

*А. СМИРНОВ,
доктор экономических наук,
заслуженный деятель науки РФ,
профессор ГУ–ВШЭ,
действительный член РАЕН*

КРЕДИТНЫЙ «ПУЗЫРЬ» И ПЕРКОЛАЦИЯ ФИНАНСОВОГО РЫНКА

Предмет данной статьи — моделирование процесса формирования кредитного «пузыря» (credit bubble), обусловленного ростом объемов ликвидности. Подобный пузырь породил в 2007–2008 гг. явления, формы которых совершенно не характерны для предшествующих кризисов ликвидности. Новый финансовый феномен эксперты все чаще называют «первым кризисом секьюритизации».

В контексте взаимодействия реального и финансового рынков кредитный кризис 2007–2008 гг. предстает симптомом процесса более общей природы. Мировая финансовая система постепенно эволюционирует, замещая банковское посредничество (intermediation) на рыночные институты и продукты. Благодаря секьюритизации активов и гигантским масштабам использования производных инструментов, особенно свопов, многократно увеличившим размеры вмененного (notional) долга, резко расширилась торговля структурированными финансовыми продуктами. В этих современных формах получил мощный импульс процесс замещения старых долгов на новые, прямым следствием которого стало ускорение роста глобальной задолженности. Все это, в отсутствие объективной меры стоимости, например золотого стандарта, усилило рискованность финансовой системы, а ее стабильность во все большей мере покоится лишь на доверии инвесторов к институтам и инструментам финансового рынка.

За последние десять-пятнадцать лет эти процессы совпали с формированием избыточной ликвидности. «Дешевые» деньги, неизбежно принимающие форму облегченных кредитов, — не просто аномалия глобального рынка, но один из важнейших факторов увеличения непродуктивного спроса на финансовые активы и возрастания их стоимости. Расширение объемов сделок с активами такого типа предполагает повышение финансового рычага (leverage) и резкое возрастание торговли рисками, что, ослабляя зависимость между ликвидностью и долгами, ускоряет раздувание долгового «пузыря» в глобальном масштабе.

В зависимости от экономических условий пузырь может закончиться коррекцией на отдельных сегментах кредитного рынка с относительно умеренными потерями. Хочется надеяться, что именно это станет завершением текущего кризиса. Однако при стечении неблагоприятных обстоятельств, что вполне вероятно и сейчас¹, усиление положительных обратных связей в поведении участников рынка может иметь последствия, равносильные коллапсу всей системы. Это чревато экономической катастрофой, и не только для развитых стран.

В начале XXI в. мировая экономика все более формируется как единая система с интегрированным финансовым рынком, на котором действует огромное число различных по масштабам оборота инвесторов с унифицированными типами поведения. В мировом хозяйстве происходит, или близится к завершению, принципиально новый процесс экономии на глобальных издержках (global outsourcing or offshoring). Перемещая производство в планетарных масштабах, он порождает длительные неравновесия между деньгами и товарной массой, усиливает вероятность возникновения крупных финансовых дисбалансов и пузырей. В ходе решения этих проблем усиливается координация деятельности правительств, центральных банков и других органов регулирования, особенно ведущих в экономическом отношении стран.

Избыточная ликвидность и долговой пузырь

Эмиссия гигантских объемов денежной массы, продолжавшаяся много лет, привела, по мнению экспертов, к ее избыточности и нарушила некогда стабильные причинно-следственные связи между деньгами и товарной инфляцией². В научной литературе термин «глобальная ликвидность» (global liquidity) амбивалентен, равно как не существует и общепризнанного подхода к ее измерению. Один из возможных вариантов расчета этого показателя за период 1992–2006 гг. (по нормализованной средней различных мер денег) проведен Английским банком³ и представлен на рисунке 1. Как видно, на начало 2007 г. ликвидность мировых финансовых рынков была очень высока.

Одной из причин феномена избыточной ликвидности явилась политика «дешевых» денег, которая с определенными вариациями проводилась на протяжении последнего десятилетия центральными банками стран–лидеров, прежде всего ФРС США. Эта политика стала возможной из-за активной интеграции в систему мирохозяйственных связей экономик ряда азиатских стран, и в первую очередь Китая. Сравнительно низкие издержки производства в этих странах

¹ В 2007 году экономика, помимо кредитного кризиса, испытала еще два шока: рост цен на нефть и продовольствие. Влияние этих факторов, которое происходит, главным образом, на реальных рынках, в данной работе не рассматривается.

² An Inflection Point in the Debt SuperCycle / BCA Special Report. 2007. September 5 (www.bcaresearch.com).

³ Gieve J. Coping with financial distress in a more market-oriented environment. L.: Bank of England, 2007.



Рис. 1

обусловили дешевизну экспорта в развитые экономики мира, где происходили умеренный рост и даже снижение цен на основную массу товаров. Глобальное перемещение производства в страны с низкими издержками стимулировало рост доходов в странах-экспортерах, а избыточное предложение их сбережений стало фактором устойчивого неравновесия предложения и спроса на деньги в экономически развитых странах. В отличие от прошлого, высокие темпы формирования денежной массы в странах с развитой экономикой не вызвали развертывания инфляционных процессов на товарных рынках. Рост цен на товары и услуги в странах с развитой экономикой за последние годы был ниже темпов денежной эмиссии, хотя инфляционное давление периодически возникает в разных экономиках.

Огромная денежная масса, не связанная обеспечением транзакций с потоками товаров, ресурсов и реальных активов, неизбежно устремляется в сферу финансов. Низкие ставки заимствований, сопровождавшие значительную эмиссию денег, способствовали не росту цен на товары и услуги, а в сочетании с процессами секьюритизации активов и расширением рынков финансовых производных инструментов (financial derivatives) беспрецедентно ускорили рост стоимости финансовых активов. Облегченное кредитование, в частности, обеспечило необычайно широкое развитие «долговых выкупов» (leveraged buyouts), происходящих на сегменте слияний и поглощений (mergers and acquisitions, M&A), причем не только общественных корпораций, но и компаний непубличной собственности.

Изобилие ликвидности, в отсутствие объективной меры стоимости, расширило доступность и снизило стоимость кредитов, а также увеличило пределы задолженности, что повлекло за собой беспрецедентный рост государственных и частных долгов. Так, согласно оценкам «Independent Strategy», величина задолженности всех видов в США примерно в 52 раза превысила объем денежной базы⁴. Современный рынок долгов все больше состоит из структурированных продуктов, включающих широкий спектр различных

⁴New Monetarism / Independent Strategy. L., 2006.

секьюритизированных активов (asset backed securities, ABS): от «займов, обеспеченных закладными» (mortgage backed securities, MBS) до различного вида «обеспеченных долговых обязательств» (collateralized debt obligations, CDO). Если первая продажа инструмента MBS была заключена Ginnie Mae⁵ в 1970 г., то к 2005 г. (по оценкам «Bond Market Association») рынок структурированных финансовых продуктов (structured financial products) только в США превысил 8 трлн долл. Это была подготовка к неизбежной коррекции рынка, прежде всего на сегменте кредитов.

Кредитование, обеспеченное долгами, раздуло пузырь заимствований, особенно ипотечных займов, который начал лопаться весной 2007 г. Кредитный кризис (credit crunch), или острая нехватка ликвидности, начался на сегменте ненадежных закладных займов (subprime loans meltdown), а затем, эпизодически снижая индексы фондового рынка, распространился на глобальный рынок слияний и поглощений. Настоящей сенсацией стал провал сегмента рынка коротких займов (money market), где обрушились векселя, обеспеченные активами (asset backed commercial papers, АВСР)⁶. Основные фондовые площадки мира неоднократно фиксировали падения индексов, которые оказались самыми значительными со времен кризиса высокотехнологичных компаний в 2000—2001 гг. (dotcom crisis). Большинство аналитиков согласны с тем, что особенность текущего кредитного кризиса состоит в массовом свертывании операций по физической секьюритизации (cash securitization) «долгов, обеспеченных активами» (CDO).

Кредитный кризис 2007—2008 гг. абсолютно непрозрачен, растянут во времени, «блуждает» с высокой неопределенностью по различным сегментам финансового рынка и, снижая котировки финансовых корпораций, эпизодически сотрясает фондовые индексы. Идет непрекращающаяся череда спазматических сокращений объемов кредитования (credit crunch) на рынках коротких финансовых инструментов (рынке денег). Финансовые списания, главным образом в банковском секторе, к августу 2008 г. достигли примерно 476 млрд долл., что повлекло потерю доверия даже к самым крупным и солидным финансовым учреждениям. Как следствие, глобальная капитализация банков, по расчетам Международного института финансов, сократилась на 1,6 трлн долл.⁷ Финансовые корпорации столкнулись с огромными трудностями в пополнении основного капитала, а некоторые инвестиционные и ипотечные банки разорились. Хотя кризисные явления происходят в основном на рынке денег, кризис не является отраслевым, поскольку финансовый рынок обеспечивает кредитами всю экономику. Интегральные последствия кризиса, равно как и время

⁵ Под этим именем известно правительственное агентство (Government National Mortgage Association, GNMA), которое на ипотечном рынке США гарантирует платежи по займам, обеспеченным закладными.

⁶ Векселя, обеспеченные активами (в данном случае АВСР), не могут стоить дешевле необеспеченных векселей. Между тем произошло именно это, когда инвесторы перестали покупать «обеспеченные векселя», узнав, что в их обеспечение включены ненадежные ипотечные займы, — несмотря на регулярную выплату доходов по ним.

⁷ Financial Times. 2008. August 4.

его окончания, даже спустя год, эксперты предсказывают весьма осторожно. Диапазон оценок возможных потерь весьма велик, но одна из наиболее обоснованных — около двух трлн долл.⁸

Кризисные явления на современном рынке денег продемонстрировали ограниченные возможности центральных банков регулировать денежное обращение. Например, интервенция ЕЦБ 9 августа 2007 г., когда он резко увеличил (до 96 млрд евро) продажу денег, стабилизировала короткие ставки процента, но, «испугав» рынок, спровоцировала обвал фондовых котировок. С другой стороны, относительная нейтральность Английского банка усугубила трудности британской банковской системы, а паника вкладчиков «Northern Rock» — пятого по величине ипотечного банка страны — в сентябре 2007 г. привела к его разорению. Последовательность действий ФРС, в порядке реакции на ипотечный кризис, также подобна шагам канатоходца. Американский центральный банк увеличивал размеры монетарных интервенций, открывал и удлинял сроки кредитных окон, в разных сочетаниях снижал ставки рефинансирования (discount rate) и федеральных фондов (federal funds target rate).

Дилемма одновременного управления финансовым и реальным рынками обострилась настолько, что в попытке ее разрешения центральные банки приступили к «разведению» (decoupling) ликвидности и ставок процента. Начались сложные эксперименты по увеличению ликвидности новыми средствами, включая замещение в балансах центральных банков высоколиквидных активов низколиквидными, проведение соответствующих аукционов, открытие кредитных линий инвестиционным банкам, покупку ценных бумаг квазигосударственных корпораций и т. д. Апофеозом действий ФРС стала практическая поддержка (и организация) операции по покупке банком «JPMorgan Chase» разорившегося «Bear Sterns», что ознаменовало прямое вмешательство государства в ситуацию на финансовом рынке. Эта линия была продолжена готовностью казначейства США и ФРС всеми средствами поддержать в июле 2008 г. двух гигантов ипотечного рынка — корпорации «Freddie Mac» и «Fannie Mae»⁹, а также произошедшей несколько ранее национализацией «Northern Rock» правительством Великобритании.

Вместе с тем нехватка ликвидности, остро ощущавшаяся на отдельных сегментах, прежде всего на рынке денег, не сопровождалась сокращением общего объема ликвидности. Продолжала возрастать и мировая задолженность. По данным Банка международных расчетов (Базель), объем глобального внутреннего долга за 2007 г. вырос на 12,6% и достиг 57,1 трлн долл. За этот же период увеличился на 9% объем задолженности и в США — основной стране кризисных явлений, хотя здесь темп роста оказался на два процентных пункта ниже, чем за предшествующий год¹⁰.

⁸ Greenlaw D., Harzius J., Kashuap A., Shin H. S. Leveraged losses: lessons from the mortgage market meltdown: Draft / US Monetary Policy Forum. 2008.

⁹ Квазигосударственные корпорации (government sponsored entities, GSE), контролируемые примерно половину 13-триллионного ипотечного рынка США.

¹⁰ BIS 78th Annual Report. Basel, 2008.

Кризис, хотя и с огромными издержками, повысил качество и стандарты кредитования, способствовал перемещению ликвидности в сферы более производительного использования. Это произошло за счет устранения эксцессов в использовании сложных структурированных финансовых инструментов (CDO и CDS, прежде всего), что улучшило возможности финансовой системы монетизировать и погашать долги. Аккумулируя огромные потери и ограничивая кредиты, банки приступили к снижению финансового рычага — пропорции между собственным капиталом и активами (долгами). Несмотря на мрачные предсказания, коррекция дисбалансов на различных сегментах финансового рынка хотя и порождает значительные финансовые риски и издержки, но протекает в целом с незначительными последствиями для реальной экономики.

По крайней мере, в современных условиях система глобальных финансов в целом достаточно прочна и способна противостоять дестабилизирующим воздействиям. Вместе с тем движущие силы спазматического сокращения кредита — секьюритизация активов и финансовые производные — убедительно продемонстрировали сингулярный (вырожденный, взрывной) характер процессов роста стоимости мировой задолженности. Исследование этих процессов лежит в основе предлагаемой модели.

О современных проблемах методологии исследований рынка

Парадоксально, но, несмотря на многие десятилетия исследований, проблема взаимодействия финансов и реальной экономики в своем полном значении лишь начинает формулироваться. «Анализ взаимосвязей между финансовыми системами и макроэкономическим поведением — это подлинный вызов», — признается, в частности, такой авторитетный исследовательский центр, как МВФ¹¹. Это утверждение, которое разделяет и автор, отражает как объективную сложность современных финансовых и экономических рынков, так и неадекватность аналитического инструментария быстро меняющимся реалиям наших дней.

Новые явления на мировых рынках заставляют пересматривать основные понятия и гипотезы экономической науки. Происходит формирование современной парадигмы «фрактальных финансов», основы которой заложены в работах Б. Мандельброта¹². Ревизии представлений о структуре и эволюции современных экономических и финансовых систем способствует идея «самоорганизованной критичности» (self-organized criticality, SOC) Бака—Танга—Вейля, которая активно разрабатывается в рамках научного направления, известного под названием «эконофизика», и в частности междисциплинарных исследований

¹¹ World Economic Outlook. Financial Systems and Economic Cycles / International Monetary Fund. Washington, 2006.

¹² Некоторые итоги его исследований в области финансов подведены в работе «The MisBehavior of Markets» (L.: Profile Books, 2005), написанной совместно с Р. Хадсоном.

института Санта-Фе. Видное место в аналитическом инструментарии «эконофизики» занимают адаптированные модели *перколяции*¹³, которые широко используются в естественных науках¹⁴. Современная методология открывает возможности установления аналогий между системами различной природы, способными в определенных условиях перестраивать структуру и менять поведение по общим правилам. Синтез научных результатов такого типа представляется необходимым этапом более глубокого понимания «внутренней» организации экономической системы, выявления механизмов взаимодействия отдельных рынков и экономики в целом.

Становится все более очевидным, что модификация финансового посредничества (*desintermediation*), установленная в работах Дж. Тобина, в современных условиях происходит на основе синтеза секьюритизации активов и структурированных финансовых инструментов. Эволюция глобальных финансовых институтов в направлении «рыночноориентированных систем», или «*more arm's length financial systems*», вместе с тем усиливает хрупкость финансовых рынков, что эмпирически подтверждается растущей частотой долговых дефолтов¹⁵.

Давно известно, что финансовые и экономические рынки демонстрируют свойства сложных систем. Они представляют собой открытые системы, элементы которых взаимодействуют в условиях нелинейности и сильных обратных связей, а поведение, как правило, существенно различается в зависимости от масштаба (*scaling*). Уравнения микроструктуры рынков получить довольно трудно, поэтому концепции статистической физики, разработанные для анализа и моделирования фазовых переходов и нелинейной (стохастической или хаотической) динамики, оказываются полезными в изучении поведения экономических систем без их детального микроскопического описания. Так, Д. Штауфер, Д. Сорнет, Р. Конт, Ж. Бушад и другие ученые исследовали поведение инвесторов на финансовом рынке на основе хорошо изученных моделей статистической механики. Накопление грандиозных массивов высокочастотных данных способствовало широкому применению в финансах методов эмпирического тестирования концепций теории перколяции, в том числе универсальности и самоподобия, стохастических степенных законов (*power laws*), корреляционной связности (*connectedness*).

¹³ Перколяция (по-латыни *colare* — поток, а *per* — через, сквозь) в современной интерпретации этого термина характеризует качественные изменения в поведении систем. Такие изменения происходят вблизи критической точки из-за увеличения длины связей (*connectedness*) между элементами системы. Теория перколяции изучает качественные изменения в системах различной природы, используя аналогии между процессами фазовых переходов и формирования кластеров ячеек сети.

¹⁴ *Mantegna R., Stanley H. E.* An Introduction to Econophysics. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. Модели перколяции применяются для изучения процессов самой различной природы: солнечных пятен, землетрясений, формирования снежных лавин, распространения лесных пожаров, эпидемий и т. д. См., например: *Newman M. J. E.* Power laws, Pareto distributions and Zipf's law // *Contemporary Physics*. 2005. No 46.

¹⁵ Исследования О. Васичеком, Д. Ли, Дж. Халлом и А. Уайтом систем взаимосвязанных кредитных дефолтов явились серьезным теоретическим прорывом, обеспечившим расчеты стоимости структурированных финансовых инструментов. (См.: *Amato J., Guntelberg J.* CDS index tranches and the pricing of credit risk correlations // *BIS Quarterly Review*. 2005. March.)

Как признается все большим числом исследователей, именно эндогенные изменения, а не «внешние шоки», порождают особенности поведения финансовых и экономических систем, в том числе циклы и колебания. При этом в экономиках разных стран не обнаружены механизмы мультипликации (на несколько порядков) фискальных или монетарных шоков до величин, сопоставимых с амплитудой макроэкономических колебаний¹⁶. В объяснениях финансовых кризисов все меньше используется методология «репрезентативного рыночного агента» (representative agent model), поскольку отождествление системы с неким «типичным участником» оказывается неэффективным приемом, особенно в исследовании систем, состоящих из многих взаимодействующих и значительно различающихся своими размерами (scaling) элементов¹⁷. Именно такие системы характерны для экономических и финансовых рынков.

Альтернатива модели «рационального инвестора» — гипотеза существования подобия (self-similarity) системы и ее элемента лишь в особых условиях. Модели перколяции подтверждают, что на финансовых рынках (системы высокой размерности) в критической точке могут формироваться фракталы, что является признаком такого подобия. Например, гетерогенный рынок покупателей и продавцов может перестроиться в однородный рынок продавцов, причем вероятностные распределения его многих характеристик становятся степенными¹⁸.

В окрестности критической точки поведение системы сингулярно, поэтому исследование циклов, включая кредитные, требует изучения механизмов дестабилизации рынков. С этими явлениями финансы встречаются особенно часто: развивающиеся и лопающиеся финансовые пузыри, кризисы, гиперинфляция, эпидемии банковской паники. Гипотеза эффективного рынка, однако, исключает рациональные пузыри, и это стало общепринятым подходом, в частности, после работ О. Бланшара и Ж. Тиrolя.

Акцент на изучении перестройки структуры рынков, как основной причине кризисов, пробудил интерес экономистов к теории «долговой дефляции» (debt deflation theory), которая была сформулирована И. Фишером еще в 1933 г., но долгое время игнорировалась экономической наукой. В 1970—1980-х годах эта концепция была существенно развита американским экономистом Х. Мински. Он, в частности, исследовал условия, возникающие в процессе совместного функционирования финансового и реального рынков, которые могут привести к дестабилизации процесса погашения долга и дефляции.

¹⁶ *Gabaix X., Gopikrishnan P., Plerou V., Stanley E.* A unified econophysics explanation for the power law exponents of stock market activity // *Physica A*. 2007. No 382. P. 81–88.

¹⁷ *Delli Gatti D. et al.* A new approach to business fluctuations: heterogeneous interacting agents, scaling laws and financial fragility // *Journal of Economic Behavior & Organization*. 2005. Vol. 56, No 4. P. 489–512.

¹⁸ Многие экономические процессы, например формирования богатства, доходов, распределения размеров предприятий, следуют степенным законам, или распределениям Парето, вне связи с явлениями перколяции. Фрактальные свойства динамики финансовых рынков были обнаружены на интуитивном уровне еще в 1950-е годы. Так, Д. Дюрэн предложил модель стоимости акции быстрорастущей компании, имеющую структуру Петербургского парадокса, — пожалуй, старейшего из известных логических фракталов (*Szekely G., Richards D.* The St. Petersburg paradox and the crash of high-tech stocks in 2000 // *The American Statistician*. 2004. Vol. 58, No 3. P. 225–231).

Эта методология применительно к эволюции банковской системы была конкретизирована Б. Бернанке¹⁹.

Теоретические обобщения эволюции и аperiodичности финансовых систем в сочетании с идеями «самоорганизованной критичности» и перколяции закладывают основы понимания трансформационных процессов, ведущих, при определенных условиях, к их вырождению и краху. Не требуется много слов, чтобы доказать важность подобных исследований при создании системы регулирования современных финансов, актуальность которого подтверждена кредитным кризисом 2007–2008 гг.

Общая характеристика модели

Концептуально предлагаемая модель основана на аналогии процессов дестабилизации финансового рынка и перколяции систем общей природы. Она лежит в русле общей теории «дефляционного долга» Фишера—Мински—Бернанке. Исследуется рост глобальной задолженности в зависимости от накопления ликвидности, которое при определенных условиях приводит к перерождению и краху системы. Выбор глобального рынка как основного объекта анализа определяется общемировым характером кредитного кризиса, который затрагивает, хотя и в различной степени, многие регионы и сегменты финансового рынка. Используемые в модели константы перколяции применимы к системам большой (теоретически — бесконечной) размерности, а этим требованиям удовлетворяет именно глобальный рынок.

В нормальных условиях стоимость долга является функцией денег, а погашение долговых обязательств обеспечивается координацией поведения основных участников рынка: эмитентов долгов, включая правительства разных стран, покупателей долга (частных инвесторов) и эмитентов ликвидности — центральные банки. Для логнормального распределения доходности долга можно найти оптимальный размер эмиссии денежной базы, обеспечивающий полное погашение номинала долга. Долговой дефолт в этом режиме происходит лишь из-за недостаточной эмиссии денег.

Избыточная ликвидность, нарушая связи между деньгами и долгами, провоцирует перестройку микроорганизации финансового рынка, где появляются растущие кластеры покупателей долга. Начинают доминировать стратегии «подражания» (herding), «животных инстинктов» (animal spirit) или «иррационального возбуждения» (irrational exuberance)²⁰. Гетерогенный рынок продавцов и покупателей превращается в гомогенный рынок покупателей долга. Запускается механизм, переключающий совокупный спрос с денег на долги и обеспечивающий ускоренный, в сравнении с объемами глобальной ликвидности, рост стоимости заимствований.

Режим «избыточной ликвидности» усиливает положительные обратные связи во взаимодействии инвесторов, особенно по мере

¹⁹ Peter G. von. Debt-deflation: concepts and a stylised model // BIS Working Papers. 2005.

²⁰ Shiller R. Irrational Exuberance. Princeton: Princeton University Press, 2000.

приближения объема ликвидности к своему критическому значению. Перестройка микроорганизации финансового рынка приводит к появлению перколяционного кластера покупателей долга, имеющего фрактальную размерность. Доминирование покупателей генерирует неограниченно большие объемы заимствований, что окончательно разрушает связи между ликвидностью и долгами. Поскольку конечные объемы ликвидности не могут монетизировать бесконечные размеры задолженности, происходит вырождение рынка денег и долгов. Перколяция предопределяет массовую смену инвесторами длинной позиции на короткую, а следовательно, предвосхищает наступление кризиса для закритических значений ликвидности.

Использование модели перколяции для ячеистых сетей (2D site lattice) дает возможность простыми средствами исследовать механизмы лавинообразного нарастания задолженности и вычислить некоторые параметры этого процесса. После краткой характеристики модели перейдем к ее изложению по существу.

Перестройка глобального рынка и финансовый пузырь

Объем ликвидности, обеспечивающий полное погашение долга, является «наилучшим» для системы. Избыточная ликвидность влечет качественные изменения финансовых рынков. Когда центральные банки накачивают в экономику «деньги повышенной мощности», которые мультиплицируются в избыточные объемы, то свойства ликвидности меняются. С интуитивной точки зрения в нормальных условиях денежная масса беспрепятственно, быстро и без издержек конвертируется в любые полезности: товары, ресурсы или активы. Если же ликвидность избыточна, то такая конвертация осуществляется медленнее, с дополнительными трудностями, ограничениями и издержками. Когда от денег трудно избавиться, то растет «вязкость» ликвидности, подобно загустению смазки в механизме экономического обмена²¹. «Вязкость» рынка в таком понимании идентична снижению покупательной способности денег — явлению, достаточно хорошо изученному в аспекте «высокой» инфляции и гиперинфляции. Отличие современной экономики состоит, однако, в том, что избыточная глобальная ликвидность не трансформируется в рост товарных цен.

В теории систем повышение «вязкости» среды моделируется через редукцию дифференциального уравнения второго порядка, которое определяет поведение исходной системы, к уравнению первого порядка²². В общем виде такое уравнение для ликвидности s

$$\frac{df}{ds} = f(s_t) \quad (1)$$

²¹ Для характеристики финансового рынка часто используются понятия, заимствованные из естественных наук, такие, как «емкость» (volume), «ширина» (breadth) и «глубина» (depth), в ряду которых понятие «вязкость» (viscosity) представляется вполне уместным.

²² Процедура редукции приведена в работе: Смирнов А. Д. Монетизация глобального долга: погашение или кризис // Экономический журнал ВШЭ. 2007. Т. 11, № 4. С. 467–519.

представляет перманентный рост стоимости долга $f(s)$, или *финансовый пузырь*, который раздувается под воздействием расширения объемов ликвидности. Для «нормального» финансового рынка номинал долга (face value) естественно полагать фиксированным, однако в условиях избыточной ликвидности это не так. Массовое распространение практики погашения долгов новыми заимствованиями и особенно появление инструментов типа CDS (credit default swaps), в которых «вмененный» долг может быть произвольно большим, снимает ограничения в отношении возникновения долговых пузырей.

Уравнение (1) имеет положительный действительный корень, следовательно, рост стоимости новых заимствований происходит при расширяющихся объемах ликвидности:

$$f(s_t) = f(0) \exp[s_t]. \quad (2)$$

Такая ситуация вполне аналогична простым процессам раздувания финансового пузыря либо гиперинфляции²³. Отметим, что уравнение (1), связывая скорость роста и уровень стоимости новых заимствований, характеризует процесс погашения долгов посредством новых заимствований. С помощью этого процесса можно экономически объяснить усиление положительных обратных связей, раздувающих долговой пузырь. Подобное возможно и в «нормальном» режиме функционирования финансового рынка, но как аномалия, которая отмечалась еще классиками²⁴.

Механизм формирования избыточной ликвидности превращает указанную выше аномалию в распространенную практику. Именно это происходит, когда должник получает право погашать займы, выпуская новые долговые обязательства.

Например, в начале 2000-х годов в США получили широкое распространение «payment-in-kind notes» — займы, которые позволяют должнику увеличивать номинал долга, если текущий платеж не производится. Совершенно анекдотичны, например, «ниндзя займы» (No Income, No Job or Assets, NINJA Loans), то есть займы людям, не имеющим доходов, работы или активов. Они, однако, охотно предоставлялись кредиторами, желающими получить доходы в условиях избыточной ликвидности. Когда отмеченная Рикардо аномалия превращается в норму поведения инвесторов, процесс монетизации долга неизбежно принимает сингулярный характер. История воистину повторяется, но первый раз — как фарс, а второй — как трагедия.

Функция (2) существует на всей положительной полуоси значений ликвидности, то есть перманентный рост долгового пузыря поддерживается неограниченным увеличением объемов денежной массы. Это, однако, не соответствует действительности, поскольку *финансовый пузырь не может раздуваться неопределенно долгий срок*. История финансов изобилует свидетельствами того, как завышение рынком стоимости

²³ В простой модели инфляции цены товаров, услуг и ресурсов растут, поскольку увеличивается денежная масса, которая постепенно транслируется в рост цен.

²⁴ Напомним известную цитату, которая, согласно Д. Рикардо, взята из выступления в британском парламенте некоего Гескиссона. Этот парламентарий утверждал: «В основе предположения, что старый долг оплачен, лежит то обстоятельство, что мы заключили новый заем, на гораздо большую сумму...» (Рикардо Д. Соч. Т. 2. М.: Госполитиздат, 1941. С. 235).

активов заканчивалось финансовым крахом²⁵. Используя формальный язык, можно сказать, что финансовая система в некоторой критической точке вырождается. Между тем уравнение (1) сингулярности не имеет, следовательно, адекватной моделью финансового кризиса быть не может. Объяснение процесса увеличения стоимости задолженности, заканчивающегося крахом системы, требует характеристики взаимодействия инвесторов, то есть анализа микроструктуры рынка.

Перколяция финансового рынка

Инвесторов, действующих на рынке долгов, можно (с некоторой коррекцией) разделить на две группы: спекулятивных инвесторов (*information motivated investors*) и инвесторов, улучшающих свои платежные позиции (*liquidity motivated investors*). Рыночные агенты первой группы, используя всю имеющуюся у них информацию, покупают недооцененные и продают переоцененные активы, зарабатывая прибыль на несовершенствах рынка. Участники второй группы продают активы по ценам предложения (*bid price*) и покупают по ценам спроса (*ask price*), поскольку перестраивают свои портфели активов, исходя из необходимости осуществления текущих платежей. Рыночные брокеры и дилеры, как правило, получают прибыль на сделках со второй группой инвесторов. Поэтому когда преобладают инвесторы первой группы, рынок становится «мелким», «узким» и объем операций на нем сокращается. Спрос и предложение активов становятся менее эластичными, размеры спредов цен продаж и покупок расширяются, а общие объемы доходов трейдеров уменьшаются. Такой сценарий реализуется, когда нарастающие объемы ликвидности приводят к перестройке микроструктуры финансового рынка. Для объяснения процессов формирования кластеров покупателей долга, происходящих под влиянием накопления ликвидности, используется методология перколяции. Эта сложная проблема в модели рассматривается лишь в контексте изменений, порождающих сингулярность системы.

Микроструктура рынка долгов

Случайную динамику рынка можно представить как *двумерную модель перколяции* (*2D percolation model*)²⁶. Феномен перколяции на финансовом рынке — это появление кластера покупателей долга в размерах, сопоставимых с размерами системы. Уже говорилось, что когда на рынке начинает доминировать кластер покупателей долга, система становится самоподобной, а ее размерность — фрактальной. Исследование кредитного пузыря в модели сводится к определению точки, где происходят необратимые качественные изменения структуры рынка (перколяция системы), за которыми неизбежно следует собственно кризис ликвидности. Строго говоря, «созревший» кредитный

²⁵ *Kindleberger C. P.* Manias, Panics and Crashes: A History of Financial Crises. N. Y.: J. Wiley, 2000.

²⁶ *Sornette D.* Critical market crashes // *Physics Reports*. 2003. Vol. 378, No 1. P. 1–98.

пузырь — не кризис, но кризис обязательно наступает вследствие необратимых изменений структуры рынка.

Известно, что состояние финансового рынка определяется огромным количеством факторов и дать его полное описание чрезвычайно трудно. В нашей модели изменение объемов ликвидности влияет на поведение инвесторов, принимающих решения независимо, но образующих кластеры однотипного поведения, например кластеры покупателей долга. Различные состояния рынка предстают как стохастическая последовательность конфигураций (числа, размеров и локализации кластеров) на заданной сети ячеек, где ячейка отождествляется с действиями некоторого инвестора. Отрезок значений ликвидности $[s^*, \hat{S}]$ удобно нормализовать, например, как

$$p = \frac{s - s^*}{\hat{S} - s^*}; \quad 0 \leq p \leq 1, \quad (3)$$

где: s^* — объем ликвидности, обеспечивающий полное погашение долга, а константа характеристического масштаба \hat{S} определяет объем ликвидности в условиях абсолютного доминирования кластера покупателей долга. Параметр p положителен, равен нулю и единице на концах отрезка $[s^*, \hat{S}]$, следовательно, может интерпретироваться как априорная вероятность, значение которой определяет некоторое случайное состояние финансового рынка.

Для каждого уровня априорной вероятности p на сети линейного размера $L (L \times L = N)$ последовательно рассматриваются ячейки $f_i, i \in N$, которые случайным образом, независимо друг от друга, находятся в одном из двух состояний:

$$f_i = \begin{cases} +1, & p_i < p, \\ 0, & p_i \geq p. \end{cases}$$

Если ячейка находится в состоянии (+1), то инвестор f_i занимает длинную позицию, то есть входит в некоторый кластер покупателей долга. Длинная позиция инвестора может объясняться либо его предпочтениями в условиях избыточной ликвидности, либо наличием недооцененного актива. Если ячейка принимает состояние (0), то ассоциированный с ней инвестор покупает и продает долги, не демонстрируя явно выраженных предпочтений, следовательно, в кластер не входит.

Последовательный перебор значений априорной вероятности диктует случайные комбинации значений ячеек сети и формирование различных кластеров. Таким образом, каждый инвестор принимает решение о приобретении долга независимо от другого, но совокупности покупателей долга образуют кластеры. Формально кластер вычисляется по алгоритму Хошена—Копелмана как множество ячеек, находящихся в состоянии (+1) и имеющих общее ребро²⁷. С помощью ресурса «Percolation Applet» автором был проведен ряд экспериментов на сети линейного размера $L = 100$, отдельные результаты которых приведены ниже. Для разных объемов ликвидности (априорной вероятности) на рисунке 2 представлены три типичные конфигурации.

²⁷ Gould H., Tobochnik J., Christian W. An Introduction to Computer Simulation Methods: Application to Physical Systems. 3rd ed. Boston, MA: Addison-Wesley, 2006.

**Конфигурации сети участников рынка размера $L = 100$
для разных объемов ликвидности**

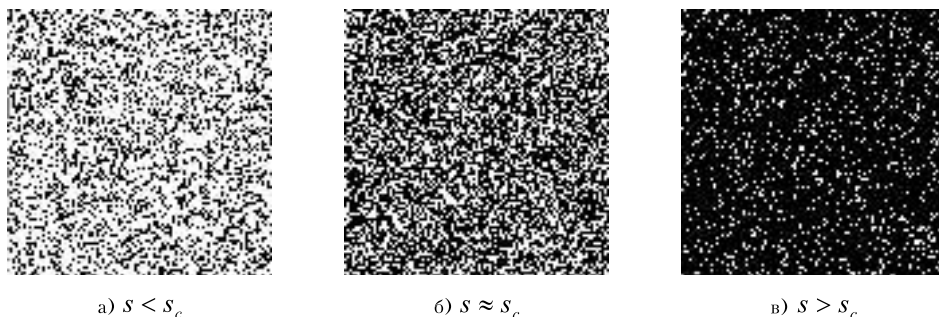


Рис. 2

Для небольших в сравнении с критическим объемов ликвидности, $s < s_c$, рынок функционирует «нормально». Это означает, что число продавцов и покупателей активов, а также объемы их транзакций различаются незначительно, а поведение инвесторов имеет относительно низкую когерентность. Как правило, «нормальный» рынок — «глубокий» и «широкий», на котором размеры кластеров покупателей долга сравнительно малы. На рисунке 2а видно, что в этом состоянии число светлых ячеек (продавцов долга) примерно равно числу темных ячеек (покупателей долга), а средний размер кластеров покупателей долга $\langle f \rangle$ конечен и сравнительно невелик. Это свидетельствует о гетерогенности финансового рынка в том смысле, что предпочтения инвесторов разделены и симметричны, а число покупателей примерно равно числу продавцов. Для таких объемов ликвидности размер кластеров покупателей долга не зависит от размера рынка в целом.

Увеличение ликвидности усиливает когерентность поведения участников рынка, поскольку большая масса денег способствует росту числа покупателей долга. Рост объемов ликвидности влечет за собой увеличение числа и среднего размера $\langle f \rangle$ кластеров покупателей долга. На рисунке 2б представлена конфигурация системы для объемов ликвидности, близких к критическому уровню, $s \approx s_c$. В этом состоянии общее число продавцов долга по-прежнему примерно равно числу покупателей, но последние организованы в единый кластер (ячейки темного цвета), который имеет максимальную размерность, сопоставимую с размерами всего рынка. Это характеризует явление *перколяции системы*, которое знаменует необратимое изменение рынка, ведущее к неизбежному кризису.

Перколяция, которая происходит в критической точке, $s \approx s_c$, означает появление на рынке кластера покупателей долга, размер которого сопоставим с размерами системы. Геометрически кластер покупателей может располагаться, например, от верхней до нижней границы сети²⁸. Перколяция финансового рынка означает радикальное изменение его свойств, поскольку на рынке начинают доминировать

²⁸ Определение перколяционного кластера для систем конечной размерности является предметом специального соглашения.

когерентные действия покупателей долга (инстинкт толпы). Размер максимального кластера определяется «корреляционной связностью» системы, то есть степенью взаимного влияния покупателей долга, не нарушенного собственными предпочтениями участников данного кластера. Вместе с тем организация максимального (spanning), или перколяционного, кластера довольно «рыхлая». Перколяционный кластер, как видно на рисунке 2б, имеет нерегулярную форму с «дырами», а кроме того, на сети различимы многие независимые кластеры покупателей долга меньшей размерности.

Наконец, на рисунке 2в воспроизводится конфигурация рынка долгов для объемов ликвидности, превышающих критический уровень, $s > s_c$. В этом состоянии когерентность поведения инвесторов настолько велика, что практически все становятся покупателями долга. Только очень малое число участников рынка продает долги и образует отдельные кластеры (светлого цвета). Однако все постоянно и неопределенно долго покупать не могут. Осознание этого факта приводит к массовой смене позиций участниками рынка с длинной на короткую, что приводит к дефициту ликвидности²⁹. Рынок покупателей на «закритической» стадии, когда финансовый пузырь лопается, превращается в рынок продавцов, означающий наступление кризиса ликвидности.

Инвариантные константы перколяции

Важнейшее преимущество использования теории перколяции — это возможность адаптации результатов, полученных в исследовании систем совершенно другой природы. Вместо экспериментов в финансах, которые либо невозможны, либо чрезвычайно опасны, теория перколяции предлагает ряд универсальных констант: критическую вероятность $p = 0,59274\dots$, а также «критические экспоненты», полученные в результате экспериментирования с фазовыми переходами совершенно других систем³⁰. В дальнейших расчетах критические экспоненты используются непосредственно, но, вообще говоря, этому должны предшествовать специальные исследования. Данные параметры перколяции простой ячеистой сети, строго говоря, справедливы для бесконечно больших систем ($L \rightarrow \infty$), а для реальных систем конечной размерности эти зависимости несколько иные.

В модели перколяции для малой окрестности критического значения эмиссии ликвидности $s = s_c$ распределение средних размеров кластеров следует степенному закону:

$$\langle f \rangle \propto |s - s_c|^{-\gamma}, \quad (4)$$

²⁹ «Теория еще большего дурака» (the greater fool theory), хорошо известная в финансах, представляется простым и вполне убедительным объяснением данного процесса. Согласно этой теории, покупать некоторый актив часто следует не потому, что он стоит тех денег, которые за него отдаются, а потому, что его всегда можно будет продать «еще большему дураку» по более высокой цене.

³⁰ Stauffer D., Sornette D. Self-organized percolation model for stock market fluctuations // Physica A. 1999. Vol. 271, No 3. P. 496–506.

где $\gamma = 43/18$ — одна из критических экспонент перколяции для ячеистой плоской сети. В соответствии с (4), средний размер кластера покупателей долга $\langle f \rangle$ пропорционален абсолютной величине разности между фактическим и критическим объемами ликвидности, возведенной в степень $(-\gamma)$. Из этого следует, что в окрестности критической точки конечный объем ликвидности способствует формированию кластера покупателей долга сколь угодно большой размерности. Это увеличивает (теоретически — до бесконечных размеров) спрос на активы и их стоимость. Иными словами, конечные объемы ликвидности должны монетизировать произвольно большие объемы задолженности, что сразу же ставит вопрос об экономической природе подобного явления. Инвариантность масштаба, свойственная степенному распределению, характеризует перколяционный кластер как фрактал, размерность которого для ячеистой плоской сети, как известно, равна $d = 0,189 \pm 0,03$. Фрактальный характер перколяционного кластера говорит о *качественных* изменениях, происходящих на финансовом рынке, где начинает доминировать кластер покупателей долга.

Самоподобие системы и ее элемента — важнейшее свойство фрактала — появляется в результате резкого увеличения корреляционной связности во взаимодействии инвесторов. Оно отражает «эффекты толпы» на финансовом рынке, происходящие под воздействием увеличения объема ликвидности. В окрестности критической точки функция связности $\xi(p)$ ведет себя в соответствии со степенным законом

$$\xi(p) \propto |s - s_c|^{-\nu}, \quad (5)$$

где $\nu = 4/3$ — одна из критических экспонент. Связность перколяционного кластера и его средний размер в окрестности критической точки становятся теоретически бесконечными, хотя в реальных конечных системах они ограничены размерами всего накопленного долга. В критической точке элемент системы (перколяционный кластер) становится вполне сопоставимым с системой в целом.

Обратные связи и сингулярность финансового рынка

Экономическая интерпретация изменений микроструктуры финансового рынка вполне соответствует характеристике, данной Дж. М. Кейнсом процессам «спекуляции» и «предприимчивости» инвесторов. В «Общей теории занятости, процента и денег» под термином «спекуляция» он понимал аспект поведения инвесторов, который заключается в предвидении действий других участников рынка. С другой стороны, инвесторы заняты постоянным поиском активов, имеющих наивысшую стоимость для владельца или максимальную доходность для покупателей. Этот аспект поведения инвесторов Кейнс характеризовал термином «предприимчивость» (enterprise)³¹. Спекуляция и предпри-

³¹ Не смешивать с термином «предпринимательство» (entrepreneurship), который обычно используется в широком социально-экономическом контексте.

имчивость на финансовом рынке — сопряженные понятия, поскольку изменение цен активов когерентно формированию кластеров покупателей долга. В контексте определений Кейнса накопление избыточной ликвидности — основной импульс формирования кластеров покупателей долга, что увеличивает спрос на долги и вызывает рост их стоимости.

Перестройка микроорганизации рынка, ведущая к перколяции, позволяет составить уравнение «спекуляции», которое характеризует динамику среднего размера кластеров $\langle f \rangle$ покупателей долга. По мере приближения эмиссии ликвидности к критическому уровню размеры конечных кластеров увеличиваются. С учетом этого, дифференцируя равенство (4) по переменной ликвидности, получаем нелинейное уравнение для среднего размера кластеров:

$$\frac{d\langle f \rangle}{ds} = \langle f \rangle^{\frac{\gamma+1}{\gamma}}, \quad (6)$$

где γ — критическая экспонента перколяции. В ходе формирования кластеров покупателей долга изменяется стоимость новых заимствований: чем больше покупателей и чем согласованнее их действия, тем выше спрос на активы, следовательно, выше их стоимость. Динамика стоимости новых заимствований не является линейным процессом, поскольку избыточность ликвидности влечет качественные изменения микроструктуры рынка. Пожалуй, самая простая модель нелинейности — дифференциальное уравнение «предприимчивости», по сути совпадающее с уравнением (6):

$$\frac{df}{ds} = f^a(s); \quad a > 1, \quad (7)$$

где параметр $a = \gamma^{-1}(1 + \gamma)$ характеризует меру влияния стоимости новых долгов на скорость их роста. Поскольку процессы формирования кластеров покупателей долга и возрастания стоимости новых заимствований взаимосвязаны, то можно утверждать, что соответствующие параметры в правых частях уравнений (6) и (7) равны. Для известного γ это дает $a = 1,42$.

Нелинейное уравнение (7), как известно, редуцируется к линейному уравнению, что позволяет вычислить критический объем эмиссии ликвидности:

$$s_c = \frac{1}{n-1} f(0)^{-(a-1)}, \quad (8)$$

и стоимость нового долга:

$$f(s) = f(0) \left[1 - \frac{s}{s_c} \right]^{-\frac{1}{a-1}}. \quad (9)$$

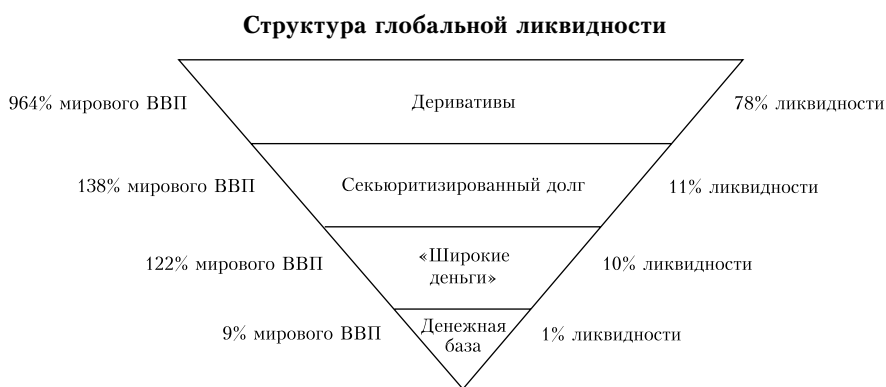
В критической точке s_c , как следует из (9), стоимость новых долгов становится сопоставимой с размерами всего долга, что может иметь место лишь для бесконечно высоких объемов заимствований. Однако бесконечно высокие объемы заимствований не могут быть надежно обеспечены активами, а деньги в таких условиях теряют свою ценность. Это эквивалентно коллапсу финансовой системы. Конечные размеры всех реально существующих систем лишь маскируют этот феномен.

Сценарий перерождения глобальных финансов

Рассмотрим сценарий развития мировой системы «деньги-долги», согласно которому избыточная ликвидность вызывает ускоренный рост стоимости глобальных заимствований. Коррекция финансового рынка, в отличие от кредитного кризиса 2007—2008 гг., не ограничивается отдельными сегментами, а перерастает в глобальную финансовую катастрофу. Какова вероятность развития событий в данном направлении?

Возможная динамика глобальной ликвидности

В расчетах за меру «глобальной ликвидности» принята эмиссия мировой денежной базы, или «внешних» денег (global outside money), а объем глобальной задолженности измеряется объемом секьюритизированного долга (global securitized debt). Общее представление о структуре глобальной ликвидности, которое используется для параметризации модели, содержится в цитированном выше исследовании «Independent Strategy» и представлено на рисунке 3. Как видно, «внешние» деньги, или деньги повышенной мощности, которые создают центральные банки, образуют около 1% объема глобальной ликвидности. Между тем именно они формируют ее динамику и являются наиболее однородной компонентой ликвидности.



Источник: Independent Strategy.

Рис. 3

Параметризация предлагаемой модели проведена посредством простых расчетов по данным упомянутого выше издания МВФ. Объем мирового ВВП за 2005 г. принят равным 61,1 трлн долл. в пересчете на паритет покупательной способности валют, причем доля ВВП стран с развитой экономикой была равна 52,3% от этой величины. Поскольку денежная база, которая служит одной из мер ликвидности, составляет 9% ВВП, то ее мировой объем оценивается величиной порядка 5,5 трлн долл. По данным того же источника (с учетом удельных весов развитых и прочих стран в мировом ВВП) средний за 2001—2005 гг. темп прироста объема денег по странам мира составлял примерно 11%. Пренебрегая различиями в скоростях роста различных денежных агрегатов, получаем оценку объема эмиссии глобальной денежной базы для 2005 г. в 0,61 трлн долл. ($5,5 \times 0,11$). Полученная величина, равная одному проценту от объема мирового ВВП, представляется несколько завышенной, однако вполне правдоподобной и приемлемой для данного примерного расчета.

Объем секьюритизированной задолженности (securitized debt) — другой меры глобальной ликвидности — в 2005 г. равнялся 138% мирового ВВП, или 84,3 трлн долл. По данным МВФ за 2005 г., размер дефицита бюджета стран с развитой экономикой находился

в пределах 2,7, а остальных стран – 0,9% соответственно от их совокупного ВВП. С учетом вклада этих двух типов экономик в мировое производство, это дает среднюю долю бюджетного дефицита в 1,8% от глобального ВВП. Полагая, что дефицит бюджетов всех стран целиком финансировался посредством заимствований на свободном рынке, определяем стоимость их суммарного «нового долга», $f(s)$, примерно в 1,1 трлн долл. Интересно отметить, что по состоянию на 2005 г. величина совокупного «нового долга» на порядок меньше объема секьюритизированного долга, который принят за масштаб мирового долга в целом. Это обстоятельство может считаться одним из свидетельств гетерогенности финансового рынка и, следовательно, отдаленности кризиса.

Расчеты, проведенные выше, дают две эмпирические величины, необходимые для параметризации модели: объем эмиссии глобальной денежной базы, $s = 0,61$ трлн долл., а также стоимость глобального «нового долга», $f(s) = 1,1$ трлн долл. Эти оценки используются для расчета критического объема эмиссии ликвидности s_c , а также начальных условий $f(0)$, которые для $a = 1,42$ находятся из совместного решения системы уравнений:

$$f(s) = f(0) \left[1 - \frac{s}{s_c} \right]^{-\frac{1}{a-1}} \quad \text{и} \quad s_c = \frac{1}{a-1} f(0)^{-(a-1)}. \quad (10)$$

Значение параметра $f(0)$ оценивается в 0,62 трлн долл., а *критический объем* эмиссии глобальной ликвидности s_c составляет 2,91 трлн долл. Найденные величины для эмиссии мировой денежной базы в 0,61 трлн долл. соответствуют стоимости «нового долга» в 1,1 трлн долл.:

$$f(s) = 0,62 \left(1 - \frac{0,61}{2,91} \right)^{-\frac{1}{0,42}} = 1,0855,$$

что практически совпадает с фактическим объемом новых заимствований в мире.

Полученные численные характеристики позволяют рассчитать по формулам (10) последовательность состояний системы глобальных финансов, которые представлены в таблице.

Т а б л и ц а

**Эволюция глобальных финансов (трлн долл.)
для $a = 1,42$**

Мировой объем секьюритизированного долга	Параметр «нового долга»	Критический объем эмиссии денег «повышенной мощности»	Объем эмиссии денег «повышенной мощности»	Объемы стоимости «нового долга»	Относительная стоимость денег	Пределы заимствований
$B(s)$	$f(0)$	s_c	s	$f(s)$	$\frac{s}{f(s)}$	$q = \frac{f(s)}{F}$
84,3	0,62	2,91	0,61	1,10	0,55	0,01
			1,22	2,24	0,55	0,03
			2,44	47,60	0,05	0,56
			2,54	84,10	0,03	1,02
			2,60	128,20	0,02	1,52

Согласно расчетным данным, дрейф глобальной финансовой системы к критической точке происходит достаточно медленно. Так, удвоение объема глобальной ликвидности приводит к двукратному росту стоимости нового долга, которая продолжает быть на порядок меньше существующего накопленного долга в глобальной системе «деньги-долги». Система достаточно стабильна (robust), а ее состояние на текущий момент, как представляется, позволяет с высокой вероятностью говорить о возможности развития событий по благоприятному сценарию. В пользу этого говорят три обстоятельства: текущее положение системы находится достаточно далеко от критического значения глобальной ликвидности, размер новых долгов много меньше объема накопленного долга и, наконец, скорость дрейфа системы к коллапсу весьма невелика. Такие выводы вполне согласуются с фактом достаточно ограниченных потерь в результате кредитного кризиса 2007—2008 гг.

Опасения коллапса глобальной финансовой системы объясняются при таком развитии событий, прежде всего, неопределенностью темпов накопления избыточной ликвидности. Если произойдет ускорение этих темпов, то это резко усилит «гомогенизацию» мирового финансового рынка. Появление доминирующего (перколяционного) кластера глобальных покупателей долгов приведет к быстрому возрастанию размеров стоимости новых заимствований, что в таблице заметно на уровнях глобальной ликвидности, превышающих 2 трлн долл.

Расчетные данные таблицы представлены на рисунке 4, где явно видна смена режимов, происходящая при текущем объеме эмиссии ликвидности в $s = 0,61$ трлн долл. Лавинообразный рост задолженности иллюстрирует утверждение о том, что *глобальный рынок стабилен, пока участники сохраняют доверие к системе*, то есть удовлетворены той формой богатства, которую имеют. Поскольку денежная масса много меньше номинальной стоимости богатства, массовая ликвидация активов немедленно «испарит» его львиную долю.

Подобное происходит и в «нормальных» рыночных условиях. Если некоторая корпорация стоит, скажем, 60 млрд долл., то «ликвидировать» это богатство без потерь или, проще, получить эту сумму «налом» нельзя. Коррекция рынка, означающая массированную продажу активов, немедленно приведет к падению их рыночной стоимости, следовательно, драматическому сокращению богатства в форме ликвидности. Вопрос лишь в скорости коррекции и размерах сокращения, которые могут быть сравнительно небольшими либо завершиться коллапсом глобальной системы «деньги-долги».

Эволюция глобальной финансовой системы

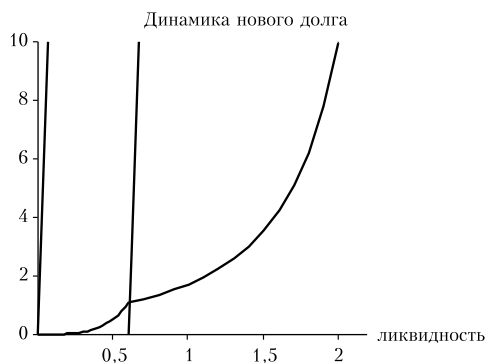


Рис. 4

Грубые оценки вероятностей перколяции и глобального коллапса могут быть получены, исходя из аналогии финансового рынка и плоской ячеистой сети (2D site lattice). Поскольку мировые финансы — очень большая система, можно полагать, по крайней мере в первом приближении, что перколяция, или начало необратимых изменений на рынке, наступает для априорной вероятности $p_c = 0,592$. Эта вероятность соответствует эмиссии глобальной ликвидности в размере 2,91 трлн долл. Следовательно, фактическая эмиссия денежной базы в 0,61 трлн долл. определяет по шкале априорных вероятностей текущее положение глобальной системы «деньги-долги» в 12%. Для вероятности $p = 0,12$ время «возврата события», $t^* = 1/p$, равно примерно восьми годам, что, кстати, вполне согласуется с эмпирическими наблюдениями частоты кризисов ликвидности. Данное время возврата, однако, следует трактовать лишь как грубую оценку верхней границы периода наблюдений, поскольку не учитывается скорость возрастания объемов задолженности. Один из способов учета этого фактора будет приведен ниже.

Поскольку текущая эмиссия денег составляет около 21% от ее критического уровня, то безусловная вероятность отсутствия перколяции (значение функции «выживания» системы) глобальных финансов, $1 - s/s_c$, составляет 79%. Отсутствие перколяции глобальных финансов в недалеком прошлом означает, что она может произойти в ближайшем будущем, причем с *условной вероятностью*

$$\frac{s/s_c}{1 - (s/s_c)} = 0,266,$$

или примерно 27%³². Поскольку параметры модели имеют размерность года, то данному значению вероятности соответствует время «возврата события» примерно в четыре года. Следовательно, если тенденции в развитии мирохозяйственных связей не изменятся, то *через четыре года следует ожидать серьезных потрясений на мировом финансовом и, возможно, на реальном рынке*. Правда, как было сказано раньше, повышение стандартов кредитования в результате кризиса 2007–2008 гг. отодвигает горизонт времени перколяции и кризиса системы глобальных финансов.

Модель и кредитный кризис 2007–2008 гг.

Насколько механизм опережающего (по сравнению с увеличением ликвидности) возрастания стоимости долга согласуется с действительностью? По нашему мнению, в основе этого процесса в современных условиях лежит секьюритизация активов. Как известно, этот способ финансирования хозяйственной деятельности, в отличие от традиционного заимствования, состоит в продаже потока будущих доходов,

³² Приведенный результат, предполагающий замену предельных величин на средние, носит сугубо ориентировочный характер. Однако, как будет показано ниже, он оказался достаточно близок к расчетам по альтернативной гипотезе, где для степенных функций финансовой надежности и риска кризис возникает в неявной форме.

которые капитализируются и превращаются в высоколиквидные и (теоретически) надежные финансовые инструменты.

Процесс секьюритизации активов достаточно сложен. Он предполагает наличие масштабного и развитого рынка финансовых инструментов, особенно разнообразных долгосрочных займов, включая ипотечные, технических возможностей идентификации, ранжирования, агрегации (*repackaging*) и капитализации огромного числа долговременных потоков будущих доходов. Продажа структурированных финансовых инструментов типа CDO теоретически диверсифицирует риски, распределяя их по многим участникам рынка, а синтетические CDO позволяют торговать рисками в чистом виде³³. Вместе с тем секьюритизация не может устранить неопределенность потоков будущих платежей, следовательно, рискованность операций с этими инструментами, которая в некоторых условиях может достичь опасных пределов. По мнению многих экспертов, технически кризис начался, когда многие банки накопили в своих портфелях транши CDO наивысшей степени надежности (градации AAA и выше, *super-senior*), рейтинги которых по разным причинам снизились, что запустило механизмы падения цен и дальнейшего обесценения активов³⁴.

Фактором усиления чувствительности системы финансов к случайным колебаниям являются производные инструменты, самым распространенным среди которых стали свопы кредитного дефолта (*credit default swap, CDS*). Рынок этих продуктов по объемам «вмененного» долга обязательств (*notional debt outstanding*) достиг поистине астрономических размеров в 62,2 трлн долл. и все меньше связан с объемами исходных долгов. Именно эти инструменты в значительной степени определяют сингулярный характер современной кредитной системы. Кроме того, расширение масштабов кредитования усиливает долговую нагрузку (*debt leverage*) на финансовую систему, поскольку банковский капитал обслуживает существенно больший объем транзакций. Секьюритизация активов и финансовые нововведения диверсифицируют риски, но во многом за счет нарушения связи между реальными активами и обязательствами участников рынка. Не случайно знаток этих инструментов и один из богатейших деловых людей У. Баффет назвал их «финансовым оружием массового поражения»³⁵.

Выше отмечалось, что кредитный кризис 2007–2008 гг. все чаще именуют «первым кризисом секьюритизации». Это верно, но в полной мере применимо лишь к так называемой «физической секьюритизации» (*cash securitization*), основанной на продаже (*true sale*) активов из исходного портфеля (*reference portfolio*). Большой масштаб сделок, огромные трудности и дороговизна оформления контрактов, длительные сроки продажи активов действительно привели к свертыванию операций на этом сегменте финансового рынка. Это, однако, не относится к синтетической секьюритизации, которая, по существу, представляет собой симбиоз CDO-CDS. Масштабы сделок с синте-

³³ *Gibson M.* Understanding risk of synthetic CDOs. Washington: Federal Reserve Board, 2004.

³⁴ *Economist.com.* 2008. August 9.

³⁵ *Credit Default Swap* // *Wikipedia* (<http://wikipedia.org>).

тическими инструментами такого типа неуклонно растут, особенно после появления в 2003–2004 гг. стандартизированных индексов свопов, CDX и iTraxx, которые существенно увеличили ликвидность этого сегмента производных долговых инструментов. Характерная особенность указанных индексов состоит в том, что они могут воспроизводить траншированную структуру нот (tranches of notes) обычного CDO — от привилегированных (senior, AAA rated) до наиболее рискованных (equity, not rated). Это делает рынок подобных инструментов чрезвычайно привлекательным для различных групп инвесторов, а его высокая ликвидность принципиально отличается от низколиквидного рынка «физической» секьюритизации. Существенное преимущество синтетических сделок — низкие транзакционные издержки, простота и скорость осуществления, а также предоставление возможности торговать рисками в «чистом виде», не прибегая к продаже активов³⁶.

Отмеченные особенности синтетических CDO-CDS ведут к расширению торговли рисками и росту финансового рычага. Эти механизмы тесно связаны, но не идентичны. Например, повышение рычага, как правило, связано с усилением рискованности операций. Но обратное неверно: если финансовая фирма уменьшает рычаг, одновременно инвестируя фонды, например, в активы «ипотечной экзотики», то рискованность операций не сокращается, а значительно возрастает. Для окрестности критической точки модель учитывает происходящее здесь увеличение рискованности и опосредованности финансовых операций.

Как было показано выше, формирование перколяционного кластера происходит по мере усиления «корреляционной связности», которая является мерой взаимозависимости ячеек сети. Мера связности вполне аналогична обычной статистической корреляции, которая используется для характеристики тесноты взаимозависимости дефолтов различных финансовых активов. Рост связности, отражая усиление когерентности в поведении инвесторов, увеличивает кластеризацию дефолтов и, следовательно, потребность в защите от потерь, связанных с ними. Увеличение вероятности многих дефолтов, либо происходящих одновременно, либо отсутствующих, ведет к росту оборотов со свопами кредитного дефолта — иными словами, к расширению торговли рисками.

Усиление кластеризации дефолтов наблюдается по мере роста их корреляции³⁷. Замечено, что рост корреляции, точнее, взаимозависимости долговых дефолтов, изменяет характер законов их вероятностного распределения. Так, низким значениям корреляции соответствует распределение, напоминающее гауссовское, а для высокой корреляции оно становится U-образным, нечто вроде распределения «обратного синуса». В первом случае вероятность многих совместных дефолтов невелика, тогда как во втором случае высока вероятность реализации многих дефолтов одновременно, равно как и их отсутствия. Следствием этого является совершенно разное влияние корреляции на стоимость различных траншей синтетического CDO, представленного, например, индексом iTraxx. Так, увеличение корреляции влечет за собой рост стоимости

³⁶ DJ iTraxx: Credit it best / HVB, Global Markets Research. 2004.

³⁷ См.: Correlation Redux / Nomura Fixed Income Research. 2005.

рискованных траншей и снижение стоимости привилегированных нот. Снижение вероятности дефолта делает инвестиции в высокорискованные ноты привлекательнее, увеличивая предложение гарантий от рисков (risk protection). Расширение торговли рисками в предкризисный период было неоднократно зарегистрировано на финансовых рынках мира.

Следующий важный фактор кризиса, который находит отражение в модели, — увеличение финансового рычага. В значительной мере это происходит из-за расширения торговли рискованными траншами, вложения в которые увеличивают «финансовый рычаг». Это видно из следующего простого расчета. Индексы CDX и iTraxx состоят из 125 наименований соответственно американских, европейских или азиатских компаний с одинаковыми объемами кредитования. Следовательно, частота дефолта любой из них составляет $1/125 = 0,008$, а в случае дефолта вложения в индекс приводят к потерям продавца в размере $0,008 \times N$, где N — размер «вмененного» долга по индексу или стандартизированному CDS. Однако поскольку наиболее рискованный транш (equity) аккумулирует интервал от 0 до 3% потерь от дефолтов портфеля, то потери продавца возрастают до 27%: $0,008/0,03 = 0,27$, что в 33 с лишним раза превышает потери от инвестиций непосредственно в индекс.

Увеличение финансового рычага $f(s)/s$ в модели отражено, в частности, данными, представленными в таблице. В шестом столбце этой таблицы приводится информация (обратное отношение) о росте «финансового рычага» — от 2 до 50, что происходит по мере увеличения эмиссии ликвидности³⁸. Рост размеров финансового рычага — просто иная интерпретация усиления положительных обратных связей на финансовом рынке. Иначе говоря, размеры «финансового рычага» изменяются «проциклически» в том смысле, что растущей эмиссии денег соответствует все большая стоимость новых долгов. Это, как видно из таблицы, приводит к падению покупательной способности денег. Различная терминология повествует об одном и том же финансовом феномене. Стоимость новых заимствований в пределе становится «бесконечно большой», но в терминах ликвидности богатство инвесторов приближается к нулю. Поскольку такой рынок существовать не может, то это свидетельствует о коллапсе финансовой системы.

Интересно отметить, что американские исследователи Т. Адриан и Х. С. Шин в ряде работ, опубликованных в 2006–2008 гг., указали на проциклический характер изменений финансового рычага у инвестиционных банков и хедж-фондов³⁹. Как подтверждают факты, именно эти финансовые институты в наибольшей степени вовлечены в торговлю рисками и сложными структурированными инструментами. Проциклическость изменений «рычага» означает, что данная группа институциональных инвесторов, как правило, не уменьшает (как, например, нефинансовые корпорации), а увеличивает размеры финансового рычага по мере роста стоимости активов. В периоды

³⁸ Зарегистрированы случаи, когда некоторые хедж-фонды использовали рычаг, равный 500.

³⁹ Adrian T., Shin H. S. Liquidity and financial contagion // Financial Stability Review. 2008. February / Banque de France.

раздувания кредитных пузырей это ведет к ускоренному росту доходов, задолженности и рискованности этих финансовых институтов. Естественно, сокращение объемов кредитования мультиплицирует потери. Неудивительно поэтому, что банки, занятые инвестиционной деятельностью, понесли наибольшие потери от кризиса, а банки «Bear Stearns» (США), «Northern Rock» (Великобритания) и аффилированные с ИКВ (Германия) разорились. Именно эти события обострили дискуссии относительно способов регулирования (уровней рычага, различных мер риска, операций с репо и т. д.) деятельности инвестиционных банков и хедж-фондов, которые активно ведутся мировым финансовым сообществом.

Степенной закон распределения глобального долга

Вернемся к вопросу о прогнозе возможных сроков наступления кризиса ликвидности (дефолта системы) и объемов глобальной задолженности на этот момент. Выше отмечалось, что реальная финансовая система имеет конечный размер, следовательно, объем критической задолженности существует и конечен, а в окрестности критической точки существуют различные кластеры, величины которых следуют степенному распределению. Проблема в том, как эмпирически определять размеры системы: числом фирм, участвующих в торговле финансовыми инструментами, либо брокеров-дилеров и т. д. Апелляция к системам бесконечной размерности позволяет использовать в расчетах константы перколяции, не решая эти сложные вопросы, по крайней мере на предварительных этапах.

В приведенных ранее расчетах задолженность определялась через объем денежной базы, который в реальных условиях может изменяться из-за потребностей рынков товаров и услуг. Поэтому расчет критического объема долга «напрямую» представляет несомненный практический интерес. Кризис ликвидности можно идентифицировать, если существуют некоторые содержательные представления о характеристиках дефолта системы. Как таковое, степенное распределение их не содержит, но модель перколяции дает значения вероятностей текущего и критического состояния системы, которые могут быть использованы для оценки размера глобального внутреннего долга на момент дефолта. Эти вероятности и соответствующие им временные характеристики помогают практически определить степень опасности долгового пузыря, не формулируя в явном виде критерий, согласно которому «здоровый» рост стоимости долговых активов можно отличать от гипертрофированного⁴⁰.

Напомним, что согласно модели перколяции величина кластеров определяет стоимость глобальной задолженности. Объем долга полагаем случайной величиной, имеющей в окрестности критической точки степенное распределение вероятностей состояний. Известно, что случайная величина, изменяющаяся экспоненциально во времени и имеющая

⁴⁰ Актуальность исследований в этом направлении отмечена, например, лондонским «Экономистом» (Economist.com. 2008. April 26).

экспоненциальное распределение вероятностей времени состояний, следует степенному закону, или распределению Парето. Эти соображения используем для прогноза глобального внутреннего долга (global domestic debt), который является одной из мер мировой задолженности и рассчитывается Базельским банком международных расчетов⁴¹.

Примем, что объем глобального внутреннего долга x_t — случайная величина, которая на момент дефолта (глобального кризиса) t равна

$$x_t = x_{\min} \exp[rt], \quad (11)$$

где r — темп изменения глобального внутреннего долга за месяц, принятый в модели за предельно короткий период времени⁴². Один из параметров распределения Парето — минимальная величина глобального долга x_{\min} — принята на уровне в 40 трлн долл., что соответствует «норме восстановления» (recovery rate) примерно в 70% относительно текущего уровня долга. Согласно данным за последний квартал 2007 г. упомянутого выше 78-го отчета Базельского банка, из соотношения $1 + r^3 = 57,1/55,3$ находится среднемесячный темп прироста глобального внутреннего долга r , равный примерно 1,1%. Напомним, что уровень глобального внутреннего долга на конец 2007 г. составлял 57,1 трлн долл.

По мнению многих экспертов, последний кризис ликвидности имел место в 1998 г. после российского дефолта и краха хедж-фонда LTCM⁴³. Следовательно, кризисы достаточно далеко, порядка 10 лет, разнесены во времени, что позволяет считать их независимыми друг от друга. Из эмпирических соображений следует также, что вероятность кризиса на длинном временном интервале выше, чем на коротком, а ранний кризис более вероятен, чем отдаленный⁴⁴. Сказанное позволяет трактовать время кризиса как случайную величину T , имеющую экспоненциальное распределение вероятностей:

$$P(t) \equiv \Pr[T \leq t] = \int_0^t h \exp[-hz] dz = 1 - \exp[-ht], \quad (12)$$

где h — условная вероятность (hazard rate) наступления кризиса ликвидности.

⁴¹ Автор не располагает статистикой секьюритизированного долга, величина которого рассчитывалась ранее.

⁴² Глобальный внутренний долг — не однородная величина, а сложная композиция различных долгов частных корпораций и государств. Поэтому данный подход неявно использует предпосылку о существовании единичной корреляции между дефолтами различных частных и суверенных долгов. Такое предположение, разумеется, малореалистично, но принципиально упрощает финансовую систему, позволяя рассматривать ее как единое целое. Для окрестности критической точки, где система подобна своему элементу, данное допущение методологически может быть принято, по крайней мере, в первом приближении. Дальнейшие исследования в этом направлении могут использовать хорошо развитые подходы прогнозирования дефолтов в системе взаимосвязанных долгов.

⁴³ Long Term Capital Management, LTCM — крупный хедж-фонд, в котором участвовали два нобелевских лауреата по экономике, разорившийся в 1998 году и проданный частным покупателем при активном содействии ФРС.

⁴⁴ Распространенная мера рискованности рынка денег — спред LIBOR-OIS — отражает действие рисков кредитования и ликвидности. Первый говорит о том, что банк с большей вероятностью разорится в течение трех месяцев, чем за сутки. Второй фактор означает, что легче обменять на наличность суточный заем, чем трехмесячный.

Для известной из модели перколяции вероятности $p \equiv P(t^*) = 0,12$ и времени «возврата события» $t^* = [P(t^*)]^{-1} \cong 8$ лет из уравнения

$$P(t^*) = 1 - \exp[-ht^*] \tag{13}$$

находится параметр $h = 0,016$, имеющий размерность месяца.

Для функций (11) и (12), используя известное соотношение $p(x) = p(t) |dt/dx|$, находим плотность распределения вероятностей размеров долга на момент кризиса:

$$p(x) = \frac{\beta}{x_{\min}} \left(\frac{x}{x_{\min}}\right)^{-\alpha}, \tag{14}$$

где $\alpha = 1 + \beta = 1 + h/r$, а с учетом найденных значений параметров h и r , $\alpha = 2,45$ и $\beta = 1,45$.

Экономический интерес представляют две ситуации будущего развития событий. Во-первых, увеличение глобальных заимствований одновременно повышает вероятность кризиса. Так, на отметке примерно в 64 трлн долл. шансы осуществления либо отсутствия кризиса глобальной системы уравниваются. Эта, безусловно, важная характеристика находится из решения уравнения

$$S(x) = P(x), \tag{15}$$

где функция $S(x) = [x/x_{\min}]^{-\beta}$ определяет вероятность «выживания» системы глобального долга, а $P(x) = 1 - [x/x_{\min}]^{-\beta}$ дает распределение вероятностей кризиса. Эти функции приведены на рисунке 5.

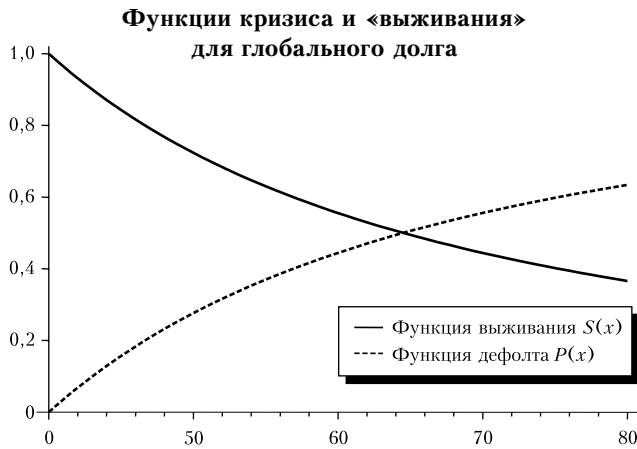


Рис. 5

Во-вторых, если полагать, что степенное распределение с данными параметрами существует в окрестности точки перколяции, то из уравнения $0,592 = 1 - [x/40]^{-1,45}$ следует, что при значениях глобального внутреннего долга, близких 74 трлн долл., система претерпевает качественную перестройку. «Точность» результата, разумеется, эфемерна, — скорее это сигнал о попадании системы в зону быстрого и неуправляемого *роста задолженности*. Об этом же говорят и данные,

представленные в таблице, которые, однако, не имеют экономических критериев скорости возрастания задолженности.

Наконец, подставляя величины $x_t = 74,32$ и $r = 0,011$ в уравнение (11), можно выявить период времени, оставшийся до глобального кризиса. Он составляет *56 месяцев, или примерно четыре с половиной года*, что практически совпадает с результатами, полученными ранее по условной вероятности перколяции системы. Отметим, что для простого экспоненциального распределения (12) ожидаемое время глобального кризиса $\langle T \rangle = 1/h = 62,5$ года представляется чрезмерно оптимистичным и вряд ли может служить приемлемым ориентиром.

* * *

Утверждение об относительности времени в экономике и финансах не более чем трюизм, и все же... Лишь около года прошло с момента, когда глобальная экономика испытала воздействие трех мощных шоков: кредитного кризиса, скачков цен на продовольствие и нефть. Это быстро изменило ожидания рынков, где инвесторы, оставив радужные надежды, начали соревноваться в мрачности предсказаний. С другой стороны, уже более года финансовые рынки, способные практически мгновенно аккумулировать гигантские потоки информации, менять цены, риски и доходности активов, не могут успокоиться. Абсолютно и относительно небольшой импульс — провал стоимости ненадежных ипотечных займов — оказался сильнейшим катализатором неутрахающей турбулентности стоимости денег и активов. Беспрецедентные по своим масштабам действия центральных банков и правительств ведущих экономических стран оказались неспособными успокоить инвесторов. Почему?

Окончательного ответа на этот вопрос не существует, но уже сейчас все больше экспертов склоняются к мысли о том, что первопричиной непрекращающейся череды потерь и списаний является утрата доверия инвесторов к надежности существующей финансовой системы. Именно *доверие*, или, на более формальном языке, ожидания рынка, в отсутствие иных стандартов стоимости, лежит в основе сложнейшей архитектуры финансовых отношений. Именно доверие, не выдержав испытания растущей неопределенностью будущего, оказалось самым слабым звеном в этой конструкции. Именно оно обладает колоссальной инерционностью, а его восстановление требует гигантских усилий и длительного времени.

Один из факторов возвращения доверия — максимально возможная информированность инвесторов о поведении рынка, его способности менять не только количественные пропорции, но и качественные ориентиры и структуру. Исследования в этом направлении проводятся широким фронтом и, вне всякого сомнения, будут лишь интенсифицированы после кризиса ликвидности. Кризис, в частности, показал, что гиперактивность финансового рынка, особенно в формах «физической» секьюритизации, способна привести его к краху. Более глубокое понимание этих процессов, как представляется, поможет укрепить стабильность мировых финансов.