

А.А. Любич, И.В. Волошин, В.А. Ткачук

Антикризисное управление банком: моделирование привлечения денежных средств для поддержания его ликвидности

Разработана математическая модель контура привлечения денежных средств банка, необходимых для покрытия его потребностей в ликвидности с учетом положительной обратной связи между процентными расходами и объемом привлечения. Приведены примеры оценки объемов привлечения денежных средств и времени выживания банка. Модель полезна для оценки ликвидности банка как по нормальному, так и по стресс-сценариям.

The mathematical model of a borrowing money contour to cover bank's liquidity needs taking into account positive feedback loop between interest expense and the borrowing money amount is developed. The examples of valuation of the borrowing amount and the survival time are given. The model is useful to assess the bank's liquidity under normal and stress scenarios.

Розроблено математичну модель контуру залучення грошових коштів, необхідних для покриття потреб в ліквідності банку з урахуванням додатного зворотного зв'язку між процентними витратами та обсягом залучення. Подано приклади оцінки обсягів залучення коштів та часу виживання банку. Модель є корисною для оцінки ліквідності банку як за нормальним, так і за стрес-сценаріями.

Введение. Глобализация мировой системы хозяйства и процессы, которые в ней протекают, в значительной мере влияют на экономическую ситуацию в Украине и, соответственно, на состояние банковской системы страны. Постановлением Правления Национального банка Украины «Методические рекомендации по организации и функционированию систем риск-менеджмента в банках Украины» рекомендуется банкам учитывать наилучший мировой опыт управления ликвидностью, который, в частности, изложен в положении Базельского комитета по банковскому надзору «Надежная практика управления ликвидностью в банковских организациях».

По определению кризис ликвидности банка – это устойчивая неспособность банка своевременно выполнять обязательства перед своими клиентами. Такая ситуация называется кризисом ликвидности, что сравнимо с банкротством банка. Между кризисом ликвидности и банкротством существуют отличия – в случае принятия решения о необходимости дополнительных затрат по привлечению денежных средств, кризис ликвидности банка может быть преодолен. Снижение уровня ликвидности украинских банков подрывает доверие к ним со стороны населения и инвесторов, что в итоге вызывает сокращение производства из-за отсутствия источников кредитования. Несмотря на то что кризисы ликвидности в отечественных банках носят систематический харак-

тер, необходимо проведение исследований особенностей их проявления для поиска путей их преодоления.

Постановка проблемы

Функционированию экономических объектов присуще наличие положительной обратной связи. В банках положительная обратная связь проявляется через взаимозависимость объема остатков денежных средств на балансовых счетах и процентов, начисляемых на эти остатки. Эта связь проявляет себя по-разному в зависимости от того считается ли банк прибыльным или убыточным.

Обычно исследования положительной обратной связи касаются деятельности банка в нормальных условиях, когда банк прибыльный. Однако есть и другая малоисследованная сторона положительной обратной связи балансовых остатков с процентами. Так, в кризисных условиях качество кредитного портфеля банка может ухудшиться настолько, что банк станет убыточным. Кроме того, во время кризиса процентные ставки склонны к дальнейшему росту, а доступ к ресурсам становится крайне ограниченным. В этих условиях положительная обратная связь приводит к быстрому (экспоненциальному) возрастанию убытков банка и дефицита денежных средств. Таким образом, в условиях кризиса ликвидности положительная обратная связь может значительно усиливать негативные тенденции и приво-

доть даже к банкротству банка. Поэтому исследование влияния положительной обратной связи на деятельность убыточного банка – актуально.

Анализ последних исследований и публикаций

В работах [1–5] исследовано влияние положительной обратной связи на деятельность прибыльного банка. В этих обстоятельствах положительная обратная связь приводит к быстрому (экспоненциальному) росту банка и его прибыли. При нормальных условиях положительная обратная связь в определенной степени играет позитивную роль в деятельности банка.

Исследования кризиса ликвидности банка, работающего на развитых рынках, посвящаются преимущественно взаимному влиянию ликвидности рыночных активов и ликвидности финансирования банка [6, 7]. Это объясняется тем, что банки развитых стран в сравнении с украинскими банками (*по крайней мере, в настоящее время*) имеют более широкие возможности для преодоления кризиса ликвидности. В отличие от украинских банков они могут ощутимо поддерживать свою ликвидность не только путем привлечения денежных средств, но и путем продажи ликвидных активов. Особенность же украинского рынка состоит в том, что активы банков в основной своей массе составляют кредиты, которые есть неликвидными активами. Например, по состоянию на 01 января 2014, доля кредитов в активах банковской системы Украины составляла 71,3 процента [8]. Поэтому для украинских банков остается практически единственный способ поддержания ликвидности – путем эффективного управления своими привлеченными.

В этих условиях, учитывая особенности украинского банковского рынка (низкую ликвидность активов), для исследования особенности влияния положительной обратной связи на динамику объемов привлечения среди контуров операционных денежных потоков банка [9] целесообразно выделить только один – контур привлечения денежных средств (обязательств). Пользуясь динамической моделью функционирования такого контура, банки могли бы готовить эффективные управленческие

решения, направленные на преодоление кризиса ликвидности, и проводить необходимое стресс-тестирование риска ликвидности [10].

Цель статьи – рассмотреть функционирование контура привлечения денежных средств с положительной обратной связью, исследовать влияние положительной обратной связи между процентными расходами и объемом привлечения на величину объема привлечения, необходимого для поддержания ликвидности банка, и разработать математическую модель такого контура.

Отметим, что такая задача относится к задаче создания динамической потоковой модели экономического объекта *банка* на основе теории управления [3, 9].

Изложение основного материала исследования

Рассмотрим банк, который на момент времени $t = 0$ использует (или планирует использовать) в своей операционной деятельности денежные средства до изменений в операционных активах и обязательствах в размере $Q(0)$. Другими словами, банк на момент времени $t = 0$ имеет чистый денежный убыток $Q(0)$. Пусть такой банк намерен поддерживать свою ликвидность путем привлечения денежных средств на рынках, например, межбанковских кредитов и/или розничных депозитов. Отметим, что реализация такого плана действий возможна лишь при том условии, что банк не потерял доверие рынка. Таким образом, банк планирует оплачивать свои расходы за счет привлеченных денежных средств, что приводит к образованию финансовой пирамиды. Одно из условий существования финансовой пирамиды в банке – использование в операционной деятельности денежных средств до изменений в операционных активах и обязательствах, или наличие чистого денежного убытка. При этом спираль ликвидности будет ускорено раскручиваться, непрерывно увеличивая объем привлечения денежных средств $M(t)$ вследствие роста во времени как убытков, так и процентных расходов по привлеченным средствам (рис. 1). Процентные расходы по привлеченным средствам влияют на раскручи-

вание спирали ликвидности по принципу положительной обратной связи. Накопление дефицита денежных средств может привести к полной потере банком ликвидности.

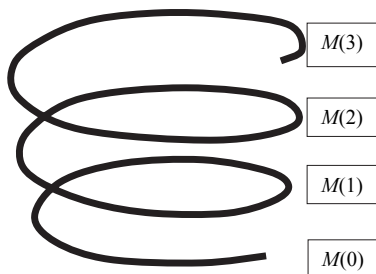


Рис. 1. Спираль ликвидности – спираль роста объема привлечения $M(3) > M(2) > M(1) > M(0)$ (разработан авторами)

Пусть банк на момент времени $t = 0$ имеет минимально необходимый объем высоколиквидных средств $C(0)$, например, на уровне обязательных резервов в соответствии с требованиями Национального банка Украины. Для того чтобы сосредоточить внимание на эффекте положительной обратной связи процентных расходов с объемом привлечения предположим, что объем операционных активов такого банка не меняется. А изменение операционных обязательств в результате привлечения дополнительных денежных средств равно изменению капитала.

Задача банка состоит в поддержании минимально необходимого уровня высоколиквидных средств $C(t)$ на том же начальном уровне $C(t) = C(0)$. Запишем дискретный баланс ликвидности такого банка на момент времени $t + \Delta t$:

$$C(t + \Delta t) = C(t) + Q(t) \cdot \Delta t - M(t) - M(t) \cdot R(t) \cdot \Delta t + M(t + \Delta t), \quad (1)$$

где $C(t)$ и $C(t + \Delta t)$ – объемы высоколиквидных денежных средств соответственно на моменты времени t и $t + \Delta t$; $Q(t)$ – чистый денежный убыток до изменения операционных активов и обязательств за период времени Δt ; $M(t)$ и $M(t + \Delta t)$ – объемы привлечения дополнительных денежных средств соответственно на моменты времени t и $t + \Delta t$, $R(t)$ – процентная ставка привлечения; Δt – шаг по времени.

Учитывая, что $C(t + \Delta t) = C(t) = C(0)$, перепишем уравнение (1) в непрерывной по времени форме:

$$M'(t) - M(t) \cdot R(t) = Q(t). \quad (2)$$

Первый член в левой части уравнения (2) есть первой производной по времени от объема привлечения $M(t)$, второй член – процентными затратами на привлечение средств (выражает положительную обратную связь), член в правой части уравнения – чистым денежным убытком до изменения операционных активов и обязательств.

Отметим, что динамическая модель (2) – модель контура привлечения денежных средств с положительной обратной связью.

Линейное неоднородное дифференциальное уравнение (2) первого порядка относительно неизвестной функции новых привлечений $M(t)$ при начальных условиях $M(0) = 0$ имеет такое решение [11]:

$$M(t) = \int_0^t Q(z) \cdot \exp\left(-\int_z^t R(x) \cdot dx\right) \cdot dz. \quad (3)$$

Для упрощения изложения дальнейшего материала предположим, что процентная ставка R и чистый денежный убыток до изменения операционных активов и обязательств Q не изменяются со временем t . Тогда решение (3) приобретает более простой вид:

$$M(t) = Q \cdot \frac{\exp(R \cdot t) - 1}{R}. \quad (4)$$

Как видно из формулы (4), объем привлечения дополнительных средств растет с течением времени по показательному закону. Это – следствие положительной обратной связи процентных расходов с объемом привлечения.

Если пренебречь положительной обратной связью процентных расходов с объемом привлечения (вторым членом в левой части уравнения (2)), то объем привлеченных средств можно рассчитать по приближенной формуле:

$$M^*(t) = Q \cdot t. \quad (5)$$

На рис. 2 показана динамика объема привлечения дополнительных денежных средств $M(t)$, рассчитанных по формуле (4) и $M^*(t)$ по приближенной формуле (5) при условиях: $Q = 50$ млн грн. в месяц, $R = 5$ процентов в месяц или 60 процентов в год (кризисный рынок).

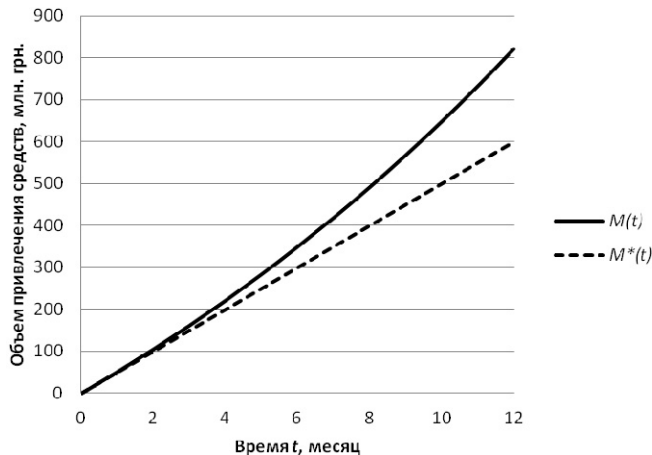


Рис. 2. Динамика объема привлечения дополнительных средств (разработан авторами)

Как видно из рис. 2, эффект положительной обратной связи процентных расходов с объемом привлечения усиливается со временем, т.е. с увеличением срока прогнозирования.

Кроме того, такой эффект существенен, когда уровень процентных ставок привлечения относительно высок, т.е. в кризисных условиях. Однако, этот эффект имеет более сложную связь между сроком прогнозирования и уровнем процентной ставки привлечения. Рассмотрим условия, когда эффект положительной обратной связи значимый.

Точная формула для оценки объемов привлечения – формула (4), а приближенная – формула (5). Точность расчетов по формуле (5) оценим следующим образом:

$$\delta = \frac{M(t) - M^*(t)}{M(t)} = 1 - \frac{R \cdot t}{\exp(R \cdot t) - 1}. \quad (6)$$

График зависимости точности расчетов δ от параметра $R \cdot t$ представлены на рис. 3.

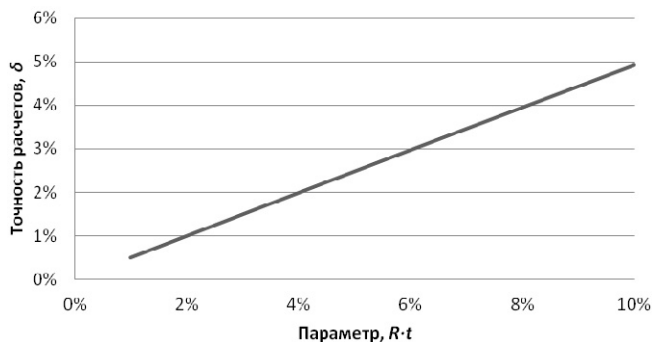


Рис. 3. Зависимость точности расчетов δ от параметра $R \cdot t$ (разработан авторами)

График на рис. 3 достаточно точно описывается уравнением: $\delta = 0,4935 \cdot R \cdot t$ с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,9999$.

Отметим, что точность расчетов δ – мера воздействия положительной обратной связи на величину объема привлечения.

Как видно из графика на рис. 3, при увеличении значения параметра $R \cdot t$ точность оценки по формуле (5) ухудшается, иначе говоря, эффект положительной обратной связи усиливается. Таким образом, использование приближенной формулы (5) может привести к значительным погрешностям и соответственно к недооценке объема привлечения денежных средств. Банк, опираясь на такую оценку, будет не в состоянии правильно идентифицировать уровень угрозы со стороны риска ликвидности, что может привести к полной потере банком ликвидности, когда на исправление ситуации не останется времени.

Приведем примеры расчетов объема привлечения средств. Пусть банк имеет чистый денежный убыток в размере $Q = 50$ млн грн. в месяц, дополнительные средства банк привлекает на рынке межбанковских кредитов по ставке $R = 5$ процентов в месяц или 60 процентов в год (кризисный межбанковский рынок). Тогда объем привлеченных средств через $t = 6$ месяцев будет равным (формула (4)):

$$M(6) = 50 \cdot \frac{\exp(0,05 \cdot 6) - 1}{0,05} = 349,86 \text{ млн грн.}$$

Отметим, что если не учитывать эффект положительной обратной связи процентов и объема привлечения, то объем привлечения составил бы $50 \cdot 6 = 300$ млн грн. (формула (5)), что на 49,86 млн грн. меньше, чем точное значение.

Рассмотрим другой пример. Пусть чистый денежный убыток банка составляет $Q = 150$ млн грн. в месяц. Предположим, что дополнительные денежные средства банк снова привлекает с рынка межбанковских кредитов по ставке $R = 3$ процента в месяц или 36 процентов в год. Тогда объем привлечения через $t = 6$ месяцев будет равным (формула (4)):

$$M(6) = 150 \cdot \frac{\exp(0,03 \cdot 6) - 1}{0,03} = 986,09 \text{ млн грн.}$$

Если не учитывать эффект положительной обратной связи процентов и объема привлечения, то объем привлечения составил бы $150 \cdot 6 = 900$ млн грн. (формула (5)), что на 86,09 млн грн. меньше, чем точное значение. Таким образом, формула (4) существенно уточняет величину нужных объемов привлечения.

Из формулы (4) можно рассчитать время, за которое объем привлеченных денежных средств достигнет своего максимально допустимого значения M_{\max} :

$$t = \frac{\ln\left(1 + \frac{M_{\max} \cdot R}{Q}\right)}{R}, \quad (7)$$

где M_{\max} – максимально допустимое значение объема привлеченных денежных средств, по достижении которого кредиторы прекращают предоставлять кредиты банку.

Время, рассчитанное по формуле (7), есть временем выживания банка, в течение которого владельцам и/или руководству банка нужно найти необходимые стабильные источники финансирования для покрытия потребностей в ликвидности.

Если пренебречь положительной обратной связью процентов и объема привлечения, то из уравнения (5) найдем приближенное время выживания банка:

$$t^* = \frac{M_{\max}}{Q}. \quad (8)$$

Приведем пример. Пусть банк имеет чистый денежный убыток в размере $Q = 50$ млн грн. в месяц. Предположим, что дополнительные средства банк привлекает с рынка межбанковских кредитов по ставке $R = 6$ процентов в месяц. Максимально допустимое значение объема привлеченных межбанковских кредитов равняется 300 млн грн. Тогда время выживания банка равно:

$$t = \frac{\ln\left(1 + \frac{300 \cdot 0,06}{50}\right)}{0,06} = 5,1 \text{ месяца.}$$

Если не учитывать эффект положительной обратной связи процентов и объема привлечения, то приближенное время выживания со-

ставляло бы величину $300/50 = 6$ месяцев. Для поиска решения, направленного на поиск выхода из кризиса ликвидности, банк фактически имеет пять месяцев, а не шесть. Таким образом, формула (7) позволяет существенно уточнить время выживания банка.

Исходя из сказанного, дадим такие рекомендации. Надзорным за банками органам целесообразно:

- усилить мониторинг объема денежных средств банков, полученных от использованных в операционной деятельности до изменений в операционных активах и обязательствах, т.е. чистого денежного дохода/убытка до изменения операционных активов и обязательств банков (на основе отчетов о движении денежных средств);

- разработать методологию оценки риска возникновения чистого денежного убытка до изменения операционных активов и обязательств и внедрить ее в банках;

- разработать методологию стресс-тестирования для выявления угрозы возникновения чистого денежного убытка до изменения операционных активов и обязательств и внедрить ее в банках;

- внедрить предложенную методологию для оценки потенциальных объемов капитализации, рефинансирования или предоставления стабилизационных кредитов Национального банка Украины государственным и системным банкам с последующей оценкой влияния этих мер на бюджет Украины.

Заключение. Положительная обратная связь процентных расходов и объема привлечения может играть значительную роль при оценке динамики роста объема привлечения во времени, так как при каждом новом привлечении банк должен привлекать объем денежных средств, который увеличивается дополнительно на величину уплаченных процентов. Этот эффект особенно проявляется тогда, когда прогноз делают на достаточно удаленный в будущее момент времени и во времена кризисного состояния банковского рынка, когда процентные ставки достигают относительно больших значений. Если по-

ложительная обратная связь существенна, то объем привлечения денежных средств быстро растет с течением времени по показательному закону. Игнорирование положительной обратной связи может привести к существенной недооценке объема денежных средств, которые необходимо привлечь банку, и, соответственно, к ошибочным управленческим решениям по преодолению кризиса ликвидности.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на построение комплексной математической модели, учитывающей изменения денежных средств от операционной, инвестиционной и финансовой деятельности с учетом положительных обратных связей. Такая модель будет полезна для оценки ликвидности банка как по нормальному, так и по стресс-сценариям.

1. *Kirkwood C.W.* System Behavior and Causal Loop Diagrams (1998). – <http://www.public.asu.edu/~kirkwood/sysdyn/SDIntro/ch-1.pdf>
2. *Albin S., Choudhari M.* (2001) Generic Structures: First-Order Positive Feedback (2001) – <http://ocw.mit.edu/courses/sloan-school-of-management/15-988-systemdynamics-self-study-fall-1998-spring-1999/readings/genericpositive.pdf>
3. *Царьков В.А.* Динамические модели экономики (Теория и практика экономической динамики). – М.: ЗАО Изд-во «Экономика», 2007. – 213 с.
4. *Амелин И.Э., Царьков В.А.* План-матрица развития банка // Банки и технология. – 2002. – № 1. – С. 42–49.

5. *Волошин І.В.* Модель швидкого зростання банку // Банківська справа. – 2004. – № 5–6. – С. 24–30.
6. *Brunnermeier M.K., Pedersen L.H.* Market Liquidity and Funding Liquidity (2008). – www.princeton.edu/~mar-kus/research/papers/liquidity.pdf
7. *Lee J.* Funding Liquidity and Its Risk Premiums (2012). – www.bnet.fordham.edu/Finance_Research_Center/conference2012/papers/funding%20liquidity.pdf
8. *Основні показники діяльності банків України.* – http://www.bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=36807&cat_id=36798
9. *Іваненко В.І., Куц О.В., Гришин О.В.* До управління фінансами в комерційних банках // Моделювання та інформ. системи в економіці: Зб. наук. праць. – К.: М-во освіти і науки, молоді та спорту України, ДВНЗ «Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана». – 2011. – 84. – С. 220–230. – <http://ir.kneu.edu.ua:8080/bitstream/2010/899/1/Ivane-nko.pdf>
10. *Методичні рекомендації щодо порядку проведення стрес-тестування в банках України / Постанова Правління Національного банку України від 06.08.2009 р. № 460.* – <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/v0460500-09>.
11. *Keisler H.J.* The ebook Elementary Calculus: General Solution (2006). – www.vias.org/calculus/14_differential_equations_03_007.html

Поступила 18.02.2014

Тел. для справок: +38 044 277-5156, 277-5110,
277-5111 (Київ)

E-mail: alyubich@ukr.net, vologor@i.ua, fenix.78@live.ru
© А.А. Любич, І.В. Волошин, В.А. Ткачук, 2014

Внимание !

**Оформление подписки для желающих
опубликовать статьи в нашем журнале обязательно.**

В розничную продажу журнал не поступает.

Подписной индекс 71008