

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 336.71+51-7

ЯНКОВСКИЙ  
ИГОРЬ АНАТОЛЬЕВИЧ

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ЛИКВИДНОСТИ БАНКА С ПРИМЕНЕНИЕМ  
СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук  
по специальности 08.00.13 — математические и инструментальные методы  
в экономике

Минск, 2010

Работа выполнена в УО «Белорусский государственный экономический университет»

Лапко Александр Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент, ректор, УО «Государственный институт повышения квалификации и переподготовки кадров в области газоснабжения «ГАЗИНСТИТУТ»

Официальные оппоненты:

Гейзлер Павел Сергеевич, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры, УО «Белорусский государственный экономический университет», кафедра экономики промышленных предприятий

Змитрович Анатолий Иосифович, кандидат экономических наук, профессор, профессор кафедры, ГУО «Институт бизнеса и менеджмента технологий» Белорусского государственного университета, кафедра бизнес-администрирования

Опонирующая организация

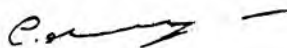
УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

Защита состоится 12 ноября 2010 г. в 14.30 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.07.02 при УО «Белорусский государственный экономический университет» по адресу: 220070, Минск, просп. Партизанский, 26, ауд. 205 (1-й учеб. корпус), тел. 209-79-56.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО «Белорусский государственный экономический университет».

Автореферат разослан 7 октября 2010 года.

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций



Миксюк С.Ф.

## ВВЕДЕНИЕ

Особенность национальной банковской системы состоит в том, что она является наиболее технологичной и устойчивой из всех отраслей экономики, однако капитализация отечественных банков остается низкой. В Республике Беларусь до настоящего времени не развито прямое финансирование экономики. Вследствие отсутствия альтернативы банковское кредитование должно бесперебойно обеспечивать потребности народного хозяйства в ликвидных средствах, но высокие процентные ставки сдерживают спрос на кредит, а начиная с IV квартала 2008 г. и весь 2009 г. банки испытывали недостаток ликвидных активов из-за роста объемов проблемных активов и оттока вкладов населения. Перечисленные явления снижают устойчивость отдельных банков и системы в целом. Каждый банк самостоятельно формирует свои ожидания относительно будущего состояния ликвидности и на их основе принимает решение об использовании механизмов межбанковского кредита, инструментов Национального банка по поддержанию ликвидности и других, стремясь максимизировать ожидаемую прибыль.

Формирование обоснованных прогнозов состояния ликвидности является неоднозначной задачей. Д. Кэйтс, Дж. Дарлинг, П. Деккер, Д. Даймонд, П. Дибвинг, Р. Гарвер, Б. Джексон, Т. Рикс, С. Тернер, Л.И. Абалкин, Э.Н. Васищенко, Т. Кох, Д. МакНотон, П. Роуз, М.А. Поморина, Дж. Синки в своих публикациях раскрыли некоторые подходы к решению проблемы управления ликвидностью. Вопросы такого управления входят в область научных интересов и отечественных специалистов. Подходы С. Богданкевича, В. Савоня, В. Тарасова, К. Узких основаны на методиках расчетов, исходными данными для которых являются характеристики банковских счетов (остатки, срочность). Методики расчета показателей ликвидности банка Национального банка Республики Беларусь также предусматривают группировку остатков на счетах банка по срочности. Следовательно, составив обоснованный прогноз остатков на счетах, банк получает основу для расчета прогнозируемых показателей ликвидности.

Представленные подходы не дают возможности решить следующие вопросы: 1) сколько, когда, какого типа и с какими остатками будет открыто новых счетов в банке; сколько счетов будет закрыто; 2) какой будет величина сальдо текущих (расчетных) счетов и счетов до востребования юридических и физических лиц, которые используются при расчете показателей ликвидности?

В диссертации первый вопрос предложено решить путем использования экспертных оценок вновь возникающих требований и обязательств банка. Второй вопрос до настоящего времени банки решали, применяя модель условно-постоянных остатков. Соискателем рекомендован иной подход к решению проблемы — использовать метод статистических испытаний. Это предложение

обосновано результатами проведенного анализа изменчивости остатков существующих счетов.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами.** Тема диссертации соответствует приоритетному направлению государственной программы фундаментальных и прикладных научных исследований на 2006—2010 годы «Теоретико-методологические основы формирования и функционирования в Республике Беларусь социально ориентированной рыночной экономики».

Диссертационная работа выполнялась в тесной связи с темой научно-исследовательской работы Полесского государственного университета «Теоретико-методологические основы формирования и устойчивого развития национальной банковской системы» (ГР № 20090500, 2006—2010 гг.), а также в рамках государственной программы фундаментальных и прикладных научных исследований в области естественных, технических, гуманитарных и социальных наук на 2006—2010 годы «Теоретико-методологические основы устойчивого инновационного развития социально ориентированной экономики Республики Беларусь («Экономика и общество» 1.03)», выполняющейся по заданию Национальной академии наук и Министерства образования Республики Беларусь.

**Цели и задачи исследования.** Целью диссертационного исследования является разработка модели прогнозирования показателей ликвидности банка для обеспечения его устойчивого развития.

Указанная цель обусловила постановку и решение следующих задач:

- исследовать проблему управления ликвидностью банка как одним из основных показателей, характеризующих его устойчивое развитие; на основе существующих методов управления ликвидностью банка разработать статистическую имитационную модель прогнозирования показателей ликвидности банка;
- разработать методику формирования прогнозных остатков на счетах банка в условиях неполных исходных данных на базе метода статистических испытаний (метода Монте-Карло) для краткосрочного прогнозирования показателей ликвидности и других показателей деятельности банка;
- предложить программную реализацию модели для подготовки прогнозов показателей ликвидности банка, экспериментально оценить эффективность ее применения в банках Республики Беларусь для обеспечения их устойчивого развития.

Объектом исследования выступает процесс подготовки прогнозов показателей ликвидности, характеризующих устойчивое развитие банка, в условиях

неопределенности. Предметом исследований является комплекс взаимосвязанных имитационных моделей, обеспечивающих информационную поддержку на горизонте прогнозирования при управлении ликвидными активами в условиях белорусской экономики. Выбор объекта и предмета исследования обусловлен необходимостью совершенствования прогнозирования показателей ликвидности банка при принятии решений по управлению ликвидными активами в условиях нестохастической неопределенности данных с применением стохастической имитационной модели.

### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Структурная схема имитационной модели прогнозирования показателей ликвидности банка, объединяющая локальные модели деятельности банка в комплекс. Предлагаемая структурная схема позволяет реализовать модифицированный метод источников и использования средств (метод денежного потока) для оценки потребности в ликвидных средствах и управления ими на горизонте прогнозирования. Модификация метода состоит:

а) во введении экспертных оценок вновь возникающих требований и обязательств банка, что позволяет учесть различные сценарии активности клиентов банка;

б) имитации изменчивости остатков на текущих расчетных счетах и счетах до востребования, что учитывает неопределенность сроков исполнения обязательств по указанной группе счетов.

2. Комплекс имитационных моделей деятельности банка, объединенных в соответствии со структурной схемой в имитационную модель прогнозирования показателей ликвидности банка (МППЛБ), и разработанная методика формирования прогнозных остатков на счетах банка на основе метода статистических испытаний (метода Монте-Карло). МППЛБ предназначена для подготовки прогноза остатков на счетах банка и, в отличие от известных, имитирует работу каждого счета в отдельности. Это обеспечивает структурное подобие модели действующему банку и позволяет:

- рассчитывать прогнозируемые показатели мгновенной, текущей, краткосрочной ликвидности, показатель минимального соотношения ликвидных активов и суммарных активов банка по действующим методикам Национального банка Республики Беларусь, прогнозируемый показатель запаса ликвидных активов банка и оптимальную величину такого запаса с точки зрения максимизации дохода банка с шагом 1 банковский день;

- формировать рекомендуемую процентную ставку по активным и пассивным операциям банка различной срочности и риска на основе предложенных эконометрических моделей ставки возможного гарантированного дохода, индекса потребительских цен и статистики просроченных кредитов банка.

При разработке модели было выявлено, что остатки на текущих расчетных счетах являются случайными нормально распределенными величинами со слабым разнонаправленным взаимным влиянием и положительной автокорреляцией с лагом 1, поэтому в комплекс моделей была включена модель генерирования случайных остатков и разработана методика формирования прогнозных остатков на счетах банка на основе метода статистических испытаний (метода Монте-Карло). Предложенная методика отличается от ранее использовавшихся тем, что остатки на счетах формируются генератором псевдослучайных чисел при помощи различных программных процедур в зависимости от типа счета и величины сальдо предыдущего модельного момента времени, а для срочных операций генерируется момент погашения в диапазоне срока действия сделки. Количество испытаний для формирования одного прогноза — более 100, шаг прогнозирования — 1 день. Методика может применяться в любом банке Республики Беларусь. Ее особенностью является использование минимального количества исходных данных без их привязки к историческим временным рядам сальдо счетов, что имитирует неопределенность будущего. Методика не имеет недостатков агрегированных моделей.

3. Программная реализация МППЛБ на основе импорта остатков на счетах банка из автоматизированной банковской системы и ручного ввода экспертных оценок возникающих новых требований и обязательств банка; программные алгоритмы формирования прогнозных остатков на открытых счетах банка, в том числе для текущих расчетных счетов, на базе метода линейного конгруэнтного генератора. Практическая апробация МППЛБ показала хорошее качество формирования краткосрочных прогнозов (совпадение до 97 % при прогнозировании величины требований и обязательств банка и до 88 % — при прогнозировании величины накопленной прибыли). Снижение среднедневных остатков на корреспондентских счетах банка за счет их дополнительного размещения на межбанковском рынке позволило получить дополнительный процентный доход в размере не менее 1 % общего объема процентных доходов банка за каждый месяц эксплуатации.

**Личный вклад соискателя.** Диссертация является законченным научным трудом, выполненным соискателем самостоятельно и базирующимся на изучении нормативной, экономической, математической и технической литературы, деятельности банков, информационных банковских технологий, обработке статистических данных, экспертных оценок и составлении прогнозов показателей деятельности банков. Статистическая имитационная модель прогнозирования показателей ликвидности банка, методика формирования прогнозных остатков на счетах банка на основе метода Монте-Карло, программная реализация модели прогнозирования показателей ликвидности банка разработаны автором лично.

**Апробация результатов диссертации.** Результаты и основные положения диссертационного исследования докладывались на международной научно-практической конференции «Актуальные аспекты денежно-кредитной политики» (Пинск, 2003), научно-практической конференции «Оплата труда по конечным результатам и предельные измерения как инструменты повышения эффективности деятельности предприятия» (Бобруйск, 2003), международной конференции «Modeling and Simulation» (Минск, 2004), международной методической конференции «Развитие банковского сектора экономики и совершенствование подготовки банковских специалистов» (Пинск, 2004), международных научно-практических конференциях «Устойчивое развитие экономики: состояние проблемы и перспективы» (Пинск, 2007, 2009), международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы развития финансово-кредитного механизма в инновационной экономике» (Минск, 2007).

**Опубликованность результатов диссертации.** По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, в том числе 2 монографии (14 авторских листов), 5 статей в научных рецензируемых журналах (2,0 авторских листа), 2 — в сборниках научных трудов, 7 — в материалах конференций. В совместных публикациях соискателю принадлежат положения, содержащиеся в его диссертации.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения, библиографического списка и приложений. Работа изложена на 140 страницах. Объем, занимаемый 25 рисунками, 13 таблицами и 11 приложениями, составляет 33 страницы. Библиографический список включает 146 наименований.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

В первой главе «Деятельность банка как объекта моделирования» проанализированы и систематизированы модели банковской деятельности (аналитическая модель Ф. Эджворта, определяющая количественное соотношение величины обязательств банка и необходимых объемов резервов ликвидности; детерминированная аналитическая модель определения процентной ставки и приведенной стоимости И. Фишера; стохастические модели на основе портфельной теории Г. Марковица; однофакторная модель рынка капиталов У. Шарпа; модель банка Р. Портера, в которой теория фирмы применена к деятельности банка; модель Э. Кейна и Б. Молкила, представляющая собой симбиоз модели Портера и портфельной теории Марковица для банков; модель Сили, предполагающая одновременное управление требованиями и обязательствами банка с целью максимизации прибыли; динамическая модель деятельности банка Его-

ровой и Смудова с положительной обратной связью между результатами деятельности и величиной капитала банка в следующий период функционирования; имитационная модель деятельности банка — стратегическая банковская деловая игра UBS-IV «Управление банком»). Рассмотрена возможность применения теории нечетких множеств Лотфи А. Заде для построения моделей деятельности банка.

Проведен анализ отечественного и зарубежного опыта управления ликвидностью банка, характеризующей надежность, прибыльность, устойчивость финансового института. Именно эффективное управление ликвидностью позволяет минимизировать риски получения убытков, максимизировать прибыль и обеспечить устойчивое и стабильное развитие банка.

Мировая банковская практика накопила богатый опыт управления ликвидностью банков. В диссертационной работе рассмотрены шесть известных теорий управления ликвидностью. Каждая из них имеет свои достоинства и недостатки. Определено, что ни одна теория в отдельности не в состоянии полностью снизить риск ликвидности банка, поэтому в настоящее время банки в своей практической деятельности вынуждены опираться на рекомендации всех этих теорий, отдавая предпочтение какой-либо одной исходя из собственного понимания специфики условий в каждой конкретной ситуации.

Проанализированы три основные стратегии, применяемые в практике управления ликвидностью. Сделан вывод о том, что выбор стратегии управления ликвидностью осуществляется после оценки банком потребности в ликвидных средствах и их доступности. Для решения данной задачи и управления ликвидными средствами используются семейства методов. Белорусская практика применения методов управления ликвидностью свидетельствует о том, что все банки используют нормативный метод управления ликвидностью, рассчитывая ее показатели по единой методике. Национальным банком созданы условия для реализации метода структуры средств для управления ликвидностью, в частности его разновидности — метода активного управления портфелем. Применение метода источников и использования средств возможно, но затруднено из-за различия в подходах к учету розничных и оптовых продаж банковских продуктов в автоматизированных банковских информационных системах. Дальнейшее совершенствование институциональной структуры банковской системы должно обеспечить работоспособность метода управления пассивами и реализацию положений теории риск-менеджмента, что в комплексе с имеющимися возможностями позволит получить наилучшее соотношение риска ликвидности и доходности.

Каждый банк должен не только использовать прогноз ликвидности банковской системы Национального банка, но и проводить самостоятельную политику управления ликвидностью. Наиболее предпочтительным представляется



составление прогноза потребности в ликвидных средствах с применением имитационных моделей, интегрированных в банковские информационные системы, на основе метода источников и использования средств. Особенность применения данного метода в диссертационной работе состоит в том, что субъективность поведения участников операций банка учитывается путем экспертной оценки появления новых требований и обязательств банка в виде нечетких треугольных чисел на горизонте прогнозирования.

Анализ известных моделей деятельности банков позволяет сделать вывод о том, что не существует моделей, охватывающих одновременно весь спектр операций банка как финансового посредника, специализированной фирмы. Математические и имитационные модели позволяют провести многочисленные эксперименты без социального риска. Предложено использовать симбиоз детерминированных, стохастических моделей и моделей на основе теории нечетких множеств для объединения их достоинств и преодоления существенных недостатков.

Во второй главе «Имитационная модель прогнозирования показателей ликвидности банка» описан комплекс взаимосвязанных имитационных моделей, предназначенный для формирования прогнозов будущего состояния ликвидности банка (рисунок 1). В модели осуществляется имитация будущих остатков на счетах банка. По действующим методикам проводятся расчеты будущих показателей ликвидности, а исходными данными выступают вычисленные виртуальные остатки. Прогноз будущего состояния ликвидности является основой для принятия решений по привлечению ликвидных активов из различных источников или их размещению с целью максимизации прибыли банка.

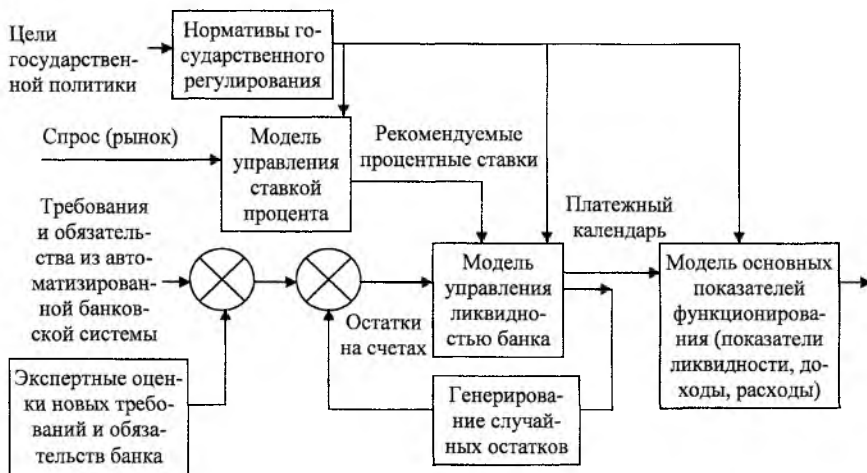


Рисунок 1 — Структурная схема имитационной модели

Первая составляющая имитационной модели — модель управления ставкой процента. Процентные ставки в ней определяются согласно общей теории определения уровня ставки процента в мультипликативной форме:

$$r = (1+r_e)(1+x)(1+r_k)(1+r_p) - 1, \quad (1)$$

где  $r_i$  — реальная ставка процента, представляющая собой ставку возможного гарантированного дохода;

$x$  — ожидаемый уровень инфляции;

$r_k$  — премия за кредитный риск;

$r_p$  — премия за процентный риск.

Реальная ставка процента определяется из построенной модели авторегрессии третьего порядка AR(3) индикатора рыночного портфеля (в круглых скобках под коэффициентами указана соответствующая стандартная ошибка):

$$r_i(t) = GKO = \underset{(0,0005)}{-0,003} \cdot N + \underset{(0,03)}{0,24} \cdot GKO(-1) + \underset{(0,03)}{0,12} \cdot GKO(-2) + \underset{(0,03)}{0,14} \cdot GKO(-3) + \underset{(0,75)}{8,86}, \quad (2)$$

где  $N$  — номер наблюдения ( $N = 0$  для 03.01.2005 г.);

$GKO(-1)$ ,  $GKO(-2)$ ,  $GKO(-3)$  — значение доходности ГКО с лагом 1, 2 и 3 дня.

Ожидаемый уровень инфляции учитывается из построенной модели:

$$x(t) = x(t-Q1) + e^{\underset{(0,216 \cdot DLBAZA(-2) - 0,144 \cdot DL\_BYR\_USD(-2) - 0,018)}{}} \quad (3)$$

где  $x(t)$  — прогнозный уровень инфляции текущего квартала;

$(t-Q1)$  — предыдущий календарный квартал;

$DLBAZA(-2)$  — первая разность логарифма денежной базы с лагом два квартала (стандартная ошибка вычисленного коэффициента  $\sigma = 0,07$ );

$DL\_BYR\_USD(-2)$  — первая разность логарифма среднеквартального курса американского доллара к белорусскому рублю с лагом два квартала ( $\sigma = 0,05$ );

стандартная ошибка вычисленного свободного члена  $\sigma = 0,008$ .

Величина премии за кредитный риск определяется в зависимости от статистики невозвратов для различных групп кредитополучателей, а премия за процентный риск пропорциональна срочности сделки.

Предложенная модель управления ставкой процента позволяет сформировать рекомендуемую процентную ставку для активных и пассивных банковских операций, отличающихся срочностью и рисками. В зависимости от ситуации она может стимулировать приток либо отток ликвидных активов.

Вторая составляющая — модель управления ликвидностью на основе метода источников и использования средств (метода разрывов ликвидности), который позволяет реализовать все стратегии управления ликвидностью. Данная модель представляет собой имитатор работы каждого открытого банковского счета в отдельности. Построена полная дискретная модель управления платежным календарем, учитывающая разрывы ликвидности по заключенным дого-

ворным обязательствам ( $G_w$ ), поправочный поток денежных средств для каждой «временной корзины» ( $A_j$ ), новые предполагаемые разрывы ликвидности ( $G_{new}$ ), полученные на основе экспертных оценок в форме нечеткого треугольного числа (для учета нестохастической неопределенности). Именно методы теории нечетких множеств позволяют получить наиболее точный прогноз в нестохастических условиях неустойчивой динамики экономической конъюнктуры, в которых функционируют белорусские банки. Итоговый прогноз разрывов ликвидности ( $G$ ) представлен в форме нечеткого треугольного числа (рисунок 2):

$$G = G_w + G_{new} + A_j. \quad (4)$$

Каждый элемент матрицы  $G = (g_j)$  размерности  $1 \times n$  представляет собой прогнозное значение абсолютной величины избытка или недостатка ликвидности в форме нечеткого треугольного числа —  $g_j = (g_{j\min}, g_{j\text{real}}, g_{j\max})$ ,  $j = \overline{1, n}$ , а  $n$  — рассматриваемое количество «временных корзин».

Оптимальная величина разрыва ликвидности с точки зрения максимизации доходов банка ( $G_{opt}$ ) вычисляется по формуле, предложенной А. Наприенко:

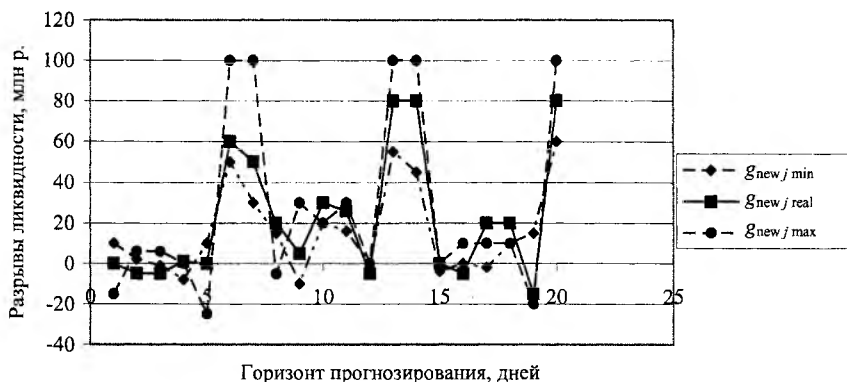
$$G_{opt} = \sqrt{\frac{P(t)^2 \cdot k_4 \cdot r_{ov}}{r_a}}, \quad (5)$$

где  $P(t)$  — объем привлеченных средств в момент времени  $t$ ;

$k_4$  — константа (задается экспертно и характеризует прироб кривой зависимости вероятности оттока привлеченных средств от доли ликвидных активов в объеме привлеченных средств) ( $k_4 = 0, 1$ );

$r_{ov}$  — ставка по однодневному расчетному кредиту «овернайт»;

$r_a$  — средневзвешенная доходность активов банка.



**Рисунок 2 — Прогноз возникающих разрывов ликвидности в виде нечеткого треугольного числа для уровней предположительности  $\alpha = 0$  ( $g_{new j \min}$ ,  $g_{new j \max}$ ) и  $\alpha = 1$  ( $g_{new j \text{real}}$ )**

Полученный прогноз разрывов ликвидности и вычисленная оптимальная величина четко указывают менеджеру, ответственному за состояние ликвидности, какие действия необходимо предпринять для различных временных интервалов.

Третья составляющая — модель основных показателей функционирования, представляющая собой совокупность математических выражений расчета показателей ликвидности, доходов и расходов банка, прогнозируемой прибыли в принятых обозначениях. Расчет показателей ликвидности включает нахождение показателей мгновенной ликвидности ( $K_{lm}$ ), текущей ликвидности ( $K_{lt}$ ), краткосрочной ликвидности ( $K_{lk}$ ), минимального соотношения ликвидных активов и суммарных активов банка ( $K_{hl}$ ). Результаты соотносятся с нормативами центрального банка и влияют на показатели следующего модельного дня, для которого расчет прогноза осуществляется автоматически.

Программная реализация модели прогнозирования показателей ликвидности банка была апробирована при принятии управленческих решений в банках Республики Беларусь и показала хорошее качество формирования краткосрочных прогнозов.

В третьей главе «Методика формирования прогнозных остатков на счетах банка в условиях неполной информации» описаны особенности использования имитационной модели при отсутствии достаточного объема статистической информации для построения эконометрических моделей. Схематично методика представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 — Схема моделирования в условиях неполной информации

Была выдвинута гипотеза о том, что остатки по текущим расчетным счетам клиентов, вклады и кредиты до востребования — нормально распределенная случайная величина. Для оценки характеристик этой случайной величины проведен анализ изменчивости остатков по выборке из шести разновидностей счетов за один год (360 наблюдений). Проверка гипотезы о виде закона распреде-

ления осуществлена на основе двух критериев:  $\chi^2$  Пирсона и Колмогорова–Смирнова. Результаты тестов позволили не отклонить выдвинутую гипотезу.

Анализ автокорреляционных свойств временных рядов остатков на счетах позволил сделать вывод о наличии положительной корреляции остатков с лагом, равным 1. Анализ взаимного влияния остатков на разных счетах на основе матрицы парных корреляций свидетельствует о слабом разнонаправленном взаимном влиянии остатков на счетах.

Исходя из вышеизложенного осуществляется формирование прогнозных сальдо счетов генерированием последовательности чисел, имитирующих случайные нормально распределенные числа с описанными характеристиками программно по методу линейного конгруэнтного генератора (ЛКГ). Анализ трудов Дж.С. Фишмана, Л.Р. Мура III, П.А.В. Левиса, А.С. Гудмана и Дж.М. Миллера по выбору наилучших коэффициентов в алгоритмах метода ЛКГ позволил получить длину цикла сгенерированных псевдослучайных чисел, равную  $(2^{31} - 1)$ , что значительно превышает возможные горизонты прогнозирования экономических процессов.

При формировании сальдо для разных групп счетов (выделено 19 групп на основе инструкции по ведению бухгалтерского учета в банках), работа которых аналогична внутри группы, используются различные алгоритмы и базы (исходные значения) для генерирования его случайных величин. Например, прогноз сальдо счетов кассы на тридцатидневную перспективу представляется в виде прямоугольной матрицы  $(A_k)$  размерностью  $m \times n$ :

$$A_k = \left\| a_{kj} \right\|_{m \times n}, \quad (6)$$

где  $a_{kj}$  — элементы матрицы, характеризующие величину остатков на счетах кассы ( $a_{k0}$  — остаток на 1-е число месяца), представляющие собой случайные числа в диапазоне от 0 до  $2a_{k0}$  (за базу для генерирования случайной величины принимается остаток за предыдущий день (Rrand([Сальдо( $t$ )); Rrand([Сальдо( $t + 1$ )); ...; Rrand([Сальдо( $t + 30$ )]));

$i$  — индекс счетов, открытых в различных валютах (количество счетов  $m = 99$ );

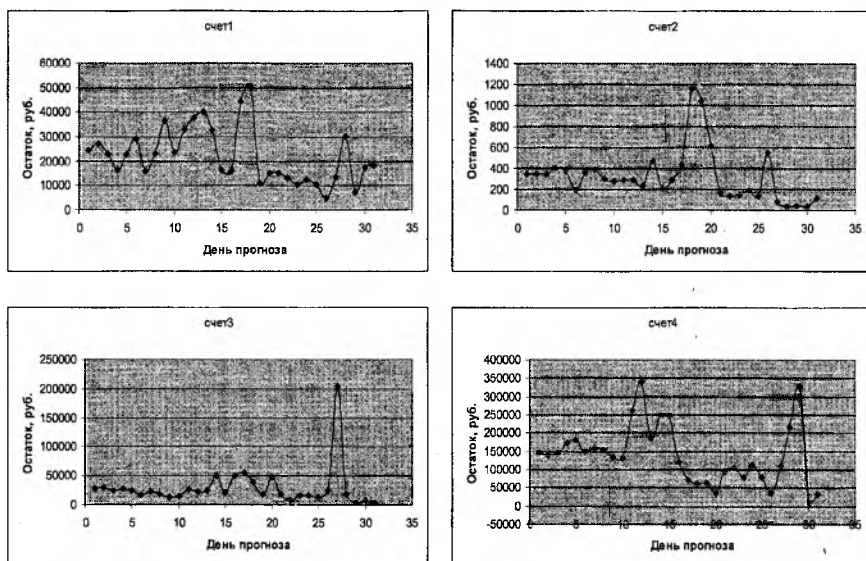
$j$  — индекс «временной корзины» (количество корзин  $n = 30$ ).

Часть текста запроса компьютерной программы представлена на рисунке 4.

<p>Сальдо(<math>t + 1</math>): Int(Rrand(-[Сальдо(<math>t</math>)])) · [Сальдо(<math>t</math>) · 2];  Сальдо(<math>t + 2</math>): Int(Rrand([Сальдо(<math>t + 1</math>)])) · [Сальдо(<math>t</math>) · 2];  ...;  Сальдо(<math>t + 30</math>): Int(Rrand([Сальдо(<math>t + 29</math>)])) · [Сальдо(<math>t</math>) · 2],</p>
--

**Рисунок 4 — Текст части запроса формирования прогноза сальдо счетов кассы банка**

Таким образом, были построены модели работы всех счетов банка и получен платежный календарь «затухающих» платежей. На рисунке 5 выборочно представлены прогнозы остатков по счетам из группы счета до востребования юридических лиц.



**Рисунок 5 — Прогноз динамики сальдо счетов до востребования**

Для получения математического ожидания сальдо каждого счета на ближайшие 30 дней были проведены 112 испытаний, в результате которых составлены 112 имитационных прогнозов (сгенерированы случайные сценарии). Сформулированы аналитические выводы по результатам моделирования: в моделируемом банке прогнозировался недостаток ликвидных активов в белорусских рублях и евро, в то же время ожидался избыток средств в долларах США и российских рублях. Приведенный корреспондентский счет банка в национальной валюте ожидался с избытком средств. Рекомендовалось оперативно привлекать средства в национальной валюте и евро для организации бесперебойного проведения расчетов и обеспечения спроса клиентов на кредит в указанных валютах и активизировать мероприятия по дополнительному размещению свободных ликвидных активов в долларах США и российских рублях.

Матрица парных корреляций прогнозных остатков по выборочным счетам свидетельствует о слабой разнонаправленной связи, что соответствует характеру взаимосвязей реальных счетов.

Результаты проверки автокорреляционных свойств прогнозных остатков подтверждают, что для рядов прогнозных остатков существует автокорреляционная зависимость с лагом 1, поэтому итоги моделирования были признаны сопоставимыми с реальными остатками, а методика — приемлемой для прогнозирования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации.

1. При рассмотрении проблемы управления ликвидностью банка установлено, что существует единое понимание термина «ликвидность» — способность банка в любой момент времени выполнить свои обязательства как по возврату заемных средств, так и по выдаче новых кредитов, бесперебойному осуществлению расчетов. Изучены достоинства и недостатки шести теорий, трех основных стратегий, четырех методов управления ликвидностью с множеством вариантов их реализации; сделан вывод о всестороннем теоретическом обосновании менеджмента ликвидности. Анализ существующих моделей деятельности банка (проанализированы 11 базовых моделей и 6 направлений банковского моделирования в Республике Беларусь) позволяет сделать вывод о том, что ни одна из известных моделей деятельности банка не описывает в полном объеме процесс его функционирования, каждая из них имеет узконаправленное назначение. Разработанная статистическая имитационная модель прогнозирования показателей ликвидности банка (комбинация детерминированных, стохастических моделей и моделей на основе теории нечетких множеств с двумя контурами обратной связи) дает возможность в динамике прогнозировать состояние ликвидности банка и выполнение им государственных пруденциальных нормативов. Модель состоит из комплекса моделей, имитирующих работу каждого открытого на момент моделирования счета и счетов, которые будут открыты в будущем. В отличие от известных, она оценивает вновь возникающие требования и обязательства экспертно в форме нечеткого треугольного числа (соответственно, и прогноз показателей деятельности (в том числе и ликвидности) представляет собой нечеткое треугольное число) [2, 4, 5, 11, 12, 13]. Модель позволяет: предсказать негативные изменения ликвидности банка, заблаговременно принять меры по ее поддержанию; оценить множество прогнозных значений каждого расчетного показателя — четырех действующих показателей ликвидности, установленных Национальным банком Республики Беларусь, прогнозное значение запаса ликвидных активов и расчетное значение норматива запаса ликвидных активов, определяемого с целью максимизации прогнозных доходов банка без ухудшения показателей ликвидности. Количество прогноз-

ных значений каждого показателя определяется количеством факторов, участвующих в расчете.

2. В рамках экспериментальных исследований возможности использования статистической имитационной модели в банках разработана методика формирования прогнозных остатков на счетах в условиях неполных исходных данных на основе метода статистических испытаний (метода Монте-Карло), которая отличается от ранее использовавшихся тем, что остатки на счетах формируются генератором псевдослучайных чисел при помощи различных программных процедур в зависимости от типа счета и величины сальдо предыдущего модельного момента времени, а для срочных операций генерируется момент погашения в диапазоне срока действия сделки. Количество испытаний для формирования одного прогноза — более 100, шаг прогнозирования — 1 день. Методика может применяться любым банком Республики Беларусь. Ее особенностью является использование минимального количества исходных данных без привязки их к историческим временным рядам сальдо счетов, что имитирует неопределенность будущего [2, 6, 14, 15]. Методика моделирования работы каждого счета в отдельности позволяет применять все действующие методики пруденциального надзора за деятельностью банков, в том числе методики расчета показателей ликвидности, установленных Национальным банком Республики Беларусь, рекомендованных Базельским комитетом, а также фирменные банковские методики. Она не имеет недостатков агрегированных моделей.

3. Разработаны программная реализация модели прогнозирования показателей ликвидности банка на основе импорта остатков на счетах из автоматизированной банковской системы и ручного ввода экспертных оценок возникающих новых требований и обязательств банка; программные алгоритмы формирования прогнозных остатков на открытых счетах. Практическая эксплуатация МППЛБ показала хорошее качество формирования краткосрочных прогнозов (совпадение до 97 % при прогнозировании величины требований и обязательств банка и до 88 % — при прогнозировании величины накопленной прибыли) [2]. Уменьшение среднедневных остатков на корреспондентских счетах за счет их дополнительного размещения на межбанковском рынке позволило получить дополнительный процентный доход в размере не менее 1 % общего объема процентных доходов банка за каждый месяц эксплуатации и предупредить кризисы ликвидности для обеспечения его устойчивого развития.

**Рекомендации по практическому использованию результатов.** Модель прогнозирования показателей ликвидности банка была успешно применена для краткосрочного прогнозирования состояния банковских счетов, потребности в



ликвидных средствах, величин экономических нормативов ликвидности, прибыли банка (справка о внедрении результатов диссертационного исследования в ОАО «Белгазпромбанк» от 20.11.2006 г.). Достоверность прогноза величины остатков привлеченных и размещенных средств по сопоставимым данным составила до 97 %, а прогноза накопленной прибыли — 88 % (прибыль в прогнозе была меньше фактической). Развитие модели предполагает построение графика объемов пополнения картчетов. Уменьшение неопределенности будущей структуры баланса банка учитывается путем введения вновь возникающих требований и обязательств банка экспертно в форме нечетких треугольных чисел. Уменьшение погрешности метода Монте-Карло пропорционально квадратному корню от количества статистических испытаний, поэтому количество испытаний необходимо увеличить до 10 000.

Модель была интегрирована в автоматизированную систему управления филиала ОАО «Белагропромбанк» (Гродненское областное управление). Краткосрочные прогнозы разрывов ликвидности, составленные по авторской методике, позволили получать филиалу дополнительный процентный доход за счет размещения на межбанковском рынке свободных денежных средств без создания кризисов ликвидности (акт о внедрении результатов диссертационного исследования от 06.06.2005 г.).

Внедрение элементов динамической модели деятельности банка в практику работы Главного управления банковского надзора Национального банка Республики Беларусь показало возможность уменьшения количества предоставляемых банками форм отчетности при одновременном сохранении качества пруденциального надзора со стороны Национального банка Республики Беларусь (акт о внедрении результатов диссертационного исследования от 12.01.2006 г.).

Авторская методика использования динамической модели деятельности банка изучалась при преподавании курса «Стратегическое управление банком» в Рижской высшей банковской школе. Демонстрация работы модели повышает наглядность составления прогнозов потребности банка в ликвидных средствах, доходов и расходов, динамики собственного капитала банка; способствует формированию у студентов целостного представления о факторах, влияющих на принятие решений; интенсифицирует процесс подачи материала курса, а также стимулирует учащихся к научным исследованиям (акт о внедрении результатов диссертационного исследования от 11.02.2005 г.).

Включение авторской динамической модели деятельности банка, интегрированной с бухгалтерским модулем программы автоматизации «Операционный день банка», в курс «Экономико-математические методы и модели», преподаваемый в Пинском государственном высшем банковском колледже, увеличива-

ло интерес студентов к научным исследованиям в области совершенствования банковской деятельности (акт о внедрении результатов диссертационного исследования от 24.12.2004 г.).

Развитие статистической имитационной модели прогнозирования показателей ликвидности банка предполагает формулирование единых требований к *ИСХОДНЫМ ДАННЫМ*, что позволит при одновременном внедрении их в банках второго уровня и Национальном банке Республики Беларусь обеспечить единство методического подхода к прогнозированию потребности в ликвидных активах для каждого банка, что снизит риск ликвидности национальной банковской системы.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### *Монографии*

1. Янковский, И.А. Теоретико-методологические основы формирования и устойчивого развития национальной банковской системы / К.К. Шебеко, В.М. Мальцевич, Е.С. Бобрикович, Д.А. Дмитриев, Е.Н. Дмитриева, Е.С. Пенталь, Н.Г. Петрукович, И.А. Янковский ; под общ. ред. К.К. Шебеко. — Минск : Право и экономика, 2008. — 149 с.
2. Янковский, И.А. Моделирование показателей деятельности банка / И.А. Янковский. — Минск : Право и экономика, 2008. — 140 с.

### *Статьи в научных рецензируемых журналах*

3. Янковский, И.А. Моделирование загруженности сотрудников банка / И.А. Янковский // Банк. вестн. — 2003. — № 13. — С. 55—56.
4. Янковский, И.А. Модель прогнозирования доходности активно-пассивных операций / А.А. Лапко, И.А. Янковский // Вестн. Ассоц. белорус. банков. — 2003. — № 35—36. — С. 29—33.
5. Янковский, И.А. Нечеткие множества и прогнозирование ликвидности банка / А.А. Лапко, И.А. Янковский // Банк. вестн. — 2004. — № 13. — С. 30—34.
6. Янковский, И.А. Игровая модель деятельности банка / И.А. Янковский // Банк. вестн. — 2007. — № 4. — С. 44—49.
7. Янковский, И.А. Генезис математических моделей банка / И.А. Янковский // Банк. вестн. — 2008. — № 4. — С. 27—30.

8. Янковский, И.А. Реинжиниринг банковского бизнеса / И.А. Янковский // Совершенствование финансово-кредитного механизма в условиях трансформации экономики Республики Беларусь : сб. ст. молодых ученых и магистров ВШУБ / Белорус. гос. экон. ун-т. — Минск, 2000. — С. 82—84.

9. Янковский, И.А. Инструменты имитационного моделирования деятельности банка / И.А. Янковский // Экономический потенциал Республики Беларусь: состояние и развитие : сб. тр. магистров и преподавателей ВШУБ / Белорус. гос. экон. ун-т. — Минск, 2001. — С. 69—70.

*Материалы конференций*

10. Янковский, И.А. Моделирование загруженности сотрудников подразделений отделения коммерческого банка / И.А. Янковский // Оплата труда по конечным результатам и предельные измерения как инструменты повышения эффективности деятельности предприятия : материалы науч.-практ. конф., Бобруйск, 17—18 апр. 2003 г. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: Н.Г. Бобрицкий [и др.]. — Минск, 2003. — С. 475—479.

11. Янковский, И.А. О прогнозировании состояния ликвидности коммерческого банка в условиях переходной экономики / И.А. Янковский // Актуальные аспекты денежно-кредитной политики : материалы междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 10—11 нояб. 2003 г. / Пинск. гос. высш. банк. колледж Нац. банка Респ. Беларусь ; редкол.: И.В. Новикова [и др.]. — Минск, 2004. — С. 199—201.

12. Jankovskiy, I. Use of expert estimations in the form of indistinct triangular number for forecasting the condition of liquidity of commercial bank / I. Jankovskiy // Modeling and simulation : proc. of Intern. conf., Minsk, 27—29 apr. 2004 / Belarus. state univ. ; ed.: V. Krasnoproshin, J.G. Aluja. — Minsk, 2004. — P. 361—363.

13. Янковский, И.А. Динамическая модель деятельности банка / И.А. Янковский // Развитие банковского сектора экономики и совершенствование подготовки банковских специалистов : материалы междунар. науч.-метод. конф., Пинск, 13—15 окт. 2004 г. / Пинск. гос. высш. банк. колледж Нац. банка Респ. Беларусь ; редкол.: С.Г. Голубев [и др.]. — Пинск, 2004. — С. 108—109.

14. Янковский, И.А. Имитационное моделирование деятельности банка / И.А. Янковский // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы и перспективы : сб. науч. ст. I междунар. конф., Пинск, 10—11 мая 2007 г.: в 4 ч. / Полес. гос. ун-т ; редкол.: К.К. Шебеко [и др.]. — Пинск, 2007. — Ч. 4. — С. 132—136.

15. Янковский, И.А. Имитационная модель банка / И.А. Янковский // Актуальные проблемы развития финансово-кредитного механизма в инновационной экономике : материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 29—30 нояб. 2007 г. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: Г.А. Короленок [и др.]. — Минск, 2007. — С. 213—214.

16. Янковский, И.А. Модель прогнозирования индекса потребительских цен / И.А. Янковский // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы : материалы III междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 23—25 апр. 2009 г. : в 2 ч. / Полес. гос. ун-т ; редкол.: К.К. Шебеко [и др.]. — Пинск, 2009. — Ч. 1. — С. 189—190.



## РЭЗІЮМЭ

Янкоўскі Ігар Анатол'евіч

### Прагназаванне паказчыкаў ліквіднасці банка з выкарыстаннем статыстычнай імітацыйнай мадэлі

**Ключавыя словы:** кіраванне ліквіднасцю банка, прыбытак банка, мадэлі дзейнасці банка, імітацыйнае мадэляванне, прагназаванне, метады Монтэ-Карла, тэорыя недакладных мностваў.

**Мэта даследавання:** распрацоўка мадэлі прагназавання паказчыкаў ліквіднасці банка для забеспячэння яго ўстойлівага развіцця.

**Метады даследавання:** метады імітацыйнага мадэлявання, тэорыі верагоднасці і недакладных мностваў. Асноўным навуковым метадам даследавання з'яўляецца напраўлены вылічальны эксперымент.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна.** Распрацаваны: статыстычная імітацыйная мадэль прагназавання паказчыкаў ліквіднасці банка (камбінацыя дэтэрмінаваных, стахастычных мадэляў і мадэляў на аснове тэорыі недакладных мностваў), якая дазваляе ў дынаміцы прагназаваць стан ліквіднасці банка і выкананне ім дзяржаўных прудэнцыяльных нарматываў; новая методыка фарміравання прагнозных астаткаў на рахунку ва ўмовах няпоўнай інфармацыі на базе метада статыстычных выпрабаванняў (метада Монтэ-Карла); новы праграмны сродак прагназавання паказчыкаў ліквіднасці банка.

**Ступень выкарыстання:** мадэль паказчыкаў дзейнасці банка ва ўмовах няпоўных даных выкарыстоўваецца ў ААТ «Белгазпрамбанк», дынамічная мадэль дзейнасці банка інтэгравана ў аўтаматызаваную сістэму кіравання філіяла ААТ «Белаграпрамбанк» (Гродзенскае абласное ўпраўленне), элементы дынамічнай мадэлі дзейнасці банка ўкаранены ў працу Галоўнага ўпраўлення банкаўскага нагляду Нацыянальнага банка Рэспублікі Беларусь.

**Галіна выкарыстання:** банкаўская сістэма Рэспублікі Беларусь, ВНУ.

## РЕЗЮМЕ

Янковский Игорь Анатольевич

### **Прогнозирование показателей ликвидности банка с применением статистической имитационной модели**

**Ключевые слова:** управление ликвидностью банка, прибыль банка, модели деятельности банка, имитационное моделирование, прогнозирование, метод Монте-Карло, теория нечетких множеств.

**Цель исследования:** разработка модели прогнозирования показателей ликвидности банка для обеспечения его устойчивого развития.

**Методы исследования:** методы имитационного моделирования, теории вероятности и нечетких множеств. Основным научным методом исследования является направленный вычислительный эксперимент.

**Полученные результаты и их новизна.** Разработаны: статистическая имитационная модель прогнозирования показателей ликвидности банка (комбинация детерминированных, стохастических моделей и моделей на основе теории нечетких множеств), которая позволяет в динамике прогнозировать состояние ликвидности банка и выполнение им государственных пруденциальных нормативов; новая методика формирования прогнозных остатков на счете в условиях неполной информации на базе метода статистических испытаний (метода Монте-Карло); новое программное средство прогнозирования показателей ликвидности банка.

**Степень использования:** модель показателей деятельности банка в условиях неполной информации используется в ОАО «Белгазпромбанк», динамическая модель деятельности банка интегрирована в автоматизированную систему управления филиала ОАО «Белагропромбанк» (Гродненское областное управление), элементы динамической модели деятельности банка внедрены в работу Главного управления банковского надзора Национального банка Республики Беларусь.

**Область применения:** банковская система Республики Беларусь, вузы.

## SUMMARY

Yankovskij Igar Anatolievich

### **The Forecasting of Bank Liquidity Indicator with use of statistical imitation Model**

**Key words:** bank liquidity management, bank profit, bank activities models, imitating modeling, forecasting, Monte Carlo method, theory of indistinct sets.

**Aim of research:** elaboration of the bank liquidity indicator forecasting model for providing bank sustainable development.

**Methods of research:** imitating modeling methods, the theory of probability and indistinct sets. The main scientific method of research is directed computing experiment.

**The received results and their novelty.** Statistical imitation model of bank liquidity indicator forecasting (combination of deterministic, stochastic models and models based on the fuzzy-set theory), which allows to forecast the state of bank liquidity and fulfill state prudential standards in dynamics, was elaborated; new methods of forming forecast balances of an account in the conditions of incomplete information on the basis of statistical probes (Monte-Carlo method) were, elaborated; new software of bank liquidity indicator forecasting was designed and developed.

**Extent of implementation:** model of bank activities indicators in the conditions of incomplete data is used in joint-stock company «Belgazprombank», bank activities dynamic model has been integrated into the automated management system of the branch of joint-stock company «Belagroprombank», Grodno regional department, the elements of the bank activities dynamic model have been introduced into the activity of Chief Banking Supervision Department of the National Bank of the Republic of Belarus.

**Sphere of implementation:** banking system of the Republic of Belarus, higher educational establishments.

Редактор *Г.В. Андропова*  
Корректор *О.В. Бордашева*  
Технический редактор *О.В. Амбарцумова*  
Компьютерный дизайн *Ю.Н. Лац*

Подписано в печать 29.09.2010. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Офсетная печать. Усл. печ. л. 1,4. Уч.-изд. л. 1,2. Тираж 66 экз. Заказ *МБ*

УО «Белорусский государственный экономический университет».  
Лицензия издательская № 02330/0494500 от 08.04.2009.  
220070, Минск, просп. Партизанский, 26.

Отпечатано в УО «Белорусский государственный экономический университет».  
Лицензия полиграфическая № 02330/0494173 от 03.04.2009.  
220070, Минск, просп. Партизанский, 26.