

Нелинейное равновесие и его роль в экономических процессах

В. Н. Костюк

Аннотация. В статье дано определение и рассмотрены основные свойства нелинейного равновесия, возникающего вдали от обычного (линейного) равновесия и обнаруживающего сложное аperiodическое поведение. Показано, что нелинейное равновесие совместимо с различного рода «катастрофами», статистика которых удовлетворяет степенным распределениям вероятностей. Рассмотрены возможности применения концепции нелинейного равновесия к экономическим процессам.

Ключевые слова: *нелинейное равновесие, критическое и сверхкритическое поведение сложной системы, степенные распределения вероятностей.*

В современной науке широко распространено представление, согласно которому равновесное поведение сложных систем линейно, но поведение таких систем вдали от равновесия может быть нелинейным. Это представление было сформулировано И. Пригожиным и использовано им для построения неравновесной нелинейной термодинамики, за что ученый получил впоследствии Нобелевскую премию по физике. В этой статье мы хотим использовать представления о неравновесном поведении сложной нелинейной системы применительно к экономике, введя понятие *нелинейного равновесия*, отличного по своим свойствам от хорошо известного линейного, или классического, равновесия.

1. Линейное равновесие в экономике

Прежде всего представим в табличном виде основные свойства линейных и нелинейных систем (табл. 1).

Равновесие, о котором идет речь в последней строке первого столбца этой таблицы, является классическим равновесием. Рассмотрим его основные свойства в экономике, опираясь на введенное Дж. М. Кейнсом понятие предельной эффективности капитала.

Предельная эффективность капитала (ПЭК) — это отношение «между ожидаемым доходом, приносимым дополнительной единицей данного вида капитального имущества, и ценой производства этой единицы»¹. Оно «зависит от нормы дохода, которую рас-

считывают получить, вкладывая деньги во *вновь* произведенное имущество, а не от ретроспективной оценки того, что принесло инвестирование»².

Кейнс специально подчеркивает, что величина ПЭК «зависит от *ожидаемого* дохода от капитала, а не от его текущей отдачи»³. При прочих равных условиях увеличение объема используемого капитала ведет к уменьшению ПЭК.

Если обозначить базовую процентную ставку через i , то классическое равновесие как состояние экономики можно выразить равенством

$$i = \text{ПЭК} \quad (1)$$

Оно означает, что норма доходности на рынке денег (цена денег) численно равна ожидаемой норме доходности на капитал, используемый в реальном секторе экономики. Вся экономика упрощенно понимается как взаимодействие реального сектора экономики (производство товаров и услуг) и рынка денег в качестве финансового сектора экономики.

Будем считать, что равновесие (1) устойчиво, т. е. что все отклонения от него исчезают со временем. Если эти отклонения являются малыми, то основную роль в их устранении играет денежный рынок, который, как обычно предполагается, подвижнее рынка в реальном секторе экономики.

Пусть, например,

$$i > \text{ПЭК} \quad (2)$$

ется «не как та рыночная цена, по которой имущество данного вида может быть в настоящий момент куплено на рынке, а как цена, как раз достаточная для того, чтобы побудить производителя к выпуску новой добавочной единицы этого имущества» (С. 330).

² Там же. С. 329.

³ Там же. С. 333.

¹ Кейнс Дж. М. Общая теория занятости, процента и денег. М., 1993. С. 329. При этом цена производства (предложения) понима-

Таблица 1

Линейные и нелинейные системы

Линейная система	Нелинейная система
Существует пропорциональность между внешним воздействием на систему и откликом этой системы на такое воздействие. При этом коэффициент пропорциональности близок к единице.	Пропорциональность такого рода отсутствует. Поэтому сильное внешнее воздействие может дать незначительный отклик, а незначительное воздействие может привести к непропорционально большому результату
Для решений математических моделей линейных систем справедлив принцип суперпозиции, позволяющий сшивать все частные решения в одно общее решение. Это означает, что для линейных систем нет потенциальной структуры, отличной от реализованной в данное время.	Для решений математических моделей нелинейных систем существуют альтернативные решения, не допускающие сшивки. Это означает наличие потенциальной структуры, в которой данная структурная реализация является лишь одной из возможных. Изменение значения управляющих параметров может перевести систему из одного способа поведения в другой, качественно отличный от предыдущего.
В линейных системах стабилизирующим фактором служат отрицательные обратные связи, уменьшающие отклонения от существующего равновесия.	В нелинейных системах возможны не только отрицательные, но и положительные обратные связи, способные усиливать отклонения от существующего положения дел. Аperiodические возникают различного рода кризисы и катастрофы (быстрые изменения качества поведения систем).
В линейных системах стохастическое поведение, когда оно возникает, подчиняется закону больших чисел и нормальному распределению вероятностей. Средние значения и отклонения от них устойчивы.	В нелинейных системах могут иметь место степенные распределения вероятностей, для которых средние значения неустойчивы. Возможны аperiodические кризисы и катастрофы.
Равновесие представляет собой либо состояние, либо периодический процесс, несовместимый с кризисом.	Равновесие представляет собой недетерминированный аperiodический процесс, совместимый с локальными кризисами.

Допустим также, что на экономику не действуют никакие внешние силы и равновесие достигается только за счет внутренних процессов. Тогда часть капиталов реального сектора экономики принимает денежную форму и перемещается в денежный сектор экономики, поскольку норма доходности в нем выше. Величина процентной ставки начнет уменьшаться, а величина ПЭК начнет расти, пока не установится равенство (1).

Допустим, напротив, что

$$i < \text{ПЭК} \quad (3)$$

Тогда часть денежных средств перемещается в реальный сектор экономики. Объем используемого капитала увеличивается, величина ПЭК (при прочих равных условиях) уменьшается, процентная ставка растет. Итогом этого процесса вновь является выполнение равенства (1). Такие изменения означают устойчивость линейного равновесия (1) как состояния.

Для характеристики понятия линейного равновесия как периодического динамического процесса следует отказаться от допущения малости изменений величин i и ПЭК. Эти изменения могут быть существенными и сохраняться на протяжении значительного времени. Основную роль в коррекции отклонений от равенства (1) играет теперь реальный сектор экономики.

Допустим снова, что в данный отрезок времени имеет место неравенство (2). Это влечет значитель-

ное перемещение части капиталов из реального сектора экономики на денежный рынок, что увеличивает денежную массу и уменьшает процентную ставку. В реальном секторе возникает экономический спад, вызываемый заметным сокращением объема используемого капитала. Спустя некоторое время это приводит к увеличению ПЭК и восстановлению равенства (1).

Пусть, напротив, в настоящий отрезок времени имеет место неравенство (3). Это влечет существенное перемещение части средств с денежного рынка в реальный сектор экономики. В этом секторе растет объем инвестиций, порождая экономический рост. Процентная ставка растет, а величина ПЭК начинает постепенно сокращаться из-за увеличения объема используемого капитала. Спустя некоторое время это приводит к восстановлению равенства (1). Но теперь весь процесс сопровождается колебаниями в изменении величины совокупного дохода⁴.

Рассмотренная схема поддержания равновесия в форме (1) в среднесрочной перспективе является

⁴ Строго говоря, все циклические процессы являются нелинейными. Поэтому говорить о динамическом равновесии в линейных системах не вполне корректно. Однако мы подчеркиваем этим, что чисто линейных систем на самом деле не существует. Любая система, которую мы в рассматриваемом контексте считаем линейной, на самом деле обладает некоторыми чертами нелинейного поведения. И когда таких черт накапливается достаточно много, то следует говорить уже о нелинейных системах.

весьма упрощенной. В реальности на изменения величин i и ПЭК действует большое количество факторов, усложняющих циклический процесс. В частности, может удлиниться подъем и уменьшиться спад или, напротив, может удлиниться спад и сократиться подъем. Если спад становится достаточно сильным, то можно говорить о циклическом кризисе (кризисе в составе делового цикла).

Длительность и сила циклического подъема и спада зависит, в частности, от величины абсолютного значения *разности* между величинами i и ПЭК. Так, Кейнс отмечал, что огромная сила спада в период Великой Депрессии в США может быть объяснена чрезмерно высоким значением процентной ставки *относительно* малой величины ПЭК. «Было бы нелепо утверждать, что в Соединенных Штатах в 1929 г. имелись избыточные инвестиции в строгом смысле слова. На самом деле положение было совсем иным. Новые инвестиции в течение предыдущих пяти лет были в целом настолько велики, что доход от дальнейшего их увеличения при трезвом расчете рассматривался как быстро падающий. Правильный прогноз должен был свести предельную эффективность капитала до бесприммерно низкого уровня. Таким образом, бум не мог продолжаться на здоровой основе иначе, как при наличии очень низкой процентной ставки по долгосрочному кредиту... В действительности, однако, норма процента была достаточно высока для того, чтобы приостановить новые инвестиции...»⁵. Следовательно, для прекращения такого спада необходимо было *понизить* процентную ставку, увеличив количество денег в обращении, хотя сама по себе, безотносительно к ПЭК, процентная ставка выглядела достаточно малой.

Прекращению спада и последующему подъему способствует также увеличение внутреннего спроса. Снижение внутреннего спроса действует в обратном направлении.

2. Нелинейное равновесие

В нелинейных экономических системах, характеризующихся правым столбцом табл. 1, понятие равновесия значительно усложняется. Финансовый рынок следует рассматривать теперь не как чисто денежный рынок, а как взаимодействие денежного рынка и фондового рынка (рынка акций и облигаций). Само равновесие становится теперь дилеммой во времени стохастическим аperiодическим процессом.

Соответственно изменяются и инструменты анализа. В дополнение к уже рассмотренным понятиям, нам понадобятся некоторые идеи и методы междис-

циплинарного научного направления, получившего название «эконофизики». Отметим некоторые основные черты этого направления.

В середине 1980-х гг. в Нью-Мексико был создан Институт Санта-Фе. В этом институте впервые стали появляться работы по экономике с использованием современного аппарата теоретической физики. Они и получили общее название «эконофизика».

В настоящее время Институт Санта-Фе является одним из главных центров эконофизики, где это направление развивается в рамках общей теории сложных адаптивных систем. Такие системы состоят из множества взаимодействующих элементов, которые способны накапливать опыт в процессе взаимодействия с другими элементами и изменяться для лучшего приспособления к окружающей среде.

Одно из наиболее распространенных определений эконофизики гласит: эконофизика — это «область деятельности физиков, которые работают над экономическими проблемами, проверяя концептуальные подходы, заимствованные из физических наук»⁶.

Но это слишком узкое определение. На самом деле эконофизика представляет собой обширный *междисциплинарный* комплекс, в котором над изучением экономических процессов работают не только физики, но также профессиональные математики и экономисты, а также представители других специальностей. Предметом их изучения служат сложные нелинейные и неравновесные экономические процессы, в которых изменяется качество экономической системы и способы ее поведения.

Методы эконофизики весьма разнообразны. Они включают в себя как прямые аналогии, так и построение сложных промежуточных моделей, позволяющих «переводить» физические и математические закономерности в экономические модели и теории.

В отдельных случаях прямые аналогии полезны. Например, экономическим аналогом диффузии в неравновесных термодинамических процессах может быть распространение инновационных изменений на микроэкономическом уровне. Отметим также эвристические аналогии, связанные с использованием представлений о фазовых переходах. Фазовые переходы — это переходы вещества из одной фазы в другую, происходящие при критическом изменении температуры, давления или под действием каких-либо других *внешних факторов* (например, магнитных или электрических полей)⁷.

Сравнивая фазовые переходы с поведением фондового рынка, можно заметить некоторую аналогию. Поведение фондового рынка также имеет свою кри-

⁵ Кейнс Д. М. Общая теория занятости, процента и денег. С. 472–473.

⁶ Мантенья Р., Стенли Г. Введение в эконофизику. М., 2009. С. 13.

⁷ Подробнее о фазовых переходах см.: Баум Р. Фазовые переходы. М., 1967.

тическую точку. Вдали от критической точки имеет место случайное блуждание цен, справедлива гипотеза эффективного рынка. Вблизи критической точки поведение цен активов становится когерентным: все они с ускорением идут вверх, чтобы затем так же быстро или еще быстрее пойти вниз (или в обратном порядке). Достаточно сильное падение цен можно (в первом приближении) отождествить с финансовым кризисом.

Иногда физические аналогии весьма полезны. Показательным примером является использование решения уравнения теплопроводности для вывода формулы Блэка—Шоулза, дающей верную оценку справедливой цены опционов колл и пут на равновесном рынке и вблизи него.

Однако в целом полагаться на физические аналогии при изучении экономических процессов ошибочно, поскольку рассуждения по аналогии не гарантируют, что из истинности посылок всегда следует истинность заключения. Поэтому особый интерес представляют такие физические теории, которые позволяют превращать аналогии с физическими процессами в полезные экономические модели. Весьма интересной моделью такого типа мы считаем модель самоорганизованной критичности (Self-Organized Criticality) Бака—Чена⁸. Это простая физическая модель, способная обнаруживать сложное нелинейное поведение в силу возникающих эффектов обратных связей.

Базовой моделью таких процессов является поведение растущей кучи песка. В качестве физической основы модели берется устройство, которое медленно и равномерно — по одной песчинке — насыпает песок на круглую подложку⁹. Сначала песчинки остаются близко к тому месту, куда они упали. Вскоре они образуют кучу с пологим склоном.

При изучении поведения такой кучи обычно предполагается, что сцепление между песчинками достаточно велико. Это позволяет ограничиться рассмотрением поверхностного перемещения песка, время от времени порождающего лавины. Лавина является разновидностью цепной реакции, или ветвящегося процесса. В начале схода лавины одна песчинка соскальзывает вниз в результате неустойчивости своего положения на поверхности кучи. Эта песчинка остановится только тогда, когда окажется в устойчивом положении. При столкновении с другими неустойчивыми песчинками она заставляет их также катиться вниз. Процесс прекратится, когда все активные песчинки, обладающие в начальный мо-

мент некоторым запасом неустойчивости, остановятся или скатятся с кучи.

Состояние такой системы определяется *наклоном поверхности*. Это *управляющий параметр* системы. В тех местах поверхности кучи, где локальный подъем оказывается больше порога устойчивости, возникает лавина. По мере добавления песка и увеличения крутизны склона средний размер лавин увеличивается.

Постепенно некоторые песчинки начинают сваливаться с края подложки. Куча перестает расти, когда количество добавляемого песка компенсируется в среднем количеством песка, сваливающегося с края. Тем самым куча достигает своего *критического* состояния. Как и всякое другое состояние кучи, оно характеризуется высотой кучи h и крутизной склона z .

Обозначим угол наклона (крутизну склона) для критического состояния через z_c , высоту кучи в критическом состоянии — через h_c . Считая величины z_c и h_c взаимозависимыми, выберем в качестве основного параметра эволюции кучи угол наклона z_c .

С учетом различий в крутизне склона можно определить три основных состояния кучи. Если

- $z < z_c$, то куча находится в докритическом состоянии;
- $z = z_c$, то куча находится в критическом состоянии;
- $z > z_c$, то куча находится в сверхкритическом состоянии.

Поведение лавин в каждом из этих состояний различно. Если куча находится в докритическом состоянии (крутизна склона кучи меньше критической), то лавины возникают редко и их размеры невелики. Практически такими лавинами можно пренебречь. Последовательное добавление песчинок почти не создает лавин, но увеличивает угол наклона кучи. Докритическая куча будет расти, пока не достигнет критического состояния.

В критическом состоянии кучи число лавин растет. Поэтому к основному параметру z_c добавляется распределение U числа и силы лавин. Эмпирически можно показать, что распределение U является степенным.

Если крутизна склона больше критической (сверхкритическое состояние), то лавины будут сильнее тех, какие возникают в критическом состоянии. Это уменьшает крутизну склона. Угол наклона сверхкритической кучи будет уменьшаться, пока куча не перейдет в критическое состояние. Поэтому критическое состояние является асимптотически устойчивым.

Существенно, что к критическому состоянию растущая куча песка приходит спонтанно и всегда, независимо от конкретного вида алгоритма насыпания песка и независимо от того, используется песок

⁸ Bak P., Tang C., Wiesenfeld K. Self-Organized Criticality // Phys. Rev. 1988. V. 38. № 1. P. 364–374. Бак П., Кан Ч. Самоорганизованная критичность // В мире науки. 1991. № 3. С. 16–24. Bak P. How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality. N. Y.: Copernicus, 1996.

⁹ Система, таким образом, является открытой.

или другое вещество, состоящее из многих частиц, характеризуемых определенной силой сцепления между ними. Важно только, чтобы размерность площади насыпания (подложки) была не меньше 2, и чтобы существовала величина z_c .

Стабильность, критического состояния кучи обеспечивается отрицательной обратной связью, вынуждающей любую наклон кучи принять со временем значение $z = z_c$, вне зависимости от начального профиля поверхности (от начальных условий) и от наших действий по удержанию лавин. Поскольку эта стабильность достигается при эволюции кучи спонтанно, то она называется самоорганизованной критичностью.

В критическом состоянии песочная куча обладает двумя важными свойствами, которые на первый взгляд исключают друг друга: она неустойчива во многих различных местах своей поверхности (локально неустойчива), однако ее критическое состояние устойчиво (имеет место глобальная устойчивость). Местный рельеф кучи постоянно меняются из-за локальных лавин. Однако распределение размеров лавин по всей поверхности кучи, достигшей критического состояния, остается неизменным.

Такое поведение кучи создается *дальними* (медленно убывающими) временными и пространственными корреляциями. Появление дальних корреляций является принципиальным обстоятельством, означающим, что система с первоначальными локальными свойствами (элементы которой способны лишь к взаимодействию со своими ближайшими соседями) может обнаружить глобальное поведение, когда вся куча начинает вести себя как единое целое.

Статистически дальние корреляции характеризуются степенными распределениями вероятностей, в отличие от быстро убывающих корреляций, подчиненных обычно нормальному закону распределения. Вероятность того, что в результате микроскопического внешнего воздействия возникнет лавина размером L , имеет степенной вид:

$$P(L) \sim L^{-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 2$$

Имеются также различия в предсказуемости лавин. Локальные лавины предсказуемы. Достаточно сравнить локальный угол наклона с углом наклона всей кучи. Если первый угол больше второго на определенную величину, то возникновение лавины в этом месте практически неизбежно. Напротив, возникновение глобальной лавины предсказать на основе наблюдений невозможно, поскольку итоговый результат определяется не локальными особенностями поверхности кучи, а изменениями в ее внутренней структуре.

Такое поведение кучи обычно рассматривается как интересный пример того, как сравнительно простая система при линейном внешнем воздействии на

нее (песчинки добавляются монотонно одна за другой) порождает сложное нелинейное поведение. Но мы предлагаем расширить это представление и рассматривать поведение достигшей критического состояния кучи как проявление нелинейного асимптотически устойчивого равновесия любой достаточно сложной открытой системы, способной к самопроизвольным изменениям.

В отличие от обычного (линейного) равновесия, нелинейное равновесие обладает тремя фундаментальными особенностями:

- 1) оно продуцирует степенные распределения вероятностей и соответствующие им риски, являясь тем самым негладким (фрактальным) объектом¹⁰;
- 2) оно *совместимо с наличием кризисов* (аналогом лавин в песочной модели);
- 3) эти кризисы могут возникать *спонтанно* (как проявление нелинейной структуры системы).

Применительно к экономике концепция нелинейного равновесия позволяет свыкнуться с представлением о том, что равновесие современной экономики совместимо с локальными катаклизмами, статистика которых характеризуется степенными распределениями вероятностей. Возможно, лучше всего это осознали сегодня в Японии, которая недавно пережила серьезную техногенную катастрофу.

Так, 27 июня 2011 г. президент Банка Японии Маасаки Широкава выступил в Нидерландах с сообщением о широкой распространенности в современной экономике «tail»-событий (в буквальном переводе «хвостатых» событий). Он имел в виду аперiodические крахи на рынках, эффекты домино, стихийные бедствия и т. д. По мнению Широкавы, в последнее время частота возникновения такого рода событий увеличилась настолько, что стало возможным говорить о новом ландшафте в экономике. Необходимо принимать меры, чтобы действовать в условиях этого нового ландшафта. Разумеется, удар катастрофы нельзя предугадать ни во времени, ни в пространстве, но меры противодействия, полагает Широкава, вполне реальны. Необходимо создание *системной* безопасности, которая должна затрагивать основные экономические и все финансовые институты в их совокупности.

В новых условиях, когда потрясения и неожиданные бедствия стали нормой, важна, по мнению Широкавы, в первую очередь безопасность, которая рассчитана на противодействие максимально широкому спектру возможных опасностей, заблаговременно выявляемых посредством стресс-тестов. Экономика, продолжает он, не в состоянии избежать материализации рисков и следующих за ними потерь,

¹⁰ О связях между степенным стохастическим поведением объекта и его фрактальной структурой см., например: *Федер Е. Фракталы*. М., Мир, 1991.

но можно снизить убытки, заключив заранее необходимые соглашения и договоры, а также усилить контроль со стороны государства. Это нужно для снижения концентрации рисков и равномерного рассеяния ответственности¹¹.

Разумеется, для создания такой системы экономической безопасности другим странам не надо дожидаться такого удара стихии, как в апреле 2011 г. в Японии. Достаточно чисто экономических потрясений, число которых постоянно растет.

Важно также осознание возможной спонтанности аperiодических кризисов. Можно и даже полезно анализировать различные конкретные причины, способствующие кризису. Но эти причины носят локальный характер. Глубинная причина появления большого (глобального) кризиса в условиях нелинейного равновесия состоит в целостном поведении нестационарной экономики, внутренне склонной к катастрофическому (скачкообразному) поведению¹².

3. Мировой финансовый кризис как проявление нелинейного равновесия мировой экономики

По нашему мнению, сформулированная выше концепция нелинейного равновесия подходит для удовлетворительного понимания того, что происходит в современной мировой экономике, пережившей тяжелый финансовый кризис 2007–2009 гг. и находящейся на пороге новых катаклизмов. Состояния мировой экономики в докризисный, кризисный и посткризисный периоды — это различные состояния самоорганизованной критичности.

Состояние всей экономики с конца прошлого века по 2006 гг. — это период критического состояния, характеризуемый отдельными локальными кризисами (кризис 1998 г. в России, кризис доткомов в США в 2001 г. и т. п.). Эти кризисы имели свои конкретные локальные причины, устранение которых приводило к быстрому преодолению кризиса.

Совершенно другой характер носил мировой финансовый кризис 2007–2009 гг. Этот кризис не имел локальных причин¹³ и носил системный характер, отражающий переход мировой экономики в сверхкритическое состояние. Его основная черта — чрезмерные размеры финансового сектора, значительно превосходящие потребности реального сектора эко-

номики как с точки зрения обеспечения капитальными ресурсами, так и с позиций обеспечения инструментами для управления растущими рисками. Финансовый рынок в этом случае следует рассматривать в расширительном смысле, т. е. не только как денежный и фондовый рынок, но и как рынок срочных финансовых инструментов.

В основе такого чрезмерного роста лежал переход финансового сектора экономики в сверхкритическое состояние. Рассмотрим весь переход подробнее.

Начало чрезмерного роста размеров финансового рынка положили процессы массовой секьюритизации кредитов. Проблема, которую хотели решить финансовые инноваторы, состояла в том, что любой выданный кредит обладает малой ликвидностью. Полученные в кредит деньги возвращаются кредитору, как правило, постепенно и с небольшой скоростью, к тому же весь процесс подвержен кредитному риску. Секьюритизация кредитов (превращение банковского кредита в торгуемую на рынке ценную бумагу) была задумана как средство решения этой проблемы.

В своей простейшей форме секьюритизация кредита выглядит следующим образом. Получив кредит, заемщик обязуется обслуживать его посредством процентных выплат и погашения основной суммы долга в конце периода, определяемого сроком, на какой выдан кредит. Под эти обязательства заемщика кредитор выпускает ценную бумагу. Покупатель такой бумаги становится получателем выплат по кредиту, а продавец — обладателем новых денежных средств и возможности продолжить свою кредитную деятельность. Тем самым секьюритизированные кредиты становятся ликвидным активом, способствующим расширению рынка.

Однако такая схема имеет серьезный недостаток. Этот недостаток заключается в игнорировании кредитного риска. Хорошо, если заемщик честно выполняет свои обязательства, но что произойдет в противном случае? Кто будет нести убытки от реализации кредитного риска — продавец или покупатель ценной бумаги? Каким в этом случае должен быть залог, уменьшающий кредитный риск?

Исторически секьюритизация возникла в сфере ипотечного кредитования, поскольку в качестве залога можно взять недвижимость, покупаемую в кредит. Пока размеры ипотеки не превышают определенных размеров, такой залог обнуляет кредитный риск.

Неудивительно, что секьюритизация ипотечных кредитов быстро привела к созданию быстрорастущих рынков ипотечных ценных бумаг — рынков MBS и CDO. MBS — это ценные бумаги, обеспеченные ипотечными кредитами. Держатели MBS имеют право на получение денежных поступлений от определенного пула ипотечных кредитов. Плате-

¹¹ Финрейт, 13 июля 2011 г. Экономика стихийных бедствий // [Электронный ресурс] <http://www.google.com/search?sourceid=chrome&ie=UTF-8&q=financial>

¹² Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б., Подлазов А. В. Нелинейная динамика. М., 2006. С. 230.

¹³ Точнее, локальные причины существовали, но они не были определяющими.

Таблица 2

Пример структурированной секьюритизации

Номер транша	Величина транша	Прибыль владельца	Величина прибыли при отсутствии дефолта
Первый транш	5 % стоимости портфеля = 5 млн	$0,35 \times (\text{величина транша} - \text{величина дефолта})$	$0,35 \times 5 \text{ млн} = 1,75 \text{ млн}$
Второй транш	10 % стоимости портфеля = 10 млн	$0,15 \times (\text{величина транша} - \text{величина дефолта})$	$10 \text{ млн} \times 0,15 = 1,5 \text{ млн}$
Третий транш	10 % стоимости портфеля = 10 млн	$0,075 \times (\text{величина транша} - \text{величина дефолта})$	$10 \text{ млн} \times 0,075 = 0,75 \text{ млн}$
Четвертый транш	75 % стоимости портфеля = 75 млн	$0,06 \times (\text{величина транша} - \text{величина дефолта})$	$75 \text{ млн} \times 0,06 = 4,5 \text{ млн}$
			$\Sigma = 8,5 \text{ млн}$

жи в их пользу производятся ежемесячно и складываются из погашения процентов и части основного долга. С 2005 г. рынок MBS стал быстро расти.

Обеспеченные долговые обязательства CDO (облигации, обеспеченные долговыми обязательствами) имеют более сложную природу, позволяющую создавать из кредитов (в форме облигаций) новые ценные бумаги с различными характеристиками риска и доходности. Можно, в частности, создавать привлекательные для инвесторов бумаги (транши) с большей доходностью и меньшим риском, оставляя себе транш с меньшим доходом и большим риском (акционерный транш). Это привело к быстрому росту рынка CDO. Простая секьюритизация, характерная для MBS, уступила место более сложной структурированной секьюритизации, отвечающей на вопрос, кто и сколько должен платить при возникновении неплатежа заемщика¹⁴.

Рассмотрим пример структурированной секьюритизации. Допустим, что имеется портфель из корпоративных облигаций и банковских займов, образующих актив в 100 млн. Пусть средняя доходность активов равна 8,5 %, или 8,5 млн.

Допустим, что в результате присущего портфелю риска его потери составили 2,5 % стоимости портфеля, или $100 \text{ млн} \times 0,025 = 2,5 \text{ млн}$. При отсутствии структуризации каждый владелец части секьюритизированного портфеля несет убыток, равный $2,5 \text{ млн} \times b$, где b — его доля в портфеле. Удельные убытки для всех совладельцев портфеля одинаковы.

Ситуация изменяется при структуризации портфеля, которая искусственно разделяет портфель на различные транши с разными характеристиками риска и доходности. Рассмотрим пример такого разделения портфеля на четыре транша (табл. 2).

Главное свойство такой структуризации заключается в следующем: если потери не превышают 5 % от стоимости портфеля, то все потери компенсируются первым траншем (убыток несет только владелец этого транша). Пусть, например, потери составили 2,5 % стоимости портфеля, или $100 \text{ млн} \times 0,025 = 2,5 \text{ млн}$. Тогда весь убыток падает на владельцев первого транша, прибыль которых сокращается вдвое, с 5 млн до 2,5 млн:

$$5 \text{ млн} - 100 \text{ млн} \times 0,025 = 2,5 \text{ млн}.$$

Однако прибыль владельцев второго, третьего и четвертого траншей сохраняется полностью и при данном уровне рисков может считаться безрисковой (искусственно поддерживается на безрисковом уровне).

Если потери составили 5 % стоимости портфеля, то прибыль владельцев первого транша обнуляется, но это никак не сказывается на прибыли владельцев остальных траншей. Это делает их весьма привлекательными для покупателей.

Если потери составляют 10 % стоимости портфеля, то доход первого транша равен нулю, доход второго транша составляет $0,15 \times (10 \text{ млн} - 5 \text{ млн}) = 0,75 \text{ млн}$, а доходы третьего и четвертого траншей сохраняются прежними. Вообще, если потери не превышают 15 %, то они компенсируются первым и вторым траншами. Искусственно безрисковыми остаются третий и четвертый транши.

Если потери не превышают 25 %, то все потери компенсируются первыми тремя траншами. Привлекательным остается последний четвертый транш. И только если потери превышают 25 %, то потери начинает нести и четвертый транш тоже. Это критический уровень рисков, с превышением которого поддерживать искусственную безрисковость при данной структуре портфеля становится невозможным.

Однако до тех пор, пока критический уровень рисков не был превышен, рейтинговые агентства

¹⁴ Формально этот процесс может продолжаться до бесконечности, но на самом деле он, как будет показано далее, завершается возникновением кризиса, обесценивающего торгуемые бумаги.

были готовы отнести CDO к категории AAA. Тем самым создалась парадоксальная ситуация: в рыночном обороте появились бумаги, приносящие повышенный доход, но считающиеся участниками рынка безрисковыми. По существу, был брошен вызов одному из основных постулатов финансовой теории: чтобы получить больший доход, надо принять на себя повышенный риск. Но такая ситуация возможна только тогда, когда рынок находится на подъеме. В условиях подъема доходы владельцев ценных бумаг растут, а часть рисков остается нереализованной.

На фазе спада все происходит с точностью до наоборот: риски растут, а доходы падают. В итоге в среднем большему доходу действительно соответствует больший риск, но на фазе подъема большинство инвесторов об этом не задумывается. Прозрение наступает позже, когда растущий уровень рисков уже не позволяет поддерживать искусственную безрисковость привилегированных траншей.

При отсутствии гарантий «безрисковости» возникает задача правильной оценки действительного риска каждой секьюритизированной бумаги. Но эта задача неразрешима при структурной секьюритизации, предполагающей *перемешивание* фрагментов различных ценных для рассеяния рисков по всему рынку. Такое перемешивание создавало «безрисковость» на фазе подъема рынка. Однако при спаде оно порождало неликвидность структурированных бумаг: потенциальный покупатель, будучи не в силах определить конкретный риск конкретной бумаги, опасался слишком больших скрытых рисков, чтобы решиться на покупку¹⁵. Это снижало рыночную стоимость структурированных бумаг.

В итоге на определенном этапе развития структурированной секьюритизации вызванное ею увеличение размеров финансового рынка стало слишком обременительным для экономики, искажающим ее подлинные цели. Еще в конце прошлого века выдающийся американский экономист Дж. Тобин заметил: «Никогда нельзя забывать, что первоочередной задачей экономической деятельности является производство товаров и услуг, представляющих ценность для индивидов и общества. Финансовые рынки представляют собой средство для достижения этой цели, но не саму цель»¹⁶.

С точки зрения здравого смысла это утверждение абсолютно верно. Однако развитие экономики не столь прямолинейно, как кажется здравому смыслу. Чем дальше развивается экономика, тем сложнее финансовое обслуживание производства товаров и услуг, тем больше размеры финансового рынка и тем

изохреннее торгуемые на нем финансовые инструменты и бумаги. Рано или поздно быстро растущий финансовый рынок неизбежно начинает работать на себя, отрываясь от нужд реального сектора экономики. Это критический момент в самопроизвольном расширении финансового рынка. И если его упустить, то экономика переходит в сверхкритическое состояние, при котором наступает тяжелый глобальный кризис.

Возникает вопрос: каким образом можно уменьшить чрезмерные размеры финансового рынка, не создавая одновременно препятствий для реального роста экономики? Оказалось, что ответ на этот вопрос нетривиален и предполагает неочевидную комбинацию усилий государства и самого рынка. Мы рассмотрим этот ответ в заключительной части нашей статьи.

4. После кризиса

Неизбежное с окончанием мирового финансового кризиса сжатие финансового рынка перевело экономику в критическое состояние, в котором глобальный кризис отсутствует, но возникают различные локальные кризисы. Наиболее острым из них сегодня является долговой кризис в Европе, грозящий распадом еврозоны. Поскольку, однако, этот кризис локальный, то он имеет конкретные наблюдаемые причины, устранение которых неизбежно приведет к преодолению этого кризиса¹⁷.

Более важная задача — не допускать перехода экономики в новое сверхкритическое состояние, в котором возникновение тяжелого всеохватывающего кризиса неизбежно. Но возникает вопрос, каким образом этого можно добиться?

После кризиса 2007–2009 гг. практически все согласны с тем, что главным путем для достижения этой цели является ограничение развития финансового рынка потребностями реального сектора экономики. Но это проще сказать, чем сделать. Вмешательство государства, основанное на стремлении «наказать виновных», неизбежно приведет к ситуации слона в посудной лавке, что может привести к таким же тяжелым последствиям, как и сам кризис. Для достижения поставленной цели следует предпринять ряд более тонких шагов.

Необходимость первого такого шага хорошо осознана центральными банками. Следует ослабить чрезмерный приток капитала из развивающихся стран в развитые страны, ведущий к появлению пузырей на западных финансовых рынках. Это пред-

¹⁵ Такая неликвидность сохраняется и тогда, когда центральный банк увеличивает денежную массу в обращении.

¹⁶ Реформы глазами американских и российских ученых М., 1996. С. 71.

¹⁷ Вообще, *каждый* локальный кризис в критическом состоянии экономики можно преодолеть. Однако устранение *всех* локальных кризисов в экономике, находящейся в критическом состоянии, невозможно в силу самой природы критического состояния экономики.

полагает создание в развивающихся странах более эффективной инвестиционной инфраструктуры, способной обеспечить прибыльное применение накапливаемых в них денежных ресурсов (при приемлемом уровне риска). Помогая создавать такую инфраструктуру, развитые страны помогают в итоге самим себе.

Второй шаг состоит в изменении основ антикризисной политики в развитых странах. Внутреннюю противоречивость и тем самым несостоятельность проводимой сегодня политики четко выразил нынешний глава ФРС США Б. Бернанке. «Когда крупные финансовые фирмы попадают в беду, мы сталкиваемся с ужасным выбором: либо спасать их, рискуя стабильностью системы, либо допустить их крах»¹⁸.

В первом случае общество оплачивает огромные убытки крупнейших банков, связанные с реализацией чрезмерных рисков, какие они неосознанно берут на себя, стремясь к неограниченной прибыли. Это поощряет стремление банков к еще более рискованной политике и к еще большим убыткам в надежде, что расплачиваться придется не им. В конце концов это заканчивается кризисом, размеры которого тем больше, чем дольше государство «спасает банки». Во втором случае кризис наступит немедленно. С точки зрения общественной выгоды оба эти случая неудовлетворительны.

Чтобы избежать такой дилеммы, необходимо создать механизм, заставляющий крупных субъектов рынка *самим своевременно ограничивать свои доходы и риски*, даже если они этого не желают. Ни рынок, ни государство не могут в отдельности предотвратить переход растущего рынка в сверхкритическое состояние, но существует сочетание их усилий, способное на это. Один из возможных способов достижения этой цели дает модель Зингалеса—Харта¹⁹.

Л. Зингалес и О. Харт предлагают использовать для этой цели торгуемые на рынке свопы кредитного дефолта (CDS). Будучи страховкой от кредитного риска, своп кредитного дефолта устроен следующим образом: чем больше риск у потенциального покупателя (крупного кредитора, опасющегося невозврата выданных им кредитов), тем больше рыночная стоимость свопа.

Это свойство свопа можно использовать для эффективного регулирования финансового рынка центральными банками. Основываясь на предыдущем опыте, они должны устанавливать допустимую верхнюю границу увеличения рыночной стоимости CDS. Когда стоимость CDS превысит установленный ре-

гулятором критический предел, то покупатель CDS обязан, под угрозой отзыва лицензии, последовательно увеличивать свой собственный капитал не просто на какую-то установленную регулятором величину, но до тех пор, пока *рыночная* стоимость CDS не упадет ниже критической отметки, установленной центральным банком. Здесь нет указания на то, что собственный капитал должен быть не меньше такого-то процента от величины активов, скорректированных по риску. Величину достаточности собственного капитала определяют совместные действия регулятора и рынка²⁰.

При предлагаемом изменении системы страхования рисков уже не надо спасать от кризиса крупные финансовые структуры за счет средств налогоплательщиков. Эти структуры будут спасать сами себя, автоматически увеличивая в ответ на тревожные сигналы рынка (рост рыночной стоимости CDS) свой собственный капитал и уменьшая свои активы и прибыль (и тем самым уменьшая ставшие чрезмерными размеры финансового рынка). В итоге происходит инициированное государственным органами саморегулирование размеров рынка, не допускающее перехода в сверхкритическое состояние. И хотя ограниченные (локальные) кризисы останутся в силу самой природы нелинейного равновесия, но очень больших кризисов уже не будет.

В общем случае использование CDS в этом процессе регулирования не обязательно. При отсутствии торгуемых в большом объеме CDS можно использовать облигации крупных финансовых структур и спрэд между их доходностью и доходностью гособлигаций (в случае безрисковости гособлигаций). Если спрэд превысит установленный центральным банком критический размер, то эти структуры должны в обязательном порядке увеличивать свой собственный капитал до тех пор, пока спрэд не станет ниже установленного денежными властями критического размера.

Если нет и развитого рынка облигаций финансовых структур, то можно воспользоваться обычными стресс-тестами, проводимыми центральными банками ряда стран, но при том важном условии, что риски считаются не по нормальному, а по степенному закону, при котором практически отсутствуют верхние границы рисков.

Денежные власти ведущих стран мира пока не рассматривают такие предложения всерьез. Они ограничиваются медленным повышением обязательных резервных требований в соответствии со своим собственным ощущением угрозы кризиса. Неужели требуется еще один глобальный кризис, чтобы заставить их действовать в одной упряжке с рынком?

¹⁸ [Электронный ресурс] <http://financial-rating.ru/news/theme-of-the-day/23307/?source=subscribe>

¹⁹ Hart O., Zingales L. How the Tricks That Crashed Wall Street Can Save the World // Foreign Policy. December 3, 2009.

²⁰ Предполагается, что рынок является достаточно большим и конкурентным.

Литература

1. Бак П., Чанг Ч. Самоорганизованная критичность // В мире науки, 1991. № 3. С. 16–24.
2. Баут Р. Фазовые переходы, пер. с англ., М., 1967
3. Кейнс Д. М. Общая теория занятости, процента и денег // Кейнс Д. М. Избранные произведения. М.: Экономика, 1993. С. 224–518.
4. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б., Подлазов А. В. Нелинейная динамика. М., 2006
5. Мантенья Р., Стенли Г. Введение в эконофизику. М., 2009
6. Реформы глазами американских и российских ученых М., 1996,
7. Федер Е. Фракталы. М., Мир, 1991.
8. Bak P., Thang Ch., Wiesenfeld K. Self-Organized Criticality // Phys. Rev. 1988. V. 38. № 1. P. 364–374.
9. Bak P. How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality. N. Y: Copernicus, 1996.
10. Hart O., Zingales L. How the Tricks That Crashed Wall Street Can Save the World // Foreign Policy. December 3, 2009.
11. Экономика стихийных бедствий. [Электронный ресурс] <http://www.google.com/search?sourceid=chrome&ie=UTF-8&q=financial>
12. [Электронный ресурс] <http://financial-rating.ru/news/theme-of-the-day/23307/?source=subscribe>

Костюк Владимир Николаевич. Доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник Института системного анализа РАН. Окончил Одесский государственный университет в 1961 г. Количество печатных работ: 231. Область научных интересов: теория финансов, макроэкономика. E-mail: vlad.kostiuk@gmail.com