

## Моделирование финансовых кризисов

В. Н. Костюк

Существует три основных вида финансовых рынков: 1) кредитно-денежный, включающий в себя валютный рынок; 2) фондовый (рынок облигаций и рынок акций), 3) рынок срочных контрактов (деривативов). Последний из этих рынков можно рассматривать как рынок, на котором продаются и покупаются риски. Финансовые кризисы можно рассматривать как события, происходящие на каком-либо одном из этих рынков, либо на нескольких из них одновременно.

Построим сначала модель кризиса, возникающего на кредитно-денежном рынке, т. е. модель *банковского кризиса*. Его предпосылки таковы. При плохой экономической конъюнктуре начинается **неожиданный** рост процентных ставок и **неожиданное** обесценение национальной валюты (*ожидаемый* рост процентных ставок и ожидаемое удорожание инвалюты могут не привести к банковскому кризису, поскольку, возможно, банки сумели бы заблаговременно принять необходимые контрмеры).

Причины такого неожиданного роста могут быть разными, но обычно началом служит отток капитала из страны. Спрос на инвалюту растет, национальная валюта дешевеет, национальная процентная ставка растет в силу процентного равенства

$$i = i^* + \Delta E/E. \quad (1)$$

Здесь  $i$  — процентная ставка денежного рынка.  $E$  — численное значение обменного курса национальной валюты, т. е. количество национальных денег, уплачиваемых за единицу инвалюты. Если национальная валюта дорожает, то  $\Delta E < 0$ , а если дешевеет, то  $\Delta E > 0$ .

В результате рассмотренных событий возникают неравенства

$$\Delta i > 0, \Delta E > 0. \quad (2)$$

Для того, чтобы эти неравенства инициировали банковский кризис, они должны стать устойчивыми (самоподдерживающимися). Ус-

ловием их устойчивости может стать нехватка текущей ликвидности. Недостаток ликвидности поддерживает неравенства (2), а эти неравенства увеличивают недостаток ликвидности.

Однако для возникновения банковского кризиса этих неравенств недостаточно. Необходимо возникновение еще двух неравенств, для характеристики которых следует ввести понятия процентного гэпа и валютного гэпа банковской системы.

Для характеристики процентного гэпа зафиксируем определенный период времени и выясним, для каких активов и пассивов за этот период может измениться норма доходности и норма выполнения обязательств. Тогда процентный гэп банковской системы представляет собой разность между совокупными активами с меняющейся ставкой (АЧП) и совокупными пассивами с меняющейся ставкой (ПЧП):

$$\text{Процентный гэп} = \text{АЧП} - \text{ПЧП}. \quad (3)$$

Неравенство процентный гэп  $> 0$  ( $\text{АЧП} > \text{ПЧП}$ ) означает, что банки в среднем кредитуют на короткий срок, а заимствуют на длительный срок. Неравенство процентный гэп  $< 0$  ( $\text{АЧП} < \text{ПЧП}$ ) означает, что банки в среднем кредитуют на длинный срок, а заимствуют на короткий.

Обозначим через ЧПД чистый процентный доход, т. е. разность между процентным доходом и процентным расходом. Тогда

$$\Delta\text{ЧПД} = \Delta i \times \text{процентный гэп}. \quad (4)$$

Из этого равенства следует, что:

- а) если гэп  $> 0$  и  $\Delta i > 0$ , то ЧПД растёт (процентные доходы по банковским активам вырастут в большей степени, чем процентные издержки);
- б) если гэп  $< 0$  и  $\Delta i > 0$ , то ЧПД уменьшится (процентные издержки вырастут в большей степени, чем процентные доходы по банковским активам);
- в) если гэп  $> 0$  и  $\Delta i < 0$ , то ЧПД уменьшится (процентные доходы по банковским активам упадут в большей степени, чем уменьшатся процентные издержки);
- г) если гэп  $< 0$  и  $\Delta i < 0$ , то ЧПД вырастет (процентные издержки уменьшатся в большей степени, чем упадут процентные доходы по банковским активам);

д) если  $гэп = 0$ , то  $ЧПД = const$  при любых изменениях процентной ставки.

Понятие валютного гэпа аналогично понятию процентного гэпа. Назовем *валютным гэпом* разность между совокупными активами  $A_B$  в инвалюте и совокупными пассивами в инвалюте  $P_B$ . Тогда

$$\text{валютный гэп} = A_B - P_B$$

$$\Delta \text{ прибыли в национальной валюте} = \Delta E \times \text{валютный гэп}. \quad (5)$$

Допустим, что валютный гэп  $> 0$ . Тогда удорожание инвалюты ( $\Delta E > 0$ ) ведет к росту прибыли банка в национальной валюте, а удешевление инвалюты ( $\Delta E < 0$ ) ведет к уменьшению прибыли банка в национальных деньгах (после переоценки). Напротив, если валютный гэп  $< 0$ , то удорожание инвалюты ( $\Delta E > 0$ ) ведет к падению прибыли банка в национальной валюте, а удешевление инвалюты ( $\Delta E < 0$ ) ведет к росту прибыли банка в национальных деньгах<sup>1</sup>. Поэтому для валютного гэпа справедливы аналоги утверждений (а)–(е) для процентного гэпа.

Теперь, помимо неравенств (2), для возникновения банковского кризиса дополнительно необходимы неравенства

$$\text{процентный гэп} < 0, \text{ валютный гэп} < 0. \quad (6)$$

Долгое время процентный и валютный гэпы могли быть положительными, но внезапное ухудшение конъюнктуры делает эти величины отрицательными (банки вынуждены увеличивать краткосрочные заимствования и заимствования в инвалюте).

Устойчивое выполнение неравенств (2) и (6) создает все предпосылки для возникновения банковского кризиса. Банки теряют доходы в силу равенств (4) и (5) при  $\Delta i > 0$  и  $\Delta E > 0$ .

Конкретные причины возникновения этих неравенств могут быть разными, поэтому одной и той же схеме кризиса соответствуют различные по содержанию банковские кризисы. Теперь для возникновения банковского кризиса требуется всего лишь спусковой крючок. Таким крючком является наличие **слабого звена**.

Роль слабого звена играют банки, которые несут наибольшие потери. Когда их потери становятся критичными, они начинают задерживать выполнение своих обязательств: ограничивают выплаты по

<sup>1</sup> Если инвалютов несколько, то расчеты следует проводить для каждой инвалюты отдельно.

депозитам, задерживают обслуживание своих долгов. Но это только увеличивает суммарное падение дохода в силу бегства клиентов этих банков.

Нехватка ликвидности в таких банках достигает уровня банкротства. Им никто больше не одалживает денег и они прекращают платежи по своим обязательствам другим банкам, которые до этого находились в лучшем положении. Но теперь и их положение начинает ухудшаться. Возникает эффект домино (цепная реакция, когда одни банкротства вызывают другие), банковский кризис достигает пика.

В основе эффекта домино лежит банковская паника: постепенно все вкладчики пытаются снять свои деньги со вкладов<sup>2</sup>. Доверие к банкам падает до нуля. Это делает невозможным банковский бизнес, основанный на доверии.

Совокупный собственный капитал становится отрицательным. Это и есть формальное определение наличия банковского кризиса.

В отличие от экономического кризиса, который может длиться годами, банковский кризис не может продолжаться долго, поскольку он парализует функционирование всей денежной системы. Экономика не может функционировать, когда перестают проходить платежи (это делает невозможным осуществление сделок). Банковский кризис преодолевается разорением неэффективных банков и вливанием дополнительной ликвидности в банковскую систему. Основную роль в этом процессе играет Центральный банк. Он лишает лицензий банки-банкроты, выдает stand-by кредиты или вводит конкурсное управление в проблемных банках и вводит значительное количество дополнительной ликвидности в денежную систему страны. Это делает неустойчивым выполнение неравенств (2) и (6), подрывая тем самым саму основу банковского кризиса.

Большинство финансовых кризисов происходит, однако, не на одном, а на нескольких финансовых рынках сразу. Кредитно-денежный рынок становится лишь одной из площадок кризиса. Причина этого явления состоит в том, что по мере усложнения финансовой системы экономики взаимосвязи между отдельными финансовыми рынками становятся все более тесными. Усиление этих связей происходит в результате перемещения денежных масс с одного рынка на другой в поисках более выгодных вложений. Кризисы, возникающие на том или ином

---

<sup>2</sup> Это происходит в силу образования положительной обратной связи: чем больше выведено из банка денег в данный период времени, тем больше будут потери банков в следующий период.

рынке, часто инициируются или усиливаются событиями, происходящими на других рынках.

Возникающие в таких обстоятельствах кризисы можно понять как отклонения от равновесия не только отдельных рынков, но и как отклонения от равновесия взаимосвязи рынков. Это требует введения понятия равновесия для взаимной связи рынков.

**Определение 1.** Взаимная связь между финансовыми рынками А и В находится в состоянии равновесия, если и только если перемещение капиталов с рынка А на рынок В и с рынка В на рынок А примерно уравнивают друг друга.

Это означает, что норма прибыли на равновесно связанных рынках примерно одинакова. Если, напротив, норма прибыли на рынке А больше нормы прибыли на рынке В, то возникает чистый положительный приток капитала из В в А, ведущий к постепенному уравниванию нормы прибыли.

Для дальнейшего использования этого определения примем два упрощающих предположения.

*Предположение 1.* Поведение финансовых рынков таково, что можно говорить о средней норме прибыли на каждом из этих рынков. Иначе говоря, формальная процедура усреднения прибыли имеет реальный смысл.

*Предположение 2.* Если взаимная связь между рынками значительно отклоняется от положения равновесия, то возникают рыночные силы, направленные на возвращение этой связи в состояние равновесия. Источник этих сил — межрыночное перемещение капиталов.

*Предположение 3.* В качестве быстрых переменных будем рассматривать только величины  $P_{r_A}$  и  $E$ , где  $P_{r_A}$  — прибыль на акцию,  $E$  обозначает номинальный обменный курс национальной валюты.

Исходя из определения 1, рассмотрим взаимную связь между денежным рынком и рынком акций. Эта связь находится в состоянии равновесия, если и только если выполняется приблизительное равенство

$$P_{r_A}/P_A \approx i. \quad (7)$$

Здесь  $P_{r_A}$  — средняя прибыль на акцию,  $P_A$  — средняя цена акции,  $i$  — процентная ставка денежного рынка (средняя норма доходности на денежном рынке). Сальдо перемещения капиталов для каждого из этих рынков в среднем равно нулю. Периодически могут возникать нера-

венства  $P_{r_A}/P_A > i$  или  $P_{r_A}/P_A < i$ , но, будучи неустойчивыми, они быстро исчезают (и появляются вновь).

Допустим теперь, что в силу тех или иных причин равенство (1) сменилось неравенством

$$P_{r_A}/P_A < i, \tag{8}$$

которое сохраняется на протяжении определенного времени. Например, на денежном рынке формируется (путем займов или из других источников) значительный объем свободных денежных средств, которые постепенно перемещаются на фондовый рынок. В результате на денежном рынке растет процентная ставка, а на фондовом рынке дорожают акции ИТ-компаний. На фондовом рынке надувается пузырь, питаемый перемещением средств с денежного рынка.

Тогда, в силу предположения 2, в последующий отрезок времени цены акций  $P_{r_A}$  должны существенно упасть для того, чтобы восстановилось равенство (7)<sup>3</sup>. Капитал перемещается с рынка акций на денежный рынок, способствуя снижению процентной ставки. Однако это неоднозначный процесс. Падение цен активов будет либо быстрым (цены будут падать с ускорением), либо медленным (т. е. в принципе имеет место бифуркация). В первом случае на фондовом рынке возникнет кризис, во втором случае произойдет коррекция. Поскольку выбор между этими альтернативами случаен, то возникновение финансового кризиса не является, вообще говоря, детерминированным процессом.

Примером кризиса, происходящего по этому сценарию, был технологический пузырь, надувшийся на фондовом рынке США в конце прошлого века. Акции многочисленных ИТ-компаний быстро росли в надежде на получение большой сверхприбыли. Рынок рухнул, когда эти надежды не оправдались.

Заметим, что сами эти надежды в принципе не являются ошибочными. Просто получение значительной прибыли оказалось длительным процессом, выходящим за рамки временного горизонта и финансовых возможностей инвесторов. Они не рассчитывали, что так долго придется ждать, у них не было должного запаса ликвидности.

---

<sup>3</sup> Насколько нам известно, первое такое истолкование неравенства (2) рассмотрено в работе: *Thurrow L. The October 1987 Crash: a Worldwide Phenomenon // G. Collenteur. ed. Economic Decision-Making in a Changing World. 1993. С. 124–128.* Затем оно было проанализировано в более широком аспекте в нашей работе: *Костюк В. Н. Нестационарные экономические процессы. М.: URSS, 2004.*

Для неравенства, обратного к (8), из предположения 2 следует, что в последующий отрезок времени цены акций  $P_{rA}$  должны существенно вырасти, т. е. на фондовом рынке должен наблюдаться бум. Капитал перемещается с денежного рынка на рынок акций.

В качестве одной из главных причин, вызывающих переход от  $P_{rA}/P_A < i$  к  $P_{rA}/P_A < < i$  и от  $P_{rA}/P_A > i$  к  $P_{rA}/P_A > > i$ , следует назвать механизм *положительной обратной связи*, усиливающий отклонения от равенства (7). Это главный механизм порождения устойчивого неравновесия, в то время как механизм отрицательной обратной связи способствует, напротив, сохранению равновесия.

В создании механизма положительной обратной связи участвуют как объективные, так и субъективные факторы, взаимодействующие между собой. Источник субъективных факторов — объективная неопределенность будущего в экономике.

Пусть  $\alpha$  — степень уверенности предпринимателей в том, что будущее будет лучше настоящего. Все значения  $\alpha$  принадлежат отрезку  $[0, 1]$ . Чем больше значение  $\alpha$ , тем лучшим предполагается будущее. С учетом субъективного фактора любое текущее значение  $P_{rA}$  становится зависящим от  $\alpha$ :

$$P_{rA} \text{ в следующий отрезок времени} = P_{rA} \times (1/(1 - \alpha)) \\ \text{в данный отрезок времени.}$$

До тех пор, пока предсказания оправдываются, значения  $P_{rA}$  будут увеличиваться.

Пусть  $\alpha^*$  — степень уверенности предпринимателей в том, что будущее будет хуже настоящего. Все значения  $\alpha^*$  принадлежат отрезку  $[0, -1]$ . Чем больше абсолютное значение  $\alpha^*$ , тем худшим предполагается будущее. С учетом этого субъективного фактора любое текущее значение  $P_{rA}$  становится зависящим от  $\alpha^*$ :

$$P_{rA} \text{ в следующий отрезок времени} = P_{rA} \times (1 + \alpha^*) \\ \text{в данный отрезок времени.}$$

До тех пор, пока эти предсказания оправдываются, значения  $P_{rA}$  будут уменьшаться.

Зависимости такого рода позволяют говорить о возможности «чисто словесного» воздействия на фондовый рынок. Так, 5 декабря 1996 г. председатель ФРС США Алан Гринспен заявил, что на фондовой бирже имеют место «неоправданные излишества» и что возможно повышение внутренней процентной ставки (ужесточение денежной

политики). Это означало, что американские инвесторы чересчур увлеклись покупкой акций и что их надежды на быстрый рост американских компаний не очень обоснованы. Иначе говоря, акции были сильно переоценены. На следующий день индекс Dow Jones медленно (без обвала) пошел вниз. Однако предотвратить возникновение фондового пузыря все же не удалось, поскольку оптимистические ожидания инвесторов оказались слишком сильными.

Далее, помимо равенства (7), важное значение для финансовых рынков имеет другое приближительное равенство:

$$P_{T_A}/P_A \approx MPK. \quad (9)$$

Здесь  $MPK$  — предельная производительность капитала, формально представляющая собой частную производную производственной функции  $F(K, L)$  по  $K$ . Равенство (9) выражает связь фондового рынка с состоянием реального сектора экономики. Выполнение этого равенства означает, что финансовый сектор экономики профинансировал все инвестиции, позволяющие поддерживать данный уровень  $MPK$ .

Допустим затем, что по тем или иным причинам цены акций существенно выросли (в этом случае обычно говорят, что на фондовом рынке надулся пузырь). В этом случае возникает неравенство

$$P_{T_A}/P_A < MPK. \quad (10)$$

Восстановление равенства (9) в последующий период времени может происходить по разным каналам: 1) цены акций начнут падать, вызывая спад на фондовом рынке; 2) существенно вырастет средняя прибыль на акцию; 3) уменьшится предельная производительность капитала  $MPK$ . Комбинация случаев 1) и 3) означает, что в экономике возможна рецессия, вызванная событиями на фондовом рынке.

Из этого анализа следует, что фондовый спад может происходить автономно, а может передаваться в реальный сектор экономики. Классическим примером автономного фондового спада является фондовый кризис 1987 г. в США. 19 октября 1987 г. внезапно произошел крах фондовой биржи США: индекс Dow Jones упал сразу на 508 пунктов. Этот «черный понедельник» оказался технически более тяжелым, чем «черный вторник» 28 октября 1929 г., но, в отличие от 1929 г., он ограничился пределами фондового рынка. Напротив, фондовый кризис 1929 г. сыграл существенную роль в генезисе самого сильного экономического кризиса в США.



Представляет интерес анализ взаимосвязи валютного и фондового рынков<sup>4</sup>. Рассмотрим условие равновесия этих связей в виде

$$Pr_A/P_A \approx g(E/P), g = \text{const.} \quad (11)$$

Здесь  $E$  — номинальный обменный курс,  $P$  — индекс внутренних цен, соответственно  $E/P$  есть реальный обменный курс. Значение константы  $g$  выбрано таким образом, чтобы выполнялось равенство (11). При выполнении этого равенства чистый приток капитала на каждый из этих рынков близок к нулю.

Соотношение (11) создает возможность анализировать внешние шоки экономики. Допустим, что в силу каких-то причин возникает значительный отток капитала из страны. Спрос на иностранную валюту растет, национальная валюта дешевеет ( $E$  увеличивается), и равенство (11) сменяется неравенством

$$Pr_A/P_A < g(E/P). \quad (12)$$

Положительная обратная связь (отток капитала ведет к удешевлению акций, а удешевление акций усиливает отток капитала, и т. д.) ведет к усилению неравенства (12):

$$Pr_A/P_A << g(E/P). \quad (13)$$

Восстановление равновесия взаимной связи обоих рынков приводят к тому, что цены акций начинают падать. Капиталы перемещаются с фондового рынка на валютный, а оттуда уходят за рубеж. Иллюстрацией этих утверждений могут быть азиатские финансовые кризисы 1997–1998 гг.

В случае притока капиталов знак неравенства (и перемещение капиталов) должен быть заменен на обратный. Примером может служить экономика США, в которой недостаток внутренних сбережений («избыточное» потребление) компенсируется дополнительным притоком капитала в страну.

Следует учесть также возможность того, что финансовый кризис может возникнуть в результате увеличения внутренних или внешних *рисков*. В этом случае одной из площадок кризиса служит рынок деривативов. Для формального выражения этой возможности можно использовать равенство

$$(Pr_A \times e^{-rt})/P_A \approx i. \quad (14)$$

<sup>4</sup> Связь валютного и денежного рынка мы здесь для простоты игнорируем.

Здесь  $r$  — норма дисконта,  $t$  — время. Выражение в круглых скобках слева представляет собой дисконтированную величину ожидаемых в будущем доходов на акцию.

Увеличение риска ведет к росту  $r$ , и равенство (9) сменяется неравенством

$$(Pr_A/r)/P_A < i. \quad (15)$$

Положительная обратная связь может усилить его до неравенства

$$(Pr_A/r)/P_A \ll i. \quad (16)$$

Возврат к равенству (14) предполагает падение цен акций.

Против этого рассуждения можно, как кажется, возразить, что увеличение риска ведет не только к росту  $r$ , но и к росту  $Pr_A$ . А это может сохранить равенство (14), несмотря на большой риск. Однако положительная линейная зависимость между риском и (ожидаемой) прибылью сохраняется только в условиях равновесия.

Важным примером финансового кризиса, в основе которого лежит переход от (16) к (14), является ипотечный кризис в США 2007–2008 гг. К сожалению, наша модель слишком простая, чтобы выразить в явной форме все промежуточные (и наиболее интересные) этапы этого перехода. Тем не менее мы рискнем предложить свою схему развития этого кризиса, которая хотя и не следует из рассмотренной выше модели, но и не противоречит ей.

Ипотечный кризис в США проходит в три разных этапа. На первом этапе возникли массовые дефолты по ипотечным кредитам, прежде всего в сфере высокорискованной ипотеки *subprime*. Если бы все этим и закончилось, то кризис не приобрел бы значительных размеров, поскольку самая богатая страна мира вполне может себе позволить компенсировать убытки прямых ипотечных кредиторов. Однако кризис не завершился на этой фазе в силу процесса секьюритизации ипотечных кредитов, т. е. представления ипотечных кредитов в виде ценных бумаг с последующей их продажей и перепродажей. Объем этих бумаг только в виде облигаций CDO превысил 3 трлн долл.

Дефолты заемщиков ипотечных кредитов привели к падению стоимости этих бумаг и к убыткам их покупателей, прежде всего инвестиционных банков. Но и этот этап не был чрезмерно разрушительным, поскольку в целом балансы инвестиционных банков выдержали списания в размере 409,5 млрд долл. (по состоянию на середину 2008 г.). Крупнейшие банки, которые не выдержали больших списаний и последующего бегства своих клиентов, были поддержаны государством.

Однако и второй этап не оказался последним. Падение стоимости секьюритизированных ценных бумаг постепенно увеличивало риски дефолта их эмитентов. Это привело к стремительному (практически экспоненциальному) росту рынка свопов кредитного дефолта, предлагающих страховку от возможного дефолта эмитентов ипотечных бумаг. По состоянию на июль 2008 г. объем этого рынка превысил 62 трлн. долл.

Это третий этап развития ипотечного кризиса в США, и он содержит по меньшей мере две интригующие загадки. Первая заключается в том, не приведет ли ипотечный кризис к рецессии американской экономики? Определенные предпосылки к этому имеются. В первую очередь, это стагнация рынка строительства жилья и заметное сокращение потребительского спроса. Однако утверждать, что рецессия обязательно наступит, сейчас нельзя.

Вторая загадка состоит в том, обвалится ли огромный рынок свопов кредитного дефолта. Если это произойдет, то значительные потрясения ждут всю американскую экономику.

Вернемся к нашей модели финансовых кризисов. На первый взгляд построенная модель носит чисто объяснительный характер. Из нее нельзя, как кажется, получить удовлетворительный прогноз наступления финансового кризиса. В связи с этим сделаем два замечания.

Прежде всего наступление финансовых кризисов не является детерминированным процессом. Пока кризис не наступил, всегда существует вероятность того, что он не произойдет. И эту вероятность трудно, а иногда и невозможно оценить<sup>5</sup>.

Кроме того, из рассмотренной модели следует, что кризису предшествует, как правило, возникновение положительной обратной связи между прошлыми и будущими значениями основного параметра процесса. Это означает, что на каком-то временном отрезке указанный параметр может расти экспоненциально. Фиксация таких изменений является важным сопутствующим признаком возможного наступления кризиса.

## Литература

1. Костюк В. Н. Нестационарные экономические процессы. М.: URSS, 2004.
2. Thurow L. The October 1987 Crash: a Worldwide Phenomenon. // Collenteur G., ed. Economic Decision-Making in a Changing World. 1993. С. 124–128.

---

<sup>5</sup> См. нашу статью «Управление кредитным риском» в этом сборнике.