$Deposit_PME
FinMngr_Time FVARIABLE (Exponential(4,0,X4))/V$FinMngr_PME
Credit_Time FVARIABLE (Exponential(5,0,X5))/V$Credit_PME
Cashier_Time FVARIABLE (Exponential(6,0,X6))/V$Cashier_PME

New_Chief_Time FVARIABLE V$Chief_Time#V$Work_Delay/P$Client_Loyalty
New_Deposit_Time FVARIABLE V$Deposit_Time#V$Work_Delay/P$Client_Loyalty
New_FinMngr_Time FVARIABLE V$FinMngr_Time/P$Client_Loyalty
New_Credit_Time FVARIABLE V$Credit_Time/P$Client_Loyalty

```

```

New_Cashier_Time FVARIABLE V$Cashier_Time#V$Work_Delay/P$Client_Loyalty

Req_Level      EQU 0.5
Q_Size_Limit   EQU 20
Q_Time_Limit   EQU 60

Service_Time    TABLE M1,1,5,20

Work_Delay_Inf TABLE V$Work_Delay,0.1,0.1,20

Chief_Serv      TABLE V$New_Chief_Time,1,2,30
CashDesk_Serv   TABLE V$New_Cashier_Time,1,2,30
Deposit_Serv    TABLE V$New_Deposit_Time,1,2,30

CashDesk_Q      QTABLE CashDesk,0,2,30
Deposit_Q       QTABLE Retail,0,2,30
Chief_Q         QTABLE Chief,0,2,30

RoadMap         FUNCTION RN1,D5

.
050,Chief_Proc/.478,CashDesk_Proc/.898,Deposit_Proc/.963,FinMngr_Proc/1.0,Credit
_Proc

        GENERATE (Exponential(1,0,X1))
        ASSIGN Client_Loyalty,(Normal(7,1.0,0.1))
        SAVEVALUE RunNum,(AC1\480+1)
        QUEUE Door
        SEIZE Door
        DEPART Door
        RELEASE Door
        TRANSFER FN,RoadMap
        TRANSFER ,FlyAway

Chief_Proc    QUEUE Chief
              SEIZE Chief
              DEPART Chief
              TEST GE V$Chief_PME,Req_Level,Fool_Chief
              SAVEVALUE Clock,AC1
              ADVANCE V$New_Chief_Time
              SAVEVALUE Lucky_Clients+,1
Fool_Chief    RELEASE Chief
              TRANSFER ,FlyAway

Deposit_Proc  TEST LE Q$Retail,Q_Size_Limit,FlyAway
              TEST LE QT$Retail,Q_Time_Limit,FlyAway
              QUEUE Retail
              ENTER Retail
              DEPART Retail
              TEST GE V$Deposit_PME,Req_Level,Fool_Dep
              SAVEVALUE Clock,AC1
              ADVANCE V$New_Deposit_Time
              SAVEVALUE Lucky_Clients+,1
Fool_Dep      LEAVE Retail
              TRANSFER 0.3,,CashDesk_Proc
              TRANSFER ,FlyAway

...
        GENERATE 480
        TERMINATE 1
        START 1

```

Обсуждение результатов моделирования

В ходе компьютерных экспериментов были получены результаты прогонов нескольких вариантов модели ТОБО версии 3.x в среде GPSS World 5.2.2 при различных сочетаниях основных факторов: отклонении уровней профессионализма, мотивации и эмоционального состояния (ПМЭ) в пределах от 0,5 до 1,0; варьировании требований клиента к ПМЭ персонала от 0,3 до 1,0; порогов ухода клиента в зависимости от длины очереди в кассовый узел и отдел частных вкладов и времен пребывания в них. Это позволило выявить не только источники потенциальных проблем с обслуживанием потока клиентов в течение рабочего дня – но и обнаружить ряд закономерностей, выражающихся в скачкообразном снижении числа *реально* обслуженных клиентов и коэффициента загрузки персонала при снижении ПМЭ-фактора либо росте требований клиентов к качеству обслуживания и уровню подготовки персонала.

Основные результаты прогонов нескольких вариантов имитационной модели на ПК в среде GPSS World (version 5.2.2) приведены в обобщенном виде в таблицах 1-4. Эти варианты отличаются только значениями параметров k_p , k_m и k_e ; прочие параметры задаются единообразно (уровень требований клиента к ПМЭ-фактору клерка – 0,5; порог ухода по длине очереди в кассу – 20 человек, порог ухода по времени ожидания в очереди в кассу – 60 мин).

Табл. 1. Результаты моделирования – вариант 1 ($k_p = 1,0$; $k_m = 1,0$; $k_e = 1,0$)

Участок работы	Загрузка	Среднее количество обслуженных клиентов за 8 часов	Из них были вынуждены стоять в очереди	Средняя длина очереди	Среднее время пребывания в очереди (мин.)
Руководитель	0,635	12	6	0,330	13,205
Индивид. бизнес	0,841	91	53	2,493	11,288
Корпорат. бизнес	0,452	15	5	0,082	2,633
Кредитный сектор	0,085	8	0	0	0
Кассовый узел	0,977	104	99	6,127	25,572

Табл. 2. Результаты моделирования – вариант 2 ($k_p = 0,7$; $k_m = 1,0$; $k_e = 1,0$)

Участок работы	Загрузка	Среднее количество обслуженных клиентов за 8 часов	Из них были вынуждены стоять в очереди	Средняя длина очереди	Среднее время пребывания в очереди (мин.)
Руководитель	0,549	15	6	0,261	7,827
Индивид. бизнес	0,975	71	65	11,078	74,896
Корпорат. бизнес	0,641	13	5	0,377	13,903
Кредитный сектор	0,105	5	0	0	0
Кассовый узел	0,981	85	79	8,844	40,047

На рис.2 приведена гистограмма распределения t_s – времени пребывания клиента в банке (для «оптимистического» варианта 1) – до проведения мероприятий по оптимизации структуры ТОБО и функциональных обязанностей персонала, которые были осуществлены руководством ДРУ. (Справедливости ради отметим, что эти перестановки были вызваны не борьбой с «узкими местами» и очередями, а преследовали сугубо прозаические цели – экономию фонда заработной платы и повышение прибыльности отделения).

Табл. 3. Результаты моделирования – вариант 3 ($k_p = 0,7$; $k_m = 0,7$; $k_e = 1,0$)

Участок работы	Загрузка	Среднее количество обслуженных клиентов за 8 часов	Из них были вынуждены стоять в очереди	Средняя длина очереди	Среднее время пребывания в очереди (мин.)
Руководитель	0,347	20	5	0,361	8,658
Индивид. бизнес	0,837	79	46	7,873	37,791
Корпорат. бизнес	0,228	12	0	0	0
Кредитный сектор	0,101	6	0	0	0
Кассовый узел	0,726	110	68	3,482	13,811

Табл. 4. Результаты моделирования – вариант 4 ($k_p = 0,7$; $k_m = 0,7$; $k_e = 0,7$)

Участок работы	Загрузка	Среднее количество обслуженных клиентов за 8 часов	Из них были вынуждены стоять в очереди	Средняя длина очереди	Среднее время пребывания в очереди (мин.)
Руководитель	0,009	17	0	0	0
Индивид. бизнес	0,051	97	0	0	0
Корпорат. бизнес	0,030	16	0	0	0
Кредитный сектор	0,000	13	0	0	0
Кассовый узел	0,301	124	21	1,206	4,667

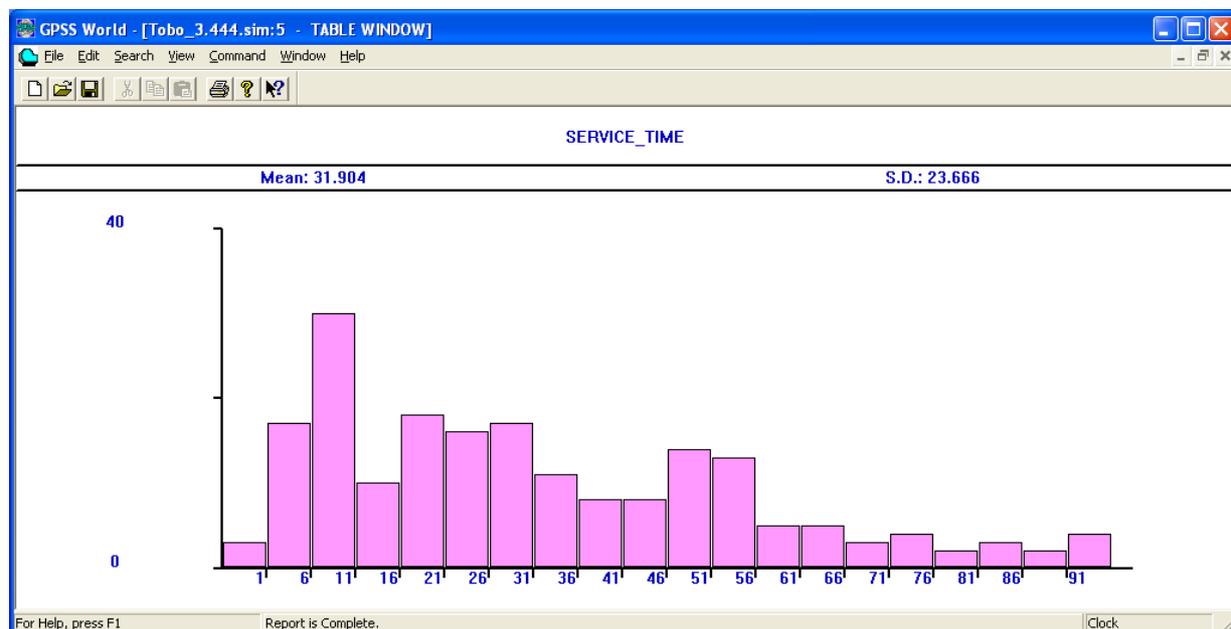


Рис. 2. Гистограмма распределения времени обслуживания клиента в ТОБО

Из приведенных таблиц хорошо видно, что как только ПМЭ-фактор становится заведомо меньше 0,5 (варианты 3 и 4), то нагрузка персонала начинает стремительно снижаться, поскольку клиенты практически сразу достойно оценивают недостаточную квалификацию и низкую заинтересованность клерков – и «голосуют» ногами. В силу этого показатели работы ТОБО по варианту 2 являются пиковыми для депозитного отдела и кассового узла и предвещают приближающееся падение работоспособности персонала

ТОБО, уменьшение их мотивации к безусловному выполнению плановых показателей и т.д. Даже если все исходные параметры оставить без изменения (как в варианте 1), ужесточив всего-навсего пороги ухода по длине очереди в кассу (с 20 до 10 человек) и по времени пребывания в этой очереди (с 60 до 20 минут) – смоделировав эффект тесного, плохо приспособленного помещения ТОБО – мы немедленно получим падение загрузки кассиров до 0,357. А если в варианте 1, не затрагивая ничего, установить более высокий уровень требований клиентов к персоналу (1,0 вместо 0,5), то загрузка снижается сразу по всем участкам работы (0,096, 0,513, 0,270, 0,021 и 0,390 соответственно).

Небезынтересно сопоставить предлагаемую нами модель с моделью для оценки загруженности сотрудников отделения банка, разработанную И. Янковским [17]. Отмечая, что скорость и точность выполнения операций существенно подвержены влиянию психологического настроения и физического состояния банковского работника в данный момент времени, Янковский считает, что перечисленные факторы не подчиняются ни вероятностным, ни более точным математическим методам расчета – и поэтому предлагает при анкетировании экспертов для получения оценок времени использовать аппарат теории нечетких множеств. Соответственно, ПМЭР-факторы как таковые в его модели не используются. По нашему мнению, в этом случае вполне достаточно и оправданно использовать в расчетах оценки времени выполнения технологических операций на основе бета-распределения.

Может показаться, что наличие на рабочих местах специалистов ТОБО достаточно производительных ПК, объединенных не просто в локальную сеть отделения, а взаимодействующих с головным офисом Приватбанка через корпоративный портал, должно бы в определенной мере нивелировать разницу в профессионально-психологических качествах персонала ТОБО. Но как показала многолетняя практика, это не так, а сама проблема является широко распространенной и в других сферах человеческой деятельности. Стаффорд Бир еще в 1972 году высказал мысль о том, что большие расходы на содержание офисного персонала могут быть вызваны заменой компьютерами значительной группы работников – если при этом произошел разрыв связей между людьми, важность которых была не понята. В предельном случае полной автоматизации фирмы может вообще не остаться путей для поддержания социальных связей, что крайне рискованно для благополучия предприятия [1]. Со своей стороны заметим (в виде следствия из более общего правила Бира), что уровень профессионализма банковского специалиста и его отношение к работе, как ни странно, могут снизиться, если работник столкнется с проблемами, вызванными появлением на его рабочем месте средств вычислительной техники либо нового программного обеспечения. Так, предпринятая несколько лет назад попытка перехода на автоматизированные рабочие места под управлением Linux взамен MS Windows в одном из украинских банков привела к регулярным сбоям в работе ряда функциональных подразделений и недовольству клиентов.

Оценивая в свете сказанного выше возможности симулятора ТОБО версии 3.x, можно отметить следующее:

- 1) разработанная GPSS-модель позволяет, используя не более 2-х десятков ключевых регулируемых параметров, проводить многофакторные эксперименты для исследования и оптимизации действующей структуры ТОБО и его бизнес-процессов;
- 2) в модели ТОБО удалось в первом приближении количественно отразить степень влияния профессиональных и психологических факторов на производительность труда персонала и результативность его работы с клиентами;
- 3) сравнительно просто моделируются не только ожидаемые («взаимовыгодные»), но и в ряде случаев откровенно враждебные взаимоотношения между персоналом банка и его клиентами;

- 4) адекватность и пригодность модели подтверждается эмпирически – степень совпадения результатов имитационных экспериментов с наблюдаемыми данными составляет 80-85%; предпринятые в ТОБО перемещения персонала между участками привели к снижению загрузки индивидуального бизнеса и кассового узла, близкому к предсказанным значениям 0,734 и 0,794 соответственно, а среднего времени обслуживания в ТОБО – с 31,904 до 25,081 минут (для варианта 1 с новым штатом ТОБО).

Выводы и перспективы

Имитационное моделирование на ЭВМ, выступая как инструмент реинжиниринга финансово-кредитной деятельности, позволяет при относительно небольших затратах времени и средств приблизиться к качественно новому уровню организации работы с клиентами – и при этом обеспечить минимальное среднее время реакции системы в условиях ограниченности людских и материально-технических ресурсов банка. Рациональное сочетание структурно-морфологического анализа и системной динамики позволяет *по-новому* подойти к процедурам формализации банковских бизнес-процессов и их моделирования. *Целесообразность* практического использования такого гибридного подхода заключается в легкости и удобстве компьютерного моделирования не только партнерских, но и в ряде случаев откровенно недружелюбных взаимоотношений между банком и его клиентами – применительно к процессу непрерывной адаптации банка как системы к постоянно усложняющейся и агрессивной внешней среде.

Дальнейшая работа над рассмотренной моделью предполагает поэтапную реализацию таких возможностей, как учет финансово-экономических показателей работы ТОБО, комплексное обслуживание клиента по сразу нескольким банковским услугам, а также варьирование графика работы (и, соответственно, рабочей нагрузки) с учетом отпусков и больничных персонала, выходных и праздничных дней, расширения зоны обслуживания и универсализации персонала и т.д. В силу ограничений freeware-версии GPSS World все это может потребовать перехода к модульной структуре модели и широкому использованию средств PLUS-процедур [12].

Благодарности

В первую очередь автор выражает глубокую признательность профессору А.Н. Поддьякову, чьи работы побудили автора заинтересоваться вопросами моделирования взаимоотношений клиентов и персонала банка. Отзывчивость и разносторонняя помощь со стороны Е.Л. Пироговой (Приватбанк) помогли существенно улучшить первоначальную модель и приблизить ее к банковским реалиям. Особая благодарность – в адрес С.Б.-Х. Дворянского, который в период с октября 2008 года по июль 2010 года разделил с автором тяготы библиографического поиска и подготовительных компьютерных экспериментов.

Литература

1. Бир Ст. Мозг фирмы / Пер. со 2-го англ. изд. – Изд. 2-е. – М.: Едиториал УРСС, 2005. – 416 с.
2. Бриштелев А. Особенности согласования интересов центрального банка и банков // Банкаўскі веснік. – 2006. – № 4. – с. 30-34.
3. Кудрявцев Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 320 с.
4. Нейман Дж. фон, Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение / Пер. с англ. под ред. Н.Н. Воробьева. – М.: Наука, 1970. – 708 с.
5. Поддьяков А.Н. Ориентировочная и дезориентирующая основы деятельности: иерархии целей обучения в конфликтующих системах // Вопросы психологии. – 2002. – № 5. – с. 79-84.

6. Подьяков А.Н. Противодействие обучению конкурента и «тройное» обучение в экономическом обучении // Психология. Журнал Высшей школы экономики. – 2004. – № 3. – с. 65-82.
7. Подьяков А.Н. Типы противодействия в помогающем поведении // Вопросы психологии. – 2010. – № 4. – с. 3-13.
8. 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>
9. Румянцев М.И. Гибридная имитационная модель отделения банка как системы массового обслуживания // Грузинский Электронный Научный Журнал «Компьютерные науки и телекоммуникации». – 2010. – № 2(25). – с. 85-91. – <http://gesj.internet-academy.org.ge/download.php?id=1635.pdf>
10. Румянцев М.И. Структурно-морфологический анализ бизнес-процессов коммерческого банка // Информационные технологии моделирования и управления. – 2008. – № 9(52). – с. 997-1005.
11. Mikhail I. Rumyantsev. About some applications of Kolmogorov equations to the simulation of financial institution activity // arXiv e-prints. Quantitative Finance Papers. – 2009. – No. 0912.1037. – 8 p. – <http://arxiv.org/pdf/0912.1037>.
12. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. – СПб.: КОРОНАпринт; М.: Альтекс-А, 2004 – 384 с.
13. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
14. Сендж П. Пятая дисциплина. Искусство и практика самообучающихся организаций / Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 1999. – 408 с.
15. Ульяновский А.В. Мифодизайн как метод социальной конвенции в маркетинговых коммуникациях: автореф... дисс. канд. культурологии (24.00.04) / СПб., 2000. – 24 с.
16. Форрестер Дж. Динамика развития города / Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1974. – 288 с.
17. Янковский И. Моделирование загруженности сотрудников банка // Банкаўскі веснік. – 2003. – № 5. – с. 55-56.
18. Dahai L., Trocine L., “Chapter 10. Human Factors and Discrete-Event Simulation”, in: *Human Factors in Simulation and Training*, CRC Press, 2009, pp. 189-199.
19. Haraldsson H.V. et al., “The Tyranny of Small Steps I: Discovery of an Archetypical behavior”, in *Proceedings of 23rd International Conference of the System Dynamics Society, July 17 – 21, 2005, Boston, USA*, The System Dynamics Society, Albany, NY (available at: <http://www.systemdynamics.org/conferences/2005/proceed/papers/HARAL414.pdf>).
20. Jones C.A., “Behavioral Theory In Simulation: Ambiguous Results From Simple Relationships”, in *Proceedings of 23rd International Conference of the System Dynamics Society, July 17 – 21, 2005, Boston, USA*, The System Dynamics Society, Albany, NY (available at: <http://www.systemdynamics.org/conferences/2005/proceed/papers/JONES179.pdf>).

Румянцев М.И. (26 ноября 2011). *Гибридная имитационная модель отделения банка как системы массового обслуживания: роль человеческого фактора* // Экономический и научно-технический интернет-журнал «NovaInfo.ru». – [WWW-документ]. URL <http://novainfo.ru/gibridnaya-imitacionnaya-model-otdeleniya-banka-kak-sistemy-massovogo-obsluzhivaniya-rol-chelovecheskogo-faktora> (26 ноября 2011).