

10. Тараненко Е.А. Экспресс-диагностика или АТМ-тест. [Текст] // Тезисы и доклады Международной конференции «Интегративная медицина» – К.: Алтимед, 2005. – С. 80-81.
11. Тараненко Е.А. Медикаментозное тестирование. [Текст] // Тезисы и доклады Международной конференции «Интегративная медицина» – К.: Алтимед, 2006. – С. 97-100.
12. Коваленко А.С. Описание алгоритма взаимодействия параллельных информационных процессов во время диагностики пациента с помощью оборудования серии АТМ. [Текст] / А.С. Коваленко, В.В. Кузьмук, Е.А. Тараненко, Е.Г. Филіонова, Б.Н. Еремеев // Тезисы и доклады Международной конференции «Интегративная медицина» – К.: Алтимед, 2011. – С.158-161.
13. Kuzmuk V.V. Beitrag zum Entwurf von Ablaufsteuerungen. TH Karl-Marx-Stadt, Dissertationschrift, Dr.-Ing., 1980. – 103 p.
14. Кузьмук В.В. Методика алгоритмического описания и моделирования параллельных процессов управления [Текст] / В.В. Кузьмук. – К.: Наукова думка, 1981. – 56 с.
15. Васильев В.В., Кузьмук В.В. Сети Петри, параллельные алгоритмы и модели мультипроцессорных систем [Текст] / В.В. Васильев, В.В. Кузьмук. – К.: Наукова думка, 1990. – 216 с.
16. Кузьмук В.В. Модифицированные сети Петри и устройства моделирования параллельных процессов: Монография [Текст] / В.В. Кузьмук, О.А. Супруненко. – К.: Маклаут, 2010. – 252с.
17. Тесля Ю.Н. Введение в информатику природы: Монография. [Текст] / Ю.Н. Тесля. – К.: Маклаут, 2010. – 255 с.

*Була побудована системно-динамічна модель діяльності банківської системи, яка враховує основні фактори впливу на макрорівні. В результаті реалізації моделі був отриман прогноз ключових показників банківської системи на 5 років, виявлені основні тенденції розвитку*

*Ключові слова: моделювання, системна динаміка, банківська система*

*Была построена системно-динамическая модель деятельности банковской системы, учитывающая основные факторы влияния на макроуровне. В результате реализации модели был получен прогноз ключевых показателей банковской системы на 5 лет, выявлены основные тенденции развития*

*Ключевые слова: моделирование, системная динамика, банковская система*

*System dynamic model of bank system activity that included main factors on macro level was built. Forecast of the bank system key indexes on five years and basic trends were received*

*Keywords: modeling, system dynamics, bank system*

УДК 007.519.7

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ НА МАКРОУРОВНЕ

**А. А. Замула**

Аспирант

Кафедра системного анализа и  
моделирования

Институт информатики и искусственного  
интеллекта Донецкого национального  
технического университета

пр. Б.Хмельницкого, 84, г. Донецк, Украина,  
83050

Контактный тел.: 095-309-27-18

E-mail: Al\_in-ka@mail.ru

### 1. Введение

Исследование, о котором идет речь в статье, относится к области моделирования сложных систем. Эффективное развитие банковской системы является существенным фактором экономического роста страны. Банковская система должна обладать достаточной устойчивостью для противостояния кризисным ситуациям.

Главным ориентиром деятельности банка является получение прибыли, как необходимого условия его функционирования и дальнейшего развития.

Прибыль должна быть достаточна для увеличения собственного капитала, технического оснащения, формирования резервов банка. Уровень накопленной прибыли, то есть капитализации повышает надежность банковской системы, безопасность вкладов, снижает риск банковских операций. В сложных условиях политической и экономической нестабильности, падения материального производства, изучение вопроса капитализации коммерческих банков является наиболее актуальным.

В условиях жесткой конкуренции менеджмент банков обязан адекватно реагировать на изменения

для обеспечения устойчивости отдельно коммерческого банка и банковской системы в целом. Использование экономико-математических моделей позволит провести численные эксперименты с минимальными затратами и рисками. Эффективное использование моделирования в банковской деятельности позволит повысить уровень банка, обеспечивая ему лидирующие позиции на финансовом рынке.

**2. Анализ исследований и публикаций**

Вопросы моделирования банковской деятельности освещены в работах таких ученых как Витлинский В.В., Коноховский П.В., Грибов А.Ф.[2]. Следует выделить основные методы моделирования банковской деятельности.

К ним относятся: многомерные методы статистического анализа – метод главных компонент, кластерный и дискриминантный анализ, которые раскрыты в работах Сошниковой Л.А., Терещенко А.В., методы имитационного моделирования – системная динамика, процессное и дискретно-событийное моделирование – являются предметом исследования Советова Б.Я., Яковлева С.Я., методы интеллектуальных вычислений – нейросети, нечеткая логика – рассмотрены в работах Боровикова В.П., Заде Л.А., Штовбы С.Д. Все известные модели не описывают в полном объеме объект моделирования. Каждая из них имеет узконаправленное назначение. Построение максимально полной по типам операций, по функциям модели, использование системного подхода – основная задача математического моделирования деятельности банков.

**3. Формулировка целей статьи**

Целью исследования является построение модели банковской системы, позволяющей выявить основные закономерности и тенденции развития, факторы, влияющие на финансовые результаты системы, а также осуществить прогноз дальнейшей деятельности.

Объектом работы являются процессы деятельности банковской системы, а предметом – модели управления банковской деятельностью.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) разработать концептуальную модель банковской системы;
- 2) провести формализацию модели;
- 3) выявить функциональные зависимости между переменными;
- 4) реализовать построенную модель и проанализировать полученные результаты.

**4. Изложение основного материала**

Для построения концептуальной модели необходимо выделить основные факторы, влияющие на банковскую систему и установить причинно-следственные связи между ними (рис. 1).

Рассмотрим характеристики факторов с целью обоснования их включения в разработанную модель.

Факторы макромодел:

- 1) Образование. Этот фактор включает в себя следующие показатели:
  - уровень развития общего и специального образования оказывает влияние на квалификационный уровень рабочей силы. Имеет важность способность к освоению технических средств, принятию решений;
  - уровень финансовой грамотности. Финансовая грамотность необходима для управления личными финансами и принятия разумных решений при инвестировании сбережений, использовании различных финансовых продуктов и услуг, а также для планирования пенсионного обеспечения. Экономическое и финансовое образование делает косвенный вклад в финансовую стабильность стран. Понимание финансовых вопросов повышает доверие общественности к финансовой системе, формирует способность адекватно реагировать на изменения экономической ситуации.



Рис. 1. Концептуальная модель деятельности банковской системы

- 2) Мировая экономика. Национальные банковские системы, которые призваны аккумулировать и перераспределять финансовые ресурсы в рамках национальной экономической системы, находятся во всевозрастающей зависимости от международного

финансового рынка, который в эпоху глобализации превратился в самостоятельный фактор развития мировой экономики. Для определения этого фактора были выделены основные показатели макроэкономических индексов, влияющих на развитие банковской системы:

- Кредитование частного сектора - Loans to private sector (Еврозона). Индикатор, показывающий темпы роста объемов в секторе частного кредитования. Показатель является предвосхищающим индикатором, по которому можно отслеживать возможный перегрев в банковском секторе, в частности, в вопросе активности выдачи кредитов.

- Индекс настроений в экономике EMU – Economic sentiment index (Еврозона). Показатель представляет собой опережающий индикатор экономического развития. Индекс оказывает сильное влияние на развитие экономики.

- Индекс доверия потребителей – Consumer confidence of Conference Board (США). Индикатор показывает оптимизм настроений американских потребителей относительно текущих экономических условий в стране. Показатель рассчитывается на базе ежемесячного опроса, в котором респонденты оценивают перспективы экономики страны. Индекс доверия потребителей используется для составления прогноза относительно тенденций занятости населения и общего состояния экономики. Рост индикатора является положительным фактором для национальной валюты. Его снижение, напротив, ведет к падению доллара США.

3) ВВП - валовой внутренний продукт - рыночная стоимость всех конечных товаров и услуг, произведенных за год во всех отраслях экономики на территории государства для потребления, экспорта и накопления, вне зависимости от национальной принадлежности использованных факторов производства. ВВП является главной характеристикой экономической успешности страны, отслеживающей ее экономический рост или спад. Увеличение покупательной способности населения посредством кредитования влечет увеличение номинального объема использованного ВВП. Исследование отношения этого объема к объему кредитования в розничном секторе выявило прямую зависимость уровня ВВП от объемов розничного кредитования в банковском секторе.

4) Инвестиции – показывают суммарный объем капиталовложений всех предприятий страны. Рост инвестиций свидетельствует о повышении деловой активности, о росте экономики. Инвестиции оказывают влияние на объем национального производства и занятость населения, ведут к накоплению капитала, определяют процесс расширенного воспроизводства. Нерациональное использование инвестиций ведет к замораживанию производственных ресурсов, а следовательно, и к сокращению объемов национального производства.

5) Промышленность – показатель объема промышленного производства, занимающего значительную долю в ВВП государства. Промышленность составляет важнейшую часть мирового хозяйства, а на уровне экономики страны является отраслью, от которой зависят достижения народного хозяйства.

6) Резервы банка включают в себя:

- обязательные резервы - средства коммерческих банков и иных кредитных институтов, которые они обязаны хранить в НБУ в качестве гарантийного финансового фонда, обеспечивающего надежное выполнение своих обязательств перед клиентами.

- резервный фонд банка - служит для покрытия убытков банка, возникающих в результате его деятельности, а также создается для увеличения уставного фонда.

- резервы на возможные потери по ссудам - позволяет избегать колебаний величины прибыли банков в связи со списанием потерь по ссудам, тем самым воздействуя на величину капитала.

- резервы на выдачу кредитов - средства коммерческих банков для обеспечения операций по выдаче кредитов [5].

7) Кредиты – объем кредитования – важный показатель банковской деятельности, так как кредит выступает как инструмент непосредственного регулирования процессов воспроизводства. Формы регулирующего воздействия кредита весьма многообразны, оно проявляется одновременно на макроуровне (через государственную денежно-кредитную политику) и на микроуровне (через отношения с коммерческими банками), выступая необходимым источником формирования основных и оборотных средств хозяйствующих субъектов и, таким образом, способствуя непрерывности воспроизводственного процесса, кредит вместе с тем служит фактором его ускорения [1].

8) Процентная ставка – показатель, характеризующий уровень развития банковских отношений. Высокая процентная ставка свидетельствует о значительных банковских рисках, низком уровне ликвидности и необходимости увеличения резервного капитала – на микроуровне, и об экономической и финансовой нестабильности – на уровне государства.

9) Депозиты – являются совокупной ресурсной базой коммерческих банков и источником формирования резервов. Отношение наличных резервов банков к величине вкладов показывает ликвидность банковской системы.

Следующим этапом является формализация модели.

Для этого необходимо провести постановку задачи, ввести определенные допущения [4].

Постановка задачи: построить системно-динамическую модель деятельности банковской системы, учитывающей основные факторы влияния на макроуровне с целью получения прогноза ключевых показателей и анализа общих тенденций развития.

Допущения:

1) пренебрегаем доходами от операций с ценными бумагами и комиссионными доходами, учитывая только процентные доходы, так как они составляют 80% доходов всей банковской системы;

2) пренебрегаем административными расходами, так как они оказывают незначительное влияние на общее состояние системы, учитывая только процентные расходы.

Шагом моделирования является 1 год, а интервалом – 5 лет.

Построенная модель основывается на принципах системной динамики, поэтому необходимо ввести описание уровней, темпов и переменных модели.

Для построения уравнений переменные были разделены на два больших класса – уровни и темпы [3]. Для большей наглядности в уравнения были введены вспомогательные переменные.

Для данной модели, описывающей деятельность банковской системы на макроуровне, целесообразно ввести один уровень – уровень накопленной прибыли, т.е. капитализации.

- Основными темпами в модели являются:
- темп доходов банковской системы (БС)
  - темп расходов БС

Уровень капитализации записывается с помощью уравнения (1):

$$K_{BS} = K_{BS} + \int_{t_0}^t (D_{BS} - R_{BS}) dt, \tag{1}$$

где  $K_{BS}$  – уровень капитализации банковской системы в момент времени  $t$ , в млн грн./год

$D_{BS}$  – доходы БС, в млн грн./год

$R_{BS}$  – расходы БС, в млн грн./год

Темпы доходов и расходов описываются уравнениями (2) и (3):

$$D_{BS(t)} = c(t) * r_k(t) / 100, \tag{2}$$

где  $c(t)$  – объем кредитования БС в момент времени  $t$ , в млн грн./год

$r_k(t)$  – среднегодовая процентная ставка по кредитам, %

$$R_{BS(t)} = d(t) * r_d(t) / 100, \tag{3}$$

где  $d(t)$  – объем привлеченных денежных средств (депозитов) в момент времени  $t$ , в млн грн./год

$r_d(t)$  – среднегодовая процентная ставка по депозитам, %

В модели используются вспомогательные переменные:

- размер обязательного резерва, млн грн.

$$OR(t) = n(t) * d(t) / 100, \tag{4}$$

где  $n(t)$  – норма обязательного резерва, установленная НБУ, %

- объем кредитования БС

$$c(t) = c(t-1) + l(t) - m(t), \tag{5}$$

где  $l(t)$  – поток выданных кредитов

$m(t)$  – поток возврата кредитов

- объем привлеченных денежных средств (депозитов)

$$d(t) = d(t-1) + g(t) - h(t), \tag{6}$$

где  $g(t)$  – поток новых вкладов

$h(t)$  – поток изъятия депозитов

- объем прибыли

$$P_{BS(t)} = D_{BS(t)} - R_{BS(t)} \tag{7}$$

Для выявления зависимостей между оставшимися переменными был использован пакет PolyAnalyst, с помощью которого были исследованы данные за 10 лет [6], представленные в табл. 1, значение доверительного интервала для математического ожидания и  $R^2$ -статистики.

В результате реализации модели в программной среде Powersim был получен прогноз деятельности банковской системы на 5 лет. На рис. 2 представлена динамика капитализации банковской системы.

Таблица 1

Исследуемые данные

Период	ВВП, млн грн.	% ставка по кредитам	% ставка по депозитам	Индекс LPS	Индекс EMU
1	170070	25,3	13,5	10,60	97,10
2	204190	26,9	11,2	10,40	94,90
3	225810	24,8	7,8	9,80	89,50
4	267344	20,2	7,1	9,40	88,80
5	345113	19,9	7,8	8,80	87,70
6	441452	19,4	8,5	8,50	80,40
7	544153	18,4	7,6	7,80	74,90
8	720731	19,4	8,2	7,10	67,10
9	949864	21,8	9,9	5,80	68,90
10	664904	22,5	10,9	5,00	65,40
$R^2$	0,98	0,93	0,90	0,98	0,92
Доверительный интервал	[222318; 601977]	[15,3; 24,6]	[6,4; 10,6]	[5,7; 9,6]	[56,2; 92,1]

Наблюдается постепенное увеличение показателя, связанное на макроуровне с ростом ВВП, развитием промышленности, увеличением объемов кредитования. Это свидетельствует о постепенном выходе банковской системы и экономики в целом из кризисного состояния.

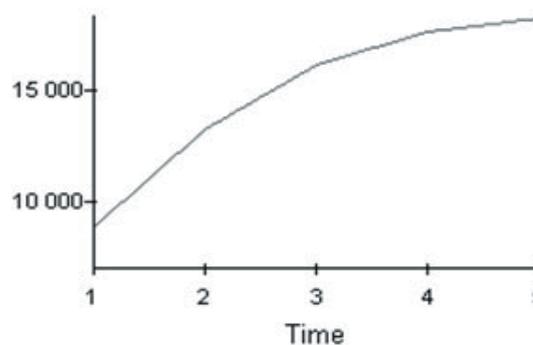


Рис. 2. Капитализация банковской системы

Существенным показателем банковской системы на макроуровне является объем кредитования, на который влияет размер процентной ставки, состояние мировой экономики. На рис. 3 наблюдается плавное увеличение суммы кредитования, т.е. возрастает потребность в кредитах, свидетельствующая о пробуждении экономики, необходимости в инвестировании средств. Также это связано с уменьшением процентной ставки до 20 % (рис. 4). Результаты

применения кредита важны и многообразны. Кредит, используемый для возвратного предоставления средств, влияет на процессы производства, реализации и потребления продукции и на сферу денежного оборота.

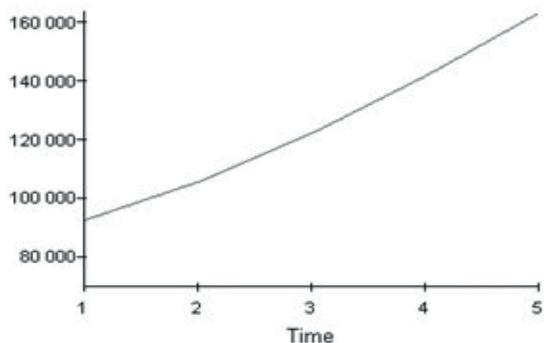


Рис. 3. Динамика объема кредитования

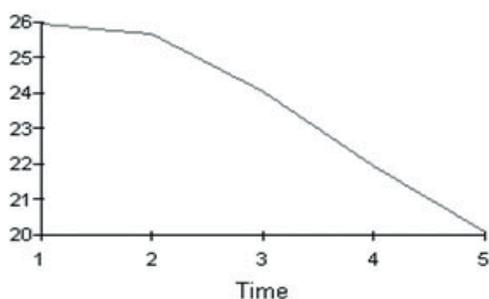


Рис. 4. Динамика процентной ставки по кредитам

В результате проведенного исследования была разработана модель деятельности банковской системы на макроуровне, определены основные влияющие факторы и зависимости между ними. Реализованная модель представила прогнозное развитие банковской системы.

Было выявлено, что на данном этапе банковская система находится в кризисном состоянии, происходит падение прибыли.

Это связано с сокращением кредитных вложений, уменьшением объемов производства, падением уровня ВВП.

## 5. Выводы

Построенная прогнозная модель свидетельствует о постепенном выходе банковской системы из кризиса, притоке кредитных средств и увеличении объемов инвестиций, вследствие положительного развития мировой экономики, стабилизации ситуации на финансовом рынке, что в свою очередь оказывает существенное влияние на развитие промышленного сектора страны и увеличение ВВП, как главной характеристики успешности страны. Данное исследование может служить одним из источников для прогнозирования и предупреждения кризиса в банковском секторе.

Перспективой дальнейшего исследования является добавление микроуровня в модель, позволяющего моделировать развитие отдельного коммерческого банка с учетом тенденций банковской системы государства.

## Литература

1. Нікітін А.В. Ситуаційне моделювання банківської діяльності. Навчальний посібник / А.В. Нікітін. - К.:КНЕУ, 2006. – 253 с.
2. Грибов А.Ф. Моделирование банковской деятельности / А.Ф. Грибов. - М.: Изд-во Рос. экон. акад., 2004. – 274 с.
3. Дж.Форрестер. Мировая динамика / Дж.Форрестер – М.: Наука, 1978. – 164 с.
4. Аристов С.А. Имитационное моделирование экономических систем: Учеб. Пособие / С.А. Аристов. – Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.экон.ун-та. 2004. – 121 с.
5. Сергеева Л. П. Моделивання й аналіз структури діяльності банку / Л.П. Сергеева //Банківська справа. – 2007. №5.- с.25-28.
6. www.bank.gov.ua. - офіційний сайт НБУ.