

СИСТЕМНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ

О неклассической теории финансов

В. Н. Костюк

Введение. Постановка задачи

Роль финансовых рынков в современной экономике огромна и постоянно растет. Финансовые рынки — один из основных каналов инвестирования в развитие экономики. Кроме того, финансы — самый быстро работающий механизм, передающий сигналы и ресурсы для достижения поставленных целей.

Способы функционирования финансовых рынков постепенно изменяются. За последние 60 лет можно выделить три основных этапа их развития.

Первый этап: 1945–1973 гг. Это время фиксированных обменных курсов и фиксированной цены золота, стабильности процентных ставок. Фондовые рынки отличаются крайне низкой волатильностью и значительной предсказуемостью.

Второй этап: 1973–2000 гг. Для этого этапа характерны рост изменчивости процентных ставок, переход к плавающим обменным курсам и свободной рыночной цене золота, снятие ограничений на трансграничные перемещения капиталов. Рост капитализации фондового рынка сопровождается увеличением рисков, которые усиливаются нефтяными кризисами и цикличностью развития всей экономики. Усиление волатильности цен акций и облигаций приводит к возникновению рынка срочных контрактов (фьючерсов и опционов), используемых для хеджирования и спекуляций.

Третий этап: 2001 г. – н./в. На этом этапе происходит массовая секьюритизация кредитов и других недостаточно ликвидных активов. Возникают более сложные (по сравнению с фьючерсами и опционами) производные инструменты, примером которых может служить своп кредитных дефолтов. Денежный, фондовый и срочный рынки начинают функционировать согласованно.

Классическая теория финансов, созданная в 50–70-е гг. XX в., хорошо соответствует первым двум этапам. Объектом ее изучения является *равновесный* рынок (равновесный в том смысле, что на нем отсутствует возможность арбитража). Этому рынку присуща неопределенность, создающая риск, но при этом предполагается, что любой риск всегда можно разделить на две составляющие: специфический (несистематический) риск и рыночный (систематический) риск. Первый можно устранить диверсификацией портфеля финансовых инструментов, второй, относящийся к рынку в целом, устранить невозможно в силу принципиальной неопределенности будущего.

Однако классическая теория не очень подходит для изучения третьего этапа. Во-первых, финансовые рынки все реже функционируют в состоянии равновесия. Во-вторых, значительно усложняется их поведение. Сложность становится существенной характеристикой финансовых рынков.

Понятие сложности (в том смысле, в каком мы используем это понятие) характеризуется шестью условиями: 1) анализ отдельных составляющих системы не может дать полного представления о системе в целом; 2) малое воздействие на систему способно в определенных условиях вызвать большие последствия; 3) глобальная устойчивость системы совместима с локальными неустойчивостями в ней; 4) равновесие системы может оказаться нелинейным; 5) существенные изменения в поведении системы могут быть спонтанными, не требующими наличия внешней причины; 6) классическое разделение финансового риска на специфический и рыночный может оказаться невозможным.

Учет такой сложности требует создания новой, неклассической финансовой теории. В данной статье содержится попытка охарактеризовать некоторые черты такой теории. Для удобства изложения проблемной характеристике неклассической финансовой теории мы предположим краткую характеристику классической теории финансов. Ее основными разделами являются закон единой цены и концепция идеальной финансовой среды, теоремы Модильяни—Миллера, гипотеза эффективного рынка, теория портфеля Марковица—Шарпа—Росса, формула Блэка—Шоулза (для срочных контрактов на акции).

Классическая теория финансов

1. Закон единой цены, арбитраж и концепция идеальной финансовой среды

Согласно закону единой цены, если на конкурентном рынке проводятся операции с *равноценными* (эквивалентными) активами, то их рыночные цены будут стремиться к сближению. Орудие этого сближения — *арбитраж*, т. е. покупка и немедленная продажа эквивалентных активов с целью получения гарантированной прибыли на основе разницы в их ценах.

Если рассматриваемые цены не подчиняются действию этого закона, то либо рынок недостаточно конкурентен, либо слишком велики операционные затраты, либо активы на самом деле не эквивалентны (между ними существует некое неустановленное различие).

Закон единой цены и арбитраж являются частью более общей концепции идеальной финансовой среды. Финансовая среда называется *идеальной*, если:

- 1) отсутствует подоходный налог и налог на прибыль корпораций;
- 2) отсутствуют затраты на оплату услуг финансовых посредников при выпуске акций и облигаций;
- 3) господствует совершенная конкуренция. Все фирмы и частные инвесторы равноправны;
- 4) существует безрисковая процентная ставка и каждый участник рынка может кредитовать и заимствовать по такой ставке;
- 5) действует закон единой цены. При временном отклонении от этого закона возможен арбитраж, устраняющий это отклонение. В процессе арбитража можно совершать короткие продажи;
- 6) вся экономически важная информация является общедоступной (для фирм и для индивидуальных акционеров);
- 7) обмен эквивалентными активами не изменяет благосостояния экономических субъектов;
- 8) случайные события, происходящие в идеальной финансовой среде, **всегда** подчиняются нормальному закону распределения вероятностей;
- 9) экономические понятия и действия можно характеризовать гладкими (дифференцируемыми) функциями.

Любая финансовая теория, которую мы называем классической, или традиционной, использует в своих рассуждениях те или иные положения, характеризующие идеальную финансовую среду. Использование этой концепции, в частности, открывает дорогу доказательству теорем Модильяни—Миллера. Мы ограничимся обсуждением (без доказательства) наиболее важной первой из этих теорем.

Первая ММ-теорема: в идеальной финансовой среде совокупная стоимость всех выпущенных фирмой ценных бумаг (облигаций и акций) определяется рентабельностью реальных активов компании и связанных с ними рисками, но не зависит от структуры капитала (от соотношения заемных и собственных средств).

Стоимость, определяемая исключительно доходами и их рисками, называется в теории финансов *фундаментальной стоимостью, или справедливой ценой*. Поэтому первая ММ-теорема может быть сформулирована следующим образом: в идеальной финансовой среде фундаментальная стоимость

и рыночная стоимость совпадают (с точностью до, возможно, небольших случайных колебаний в ту или иную сторону). Любые отклонения рыночной цены от фундаментальной устраняются арбитражем. Иначе говоря, идеальный рынок всегда можно перевести в безарбитражное (равновесное) состояние.

На равновесном рынке стоимость фирмы *не может быть увеличена за счет решений, направленных только на изменение структуры капитала фирмы* (решения о займе, используемом для выкупа акций, или о выпуске новых акций для погашения прежних займов). Для увеличения стоимости фирмы необходимо увеличивать доходность активов и/или уменьшать возникающие риски.

В реальной финансовой среде эта теорема может оказаться неверной. В ней стоимость фирмы зависит от *двух* факторов: 1) доходности ее активов и их рисков и 2) коррекции фундаментальной стоимости, вызванной конкретной ситуацией на рынке. Чем ближе финансовая среда к равновесию, тем меньше величина коррекции.

2. Эффективный рынок

Долгое время считалось, что существуют долгосрочные закономерности в колебаниях цен на финансовые активы, и задача финансовой теории состоит в том, чтобы обнаружить эти закономерности. Однако впоследствии усилиями Л. Башелье и М. Кендалла было показано, что тенденции в изменении биржевых цен отсутствуют: они изменяются случайным (непредсказуемым) образом. При этом логарифмы цен ведут себя наподобие броуновского движения (как случайный шум). Этим обеспечивается *ликвидность рынка* (наличие покупателей для продавцов и продавцов для покупателей при данном уровне цены).

Признание случайного изменения цен активов привело к созданию гипотезы эффективного рынка (ГЭР). На эффективном рынке действуют рациональные субъекты, *однородно* интерпретирующие всю поступающую информацию и *быстро* корректирующие свои решения при обновлении этой информации. В результате всякая значимая информация уже отражена в цене. В т. н. средней форме ГЭР утверждает: цены активов отражают всю *общедоступную* (опубликованную) информацию. На таком рынке ведется честная игра (средний выигрыш равен нулю). Миллионы сделок устанавливают *правильную цену*, которая удовлетворяет по меньшей мере четырем условиям.

Во-первых, она близка к фундаментальной стоимости актива, определяемая первой теоремой Модильяни—Миллера.

Во-вторых, рыночная цена случайно колеблется относительно этой фундаментальной цены, удовлетворяя нормальному закону распределения вероятностей.

В-третьих, с учетом всей доступной информации рыночная цена отражает лучшую оценку того, какую прибыль принесут владельцу данные

активы. У эффективного рынка нет памяти. Прошлая динамика цен не несет полезной информации о будущих ценах.

В-четвертых, правильная цена является *ценой равновесия*, поскольку отклонения от нее устраняются арбитражем.

Если рынки в действительности эффективны, то текущая рыночная цена обеспечивает наилучшую оценку ценности при отсутствии новой информации. Информация является *новой*, если она сигнализирует об изменении фундаментальной стоимости актива. Эффективный рынок быстро улавливает новые сведения. Устанавливается новое равновесие, выражаемое в форме случайного блуждания цен.

В таком случае никакая группа инвесторов не в состоянии *регулярно* находить недооцененные или переоцененные акции. Регулярно побеждать рынок, согласно этой гипотезе, невозможно. Однако временная победа над эффективным рынком вполне возможна. Действия участников рынка могут порождать *короткоживущие* ценовые тенденции, которые быстро устраняются арбитражем, но *не мгновенно*. Средний выигрыш по-прежнему равен нулю, но первый, кто обнаружил новую тенденцию и сыграл на ней, может получить значительный выигрыш.

Реальный рынок лишь *приблизительно эффективен*. Эффективность рынка постоянно исчезает и постоянно восстанавливается стремлением наиболее пронырливых участников рынка заработать на этом.

На модельном уровне теория эффективного рынка делает два ключевых предположения: изменения цен *стохастически независимы* и распределены *нормально*. Для нормального распределения действует «правило трех сигм»: если случайная величина X имеет нормальный закон распределения с параметрами μ (среднее) и σ (стандартное отклонение), то с вероятностью, близкой к 1, ее значения заключены в интервале $(\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma)$. Устойчивость среднего значения позволяет связать его с фундаментальной стоимостью актива.

Эта формальная схема дополняется предположением о существовании краткосрочных тенденций, быстро разрушаемых арбитражем. Теперь сформулируем два факта, противоречащих этой схеме.

Факт 1. На реальном фондовом рынке существуют тенденции, которые не являются краткосрочными.

Факт 2. На реальном рынке случайные изменения цен активов являются не независимыми, как предполагает ГЭР, а *слабо зависимыми*. Сама по себе слабая зависимость не противоречит ГЭР. Однако при определенных условиях эта зависимость может усиливаться посредством положительной обратной связи и порождать финансовые пузыри и финансовые кризисы, существование которых несовместимо с ГЭР.

Например, в понедельник 19 октября 1987 г. индекс Доу—Джонса упал за один день на 23 %. Вероятность наступления такого события при нор-

мальном распределении вероятностей равна 10^{-20} . Этого достаточно, чтобы при больших размахах ценовых колебаний отказаться от ГЭР.

3. Теория портфеля

Теория портфеля Марковица—Шарпа—Росса образует фундамент классической финансовой теории. Ее основой является убеждение в том, что любой финансовый риск можно разложить на независимые друг от друга специфический и рыночный (систематический) риски.

Специфический риск присущ данному конкретному активу самому по себе. Такой риск может быть устранен помещением ее в портфель различных ценных бумаг, специфические риски которых связаны отрицательной корреляцией. Эта процедура называется диверсификацией портфеля.

Однако рыночный риск устранить невозможно. Он является следствием неопределенности будущего в рыночной экономике.

Теория портфеля строится на предпосылках, характеризующих идеальную финансовую среду. Кроме того, используются следующие два хорошо установленных факта.

Факт 1. Безрисковые ценные бумаги имеют положительную доходность r^* .

Факт 2. Все остальные ценные бумаги, а также рыночный портфель, имеют доходность, превышающую r^* .

Обозначим через r_A доходность актива A и через r_m — доходность рыночного портфеля. Составим положительные разности $r_A - r^*$ и $r_m - r^*$. Назовем первую разность премией за риск, присущему активу A , а вторую разность — премией за риск, присущей рыночному портфелю.

Считается, что эти премии соизмеримы. Иначе говоря, для любой ценной бумаги A должно существовать некоторое зависящее от A число, умножение которого на премию за риск рыночного портфеля уравнивает это произведение и премию за риск для актива A .

Обозначим это число символом β_A . Тогда утверждение предыдущего абзаца можно записать в виде $r_A - r^* = \beta_A(r_m - r^*)$ или

$$r_A = r^* + \beta_A(r_m - r^*). \quad (1)$$

Геометрически (1) — есть уравнение прямой линии, называемой *security market line* (SML). Это приводит к следующему графическому варианту теории портфеля (см. рис. 1).

Угловым коэффициентом SML равен премии за риск рыночного портфеля. Точке $\beta = 1$ соответствует точка на вертикальной оси, отражающая ожидаемую доходность рыночного портфеля. Большему риску соответствует большая равновесная доходность.

Все акции с равновесными (справедливыми) ценами расположены точно на SML. Акции, цены которых выше равновесных, расположены ниже

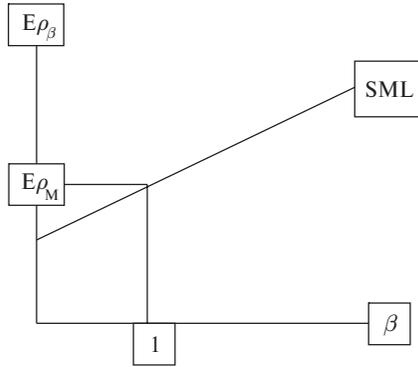


Рис. 1

SML (их доходность ниже равновесной). Акции, цены которых ниже равновесных, расположены выше SML (их доходность выше равновесной). В каждом из этих случаев возможен арбитраж, приводящий рынок к равновесию.

Другой вариант теории портфеля получается при замене ожидаемой доходности актива ожидаемой доходностью портфеля и при замене беты на стандартное отклонение портфеля. Линия SML переходит в этом случае в линию CML (capital market line). Основные свойства SML и CML аналогичны.

Отметим основные свойства этой теории:

- 1) доходность любой ценной бумаги или портфеля ценных бумаг представима в виде *линейной* функции относительно ожидаемой рыночной доходности (ожидаемой доходности рыночного портфеля). Коэффициентом пропорциональности служит бета этой бумаги или стандартное отклонение портфеля;
- 2) линии CML и SML являются линиями равновесия. Когда все ценные бумаги выстраиваются в линию SML (или CML), рынок ценных бумаг находится в равновесии. В идеальной финансовой среде это равновесие устойчиво;
- 3) в состоянии равновесия и в близких к нему состояниях большую доходность можно получить в том и только в том случае, если пойти на больший риск;
- 4) малое отклонение ценной бумаги А от положения равновесия измеряется коэффициентом α_A этой бумаги, удовлетворяющей равенству

$$\alpha_A = r_A - [r^* + \beta_A (R_M - r^*)]. \quad (2)$$

Если $\alpha_A = 0$, то цена актива А является ценой равновесия. Если $\alpha_A > 0$, то А имеет избыточную доходность, возникающую в силу того, что рыноч-

ная цена A меньше равновесной (бумага является недооцененной). Спрос на эту бумагу растет, и ее цена повышается. Если $\alpha_A < 0$, то A имеет недостаточную доходность, возникающую в силу того, что рыночная цена A больше равновесной (бумага является переоцененной). Предложение этой бумаги растет (она продается), и ее цена уменьшается. В итоге $\alpha_A \rightarrow 0$, а рынок — к состоянию равновесия¹. Вопрос о том, что происходит *вдали* от равновесия, теория портфеля не рассматривает.

Между тем, ответ на этот вопрос принципиален, особенно с учетом того, что по мере своего усложнения финансовые рынки все меньше и меньше находятся в состоянии равновесия. Мы рассмотрим два отклонения от стандартной теории: 1) образование локального неравновесия на основе конкурентного преимущества отдельных фирм и 2) отказ от основных допущений идеальной финансовой среды, прежде всего от допущения о гладком изменении цен активов и о нормальном распределении случайных процессов, происходящих на финансовых рынках.

Инвестирование с учетом конкурентного преимущества фирмы

Инвестирование на основе теории портфеля предполагает, что ценная бумага — это малая часть рынка, и ее поведение полностью зависит от взаимоотношения с рынком в целом. Но возможен и во многих случаях желателен другой подход, когда анализ рынка в целом заменяется анализом конкретного бизнеса эмитента. Такой подход отличается от теории портфеля, но совместим с первой теоремой Модильяни—Миллера.

Действительно, поскольку существует и рыночный риск, и специфический риск, то в общем случае можно опираться либо на доходность, связанную с рыночным риском, либо на доходность, связанную со специфическим риском. Акции продаются и покупаются в каждом из этих случаях. Однако в первом случае акция является кусочком рынка, во втором случае акция — это представитель конкретного бизнеса. Ценная бумага тем привлекательнее, чем сильнее конкурентное преимущество ее эмитента.

В качестве инструмента исследования конкурентного преимущества будем использовать модификацию стандартного метода дисконтирования дивидендов. Допустим сначала, что дивиденды, выплачиваемые фирмой на ее акции, растут с постоянной скоростью g . В этом случае, как хорошо известно, возникает соотношение:

$$P_0 = D_1 / (k - g), \quad g < k, \quad D_1 > 0. \quad (3)$$

¹ Если рассматривается не отдельная ценная бумага, а портфель ценных бумаг, то ситуация аналогична.

Здесь k — ставка рыночной капитализации, P_0 — фундаментальная стоимость акции (ее справедливая цена), понимаемая как *приведенная стоимость всех ожидаемых в будущем дивидендов на эту акцию, дисконтированных по ставке рыночной капитализации*, D_1 — дивиденды, выплаченные в первый период. Согласно (3), справедливая цена акции тем выше, чем выше ожидаемые дивиденды, чем ниже рыночная ставка капитализации и чем выше ожидаемый темп роста дивидендов.

Параметр k характеризует рынок в целом, поэтому его значение можно определять на основе теории портфеля, используя равенство (1). В отличие от k , величина g должна отражать специфику бизнеса эмитента.

В простейшем случае $g = 0$ и вся прибыль E на акцию выплачивается в виде дивидендов. Тогда

$$P_0 = D_1 / k = E / k, \quad (4)$$

что совпадает с формулой расчета приведенной стоимости для пожизненной ренты с ежегодными выплатами в размере E . В этом случае ресурсы для развития фирмы отсутствуют.

Определение 1. Фирма абсолютно стабильна, если и только если $g = 0$ и отсутствуют чистые инвестиции.

Справедливая цена абсолютно стабильной фирмы определяется равенством (4).

Для рассмотрения общего случая вводится понятие потенциала роста фирмы (*growth opportunity*) и его приведенной стоимости $PVGO$.

Определение 2. В общем случае справедливая цена фирмы имеет вид:

$$P_0 = E / k + PVGO, \quad (5)$$

где E / k — стоимость стабильной компоненты фирмы, а $PVGO$ — приведенная стоимость возможностей роста фирмы. Из равенства (5) следует, что

$$PVGO = P_0 - E / k. \quad (6)$$

Для абсолютно стабильной фирмы $PVGO = 0$. При $PVGO > 0$ фирма успешно развивается, при $PVGO < 0$ приходит в упадок.

Введем теперь следующее определение.

Определение 3. $g = \Delta E / E$.

Это определение позволяет избавиться от допущения об обязательном постоянном темпе роста дивидендов и допускает важное разложение следующего вида:

$$g = \Delta E / E = (\Delta E / I) \times (I / E). \quad (7)$$

Первый множитель $\Delta E / I$ есть ставка доходности чистых инвестиций. Второй множитель I / E называется коэффициентом удержания прибыли.

Легко доказывается следующее утверждение.

Утверждение 1:

- а) $PVGO = 0$, если $\Delta E/I = k$, т. е. если доходность чистых инвестиций совпадает с рыночной доходностью;
- б) $PVGO > 0$, если $\Delta E/I > k$, т. е. если доходность чистых инвестиций больше рыночной доходности;
- в) $PVGO < 0$, если $\Delta E/I < k$, т. е. если доходность чистых инвестиций меньше рыночной доходности.

Определение 4. Фирма имеет конкурентное преимущество, если и только если ее инвестиции удовлетворяют неравенству $\Delta E/I > k$. Вместо $\Delta E/I$ можно использовать E/K , где K — собственный капитал компании.

Из определения 4 и утверждения 1 следует, что стоимость фирмы растет с ростом прибыли на капитал. Это открывает путь для вывода формулы Модильяни—Миллера для оценки справедливой стоимости бизнеса (акций компании):

Стоимость компании = стоимости ее текущих активов + стоимость роста =

$$= E_1 / k + I \times N \times [ROE - WACC] / k (1 + k). \quad (8)$$

Здесь N — ожидаемое число лет, в течение которых компания будет сохранять достигнутое конкурентное преимущество, определяемое равенством $ROE > WACC$. $ROE = E/K$ — прибыль на капитал, $WACC$ — средневзвешенная стоимость капитала. Стоимость фирмы растет тогда и только тогда, когда прибыль на капитал превышает затраты на его создание.

Несмотря на свою теоретическую значимость, на практике формула (8) обычно не используется для оценки стоимости фирмы, поскольку непонятно, как правильно оценить величину N . Однако этот недостаток оценки (8) можно превратить в ее достоинство. Такое превращение осуществил, в частности, наиболее успешный современный финансист Уоррен Баффетт².

Финансовая теория Баффетта не является математизированной, она содержит ряд проверенных его личным опытом постулатов. Для их обсуждения можно использовать формулу Модильяни—Миллера (8), ограничиваясь ее главной частью

$$N \times [ROE - WACC], \quad (9)$$

² Баффетт обыгрывал рынок в течение 28 лет из 42, причем проигрывал он немного, а выигрывал несравненно больше. За 1965–2006 гг. индекс SP-500 вырос в 64 раза, а акции Berkshire Hathaway в 4600 раз. Среднегодовая доходность вложений в Berkshire Hathaway составила 24,2 %, а в SP-500 — только 10,4 % (см.: Чиркова Е. Философия инвестирования Уоррена Баффетта, или о чем умалчивают биографы финансового гуру. М., 2008. С. 23).

в которой неравенство $N > 0$ влечет неравенство $ROE > WACC$, ведущее к росту стоимости фирмы.

Баффетт предполагает, что в первую очередь следует интересоваться теми ценными бумагами, за которыми стоит бизнес, уже имеющий конкурентное преимущество и способный сохранить его длительное время. Иначе говоря, надо ориентироваться на большие значения произведения (9).

Главная трудность для всех, кто использует соотношение (9), состоит в правильной оценке величины N . Задача правильного предсказания значения N в общем случае не является разрешимой, поэтому приходится искать частные случаи, в которых приблизительно верная оценка значения N представляется возможной. Именно так и поступает Баффетт. Его идея состоит в сужении сферы анализируемого бизнеса. Привлекательные для приобретения объекты ищутся не по всему рынку, а только в пределах «круга компетенции» инвестора.

Сужение интересов, задающее круг компетенции инвестора, осуществляется последовательно. Сначала инвестор ограничивает область интереса изучения только такими бизнесами, которые он понимает. В этой области его интересуют только относительно простые бизнесы, которые легче прогнозировать. После этого круг его интересов сужается дальше, его интересуют только такие простые бизнесы, которые уже доказали свою конкурентоспособность на практике. Из них он выбирает только те, которые имеют руководителей, способных сохранить это преимущество в будущем. Найдя такие бизнесы, его интересует цена. И если цена не превышает внутренней стоимости бизнеса (его справедливой стоимости), то он готов купить такой бизнес, причем не на короткое время, а «навсегда» (т. е. надолго). Последнее связано с его пониманием рынка в целом: «мы уже давно считаем рынок ценных бумаг неким центром перераспределения, в котором деньги переходят от активных к упорным»³.

После нахождения потенциально интересных для него объектов Баффетт принимает во внимание вопрос цены. Цена покупки не должна быть выше справедливой стоимости, но может быть ниже.

Такая стратегия, по мнению Баффетта, не только постоянно увеличивает стоимость приобретенного портфеля, но и позволяет не обращать внимания на краткосрочные колебания цены (волатильность и измеряемый ею рыночный риск). К тому же при такой стратегии на инвестора работают сложные проценты.

Свои взгляды Баффетт противопоставляет классической теории портфеля. «Чтобы успешно заниматься инвестиционной деятельностью, вам нет необходимости разбираться в понятиях „бета“, „эффективный рынок“, „современная портфельная теория, ‘опционное ценообразование’ или ‘раз-

³ Баффетт У. Эссе об инвестициях, корпоративных финансах и управлении компаниями. М., 2007. С. 98.

вивающиеся рынки⁷. Скорее всего, незнание всех этих терминов принесет вам только пользу⁴. Будущим инвесторам, по его мнению, необходимо тщательно изучить лишь два курса — „как правильно оценить деятельность компании“ [на основе (8)] и „как относиться к рыночным ценам“».

Однако критика Баффеттом теории портфеля несправедлива. Теория портфеля и теория инвестирования Баффетта имеют разные области применимости и поэтому *обе могут быть верными*, каждая в своей сфере. Одно дело, когда исследуется весь рынок в условиях равновесия и совсем другое дело, когда обращают внимание только на конкретные компании, обладающие конкурентным преимуществом, создающим локальное неравновесие.

Финансовые пузыри и финансовые кризисы

Финансовые пузыри — проявление нелинейности финансовых рынков, возникающей при значительном удалении от равновесия (от долгосрочного тренда). На каком-то сегменте финансового рынка возникает высокая доходность ряда активов, которую не может ликвидировать арбитраж из-за большого спроса на эти активы.

Одной из предпосылок к возникновению пузыря является изобилие свободных денежных средств (т. е. средств, еще не вложенных в какие-либо проекты). Владельцы этих средств находятся в стадии обдумывания возможных инвестиционных решений.

Большие объемы свободных денежных средств возникают, как правило, в следующих случаях: 1) низкие значения процентных ставок, 2) быстрый рост кредитования частного сектора, 3) большой положительный чистый приток капитала в страну.

Очень простая («игрушечная») модель надувания и последующего сдувания пузыря получается при использовании равенства (3), в котором рыночная цена P нелинейно зависит от g :

$$P = D_0 / (k - g), \quad g < k, \quad D_0 > 0. \quad (10)$$

В отличие от обычной модели, рассмотренной выше, здесь k — «предельная» доходность, которую может обеспечить рынок, D_0 — начальная доходность актива, g — темп роста доходности вложений в «надуваемый» актив. «Дивидендом» в этой модели служит разница между начальной и последующей ценой актива, положительная или отрицательная.

При увеличении темпа роста таких «дивидендов» рыночная цена актива растет все сильнее и сильнее. Надувается финансовый пузырь. Фор-

⁴ Баффетт У. Эссе об инвестициях, корпоративных финансах и управлении компаниями. С. 112.

мально при $g \rightarrow k$ возникает $P \rightarrow \infty$. Поскольку неограниченный рост происходит за ограниченное время, то цены растут с ускорением.

Содержательно это можно объяснить следующим образом. С ростом цены растет риск ее обрушения (цены не могут расти вечно). Для компенсации этого риска требуется больший доход (больший рост цены), что вновь увеличивает риск, и т. д. Иначе говоря, в основе ускорения роста цены актива лежит положительная обратная связь.

Критическая область перелома тенденции роста цены возникает, когда g попадает в достаточно малую окрестность величины k . При слишком близком приближении g к k поток «дивидендов» становится неустойчивым, поскольку он начинает превышать возможности рынка. Рост неустойчивости создает предпосылки для изменения тенденции.

Обращение тенденции возникает за сценой равенства (10), когда в какой-то момент выполняется равенство $g = k$. Равенство (10) в этот момент перестает существовать. Формально, однако, g может расти и дальше, что означает выполнение неравенства $g > k$. Выполнение этого неравенства вновь восстанавливает равенство (10), но уже в другой форме, симметричной прежней:

$$P = -D_0 / (g - k), \quad g > k, \quad D_1 > 0. \quad (11)$$

Курсовая разница цен рассматриваемого актива становится отрицательной величиной. Прибыль от инвестирования сменяется убытками. Убытки продолжают расти с дальнейшим ростом величины g , которая теперь интерпретируется как скорость роста убытков. Это фаза сдувания пузыря. Процесс падения цены также происходит с ускорением на основе положительной обратной связи между величиной убытка и удешевлением актива.

Заметим, что точно вычислить момент обращения тенденции не представляется возможным. Дело в том, что в процессе приближения g к k возникает значение $g = g^*$, ведущее к бифуркации (ветвлению) тенденции роста цены. На одной ветви выполняется условие $g = g^* = \text{const}$, что ведет к консервации пузыря. На другой продолжается приближение g к k , что приводит в итоге к обращению тенденции. При этом выбор продолжения движения по той или иной ветви происходит, как всегда в случае бифуркации, случайно.

Основываясь на такой игрушечной модели финансового пузыря, можно построить и игрушечную модель фондового кризиса. Будем исходить из следующих двух постулатов:

- 1) необходимым условием возникновения финансового пузыря является скопление значительного объема временно свободных денежных средств на денежном рынке;
- 2) необходимым условием возникновения фондового кризиса является сдувание финансового пузыря. Напомним, что сдувание «пузыря» на рынке высокотехнологичных компаний привело к рецессии 2001–2002 гг.

в экономике США. Сдувание пузыря на рынке недвижимости привело к ипотечному кризису 2007–2008 гг. Япония заплатила за бум цен на недвижимость 1980-х гг. финансовым кризисом и десятилетней стагнацией.

Допустим, что первоначально система «денежный рынок — фондовый рынок» находилась в состоянии равновесия. Пусть i — процентная ставка денежного рынка, $E|P$ — усредненный показатель отношение прибыли актива к его цене на фондовом рынке. Рынок находится в равновесии, если выполняется приближенное равенство:

$$i \approx E|P. \quad (12)$$

Рассмотрим период времени, на котором $E = \text{const}$. Тогда небольшие колебания процентной ставки вызывают небольшие колебания рыночных цен, причем сами колебания носят случайный характер. Связка «денежный рынок — фондовый рынок» остается в состоянии равновесия, пока какая-то внешняя сила не выведет ее из этого состояния.

Допустим, что на денежном рынке формируется (путем займов или из других источников) значительный объем свободных денежных средств, которые постепенно перемещаются на фондовый рынок. В результате на денежном рынке растет процентная ставка, а на фондовом рынке дорожают акции ИТ-компаний. Это приводит к тому, что равенство (12) сменяется неравенством:

$$i > E|P, \quad (13)$$

означающим возникновение неравновесия в финансовой системе. На фондовом рынке надувается пузырь, питаемый перемещением средств с денежного рынка.

Спустя какое-то время финансовый пузырь начнет сдуваться, причем падение цены будет либо быстрым (цены будут падать с ускорением), либо медленным (т. е. имеет место бифуркация). В первом случае на фондовом рынке возникнет кризис, во втором случае произойдет коррекция. Поскольку выбор между этими альтернативами случаен, то возникновение финансового кризиса не является, вообще говоря, детерминированным процессом.

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

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

Фрактальная теория финансов

Для изучения одного из возможных способов перехода от классической теории финансов к фрактальной финансовой теории вернемся к линии равновесия SML в классической теории портфеля. На рис. 2 изображены компании А, В, С, D, E, F, не находящиеся на линии равновесия. Компании А, С, E имеют избыточную доходность (больше равновесной), компании В, D, F имеют недостаточную доходность (меньше равновесной). Согласно классическим взглядам, избыточная доходность возникает только вследствие недооцененности компаний рынком, недостаточная доходность возникает только в результате их переоцененности. Это открывает возможности арбитража, приводящего к покупке недооцененных компаний и продаже переоцененных. Цена первых растет, цена вторых уменьшается. В результате такого процесса все перечисленные компании спустя некоторое время попадут на SML. Это означает, что линия SML устойчива.

Такое рассуждение неявно предполагает, что фирмы являются совершенными конкурентами. Но что произойдет, если фирмы, расположенные выше SML, удовлетворяют неравенству $\Delta E/I > k$ ($PVGO > 0$), а фирмы, расположенные ниже SML, удовлетворяют неравенству $\Delta E/I < k$ ($PVGO < 0$)?

В этих условиях, как показывает утверждение 1, ломаная линия ABCDEF вполне может быть линией равновесия цен активов (арбитраж невозможен!). Однако *график SML перестает быть прямой линией*. Отношение «большой доходности соответствует больший риск» в целом сохраняется, но вместо полной упорядоченности возникает место частичное упорядочение, поскольку *локально* рост доходности может сопровождаться уменьшением рисков, а падение доходности — увеличением рисков.

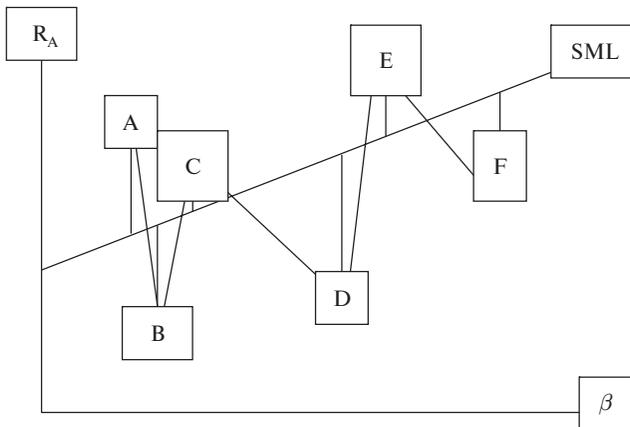


Рис. 2

Увеличивая число точек типа А и В, мы увеличиваем изреженность линии равновесия SML. Ее итоговая размерность является дробной, заключенной между 1 и 2. Объект с такой размерностью представляет собой *фрактал*. Таким образом, если мы хотим изучать равновесие рынка ценных бумаг при наличии конкурентных преимуществ, то подходящим инструментом может служить теория фракталов.

Фракталы и степенные законы

Существуют фракталы различных типов. Простейшие фракталы изменяются одинаково во всех направлениях, их называют унифракталами. Если фракталы повторяются по-разному и в разных точках, то они становятся мультифракталами. В более общем случае части фракталов могут систематически поворачиваться, изгибаться или испытывать другие деформации.

Простая фрактальность означает изменчивость, одинаковую на всех уровнях⁵. Изменчивость имеет одну и ту же форму независимо от того, рассматривается отдельная акция или фондовый индекс, дневные, недельные, месячные или годовые графики изменения цен активов. Это утверждение называется *принципом*, или законом, *масштабирования*.

Принцип масштабирования лежит в основе теории фракталов и формально утверждает следующее. Измеримые величины X и Y связаны законом масштабирования, если и только если существует показатель *a* такой, что $X = Y^a$, т. е. если

$$\log X / \log Y = \text{const.} \quad (14)$$

Это означает, что если значения величин X и Y представить в виде графика в логарифмических координатных осях, то они образуют прямую наклонную линию. Существенно, что этим свойством обладают любые данные, взаимосвязанные по *степенному закону*.

Для теории финансов интересны стохастические степенные законы, поскольку финансовые процессы не являются детерминированными. Будучи сложными самоорганизующимися образованиями, они содержат значительную долю хаоса, без которого процесс самоорганизации невозможен.

Кроме того, по причинам, которые будут понятны ниже, нас будут интересовать только степенные стохастические закономерности с отрицательным значением показателя степени, абсолютное значение которого меньше 2. Из закономерностей такого типа наиболее известны распределение Парето (социология), закон Херста (гидрология) и закон Гутенберга—Рихтера (геология).

На первый взгляд кажется, что они имеют слабое отношение к поведению финансовых рынков. Но это только на первый взгляд. В норме слож-

⁵ Мандельброт Б. Фракталы, случай и финансы. М., 2004. С. 50, 51.

ные процессы бесконечно разнообразны, поэтому разные предметные области изучаются различными науками. Однако в критической области поведения их разнообразие уменьшается. Не исключено, что оно может быть охвачено единой теорией критического поведения сложных процессов, способной моделировать и разливы Нила, и сильные землетрясения, и финансовые кризисы. Теория критического поведения финансовых рынков окажется тогда частным случаем этой теории.

Единой теории критического поведения сложных процессов пока не существует. Однако уже сейчас ясно, что степенные распределения вероятностей могут стать существенной частью формального аппарата этой теории.

Такие распределения обладают следующими особенностями, существенно отличающими их от нормального распределения, которое используется в идеальной финансовой среде.

1. Для степенных вероятностных распределений не действует закон больших чисел и большие отклонения от среднего значения («катастрофы») имеют вероятность, которой нельзя пренебречь. Это распределения с толстым хвостом. Вероятность больших отклонений от среднего убывает с ростом размеров этих отклонений, но значительно медленнее, чем в нормальном распределении.
2. При определенных условиях слабые зависимости между случайными событиями, характерные для степенных распределений, могут усиливаться на основе положительной обратной связи или в результате самоорганизации в хаотической среде.

Эти особенности можно использовать для изучения реальной финансовой среды. Отметим также, что в реальной финансовой среде график цены $P(t)$ актива не является гладким, функция $P(t)$ не является дифференцируемой. Поэтому вместо $\Delta P/\Delta t$ как меры изменчивости P в реальной финансовой среде обычно используется другая мера:

$$\log \Delta P / \log \Delta t \approx H(t). \quad (15)$$

Показатель $H(t)$ изменяется от 0 до 1. Для простых фракталов величина H не зависит от t .

Значению $H(t) = 1/2$ соответствует обычное броуновское движение, лежащее в основе классической гипотезы эффективного рынка. Путь, пройденный частицей за определенный период времени, пропорционален корню квадратному из времени.

При значениях H , отличных от $1/2$, приращения котировок за два соседних интервала времени уже не являются независимыми, между ними возникают корреляции, причем, если H больше половины, то корреляции положительны, а если меньше, то отрицательны. Значение $H > 1/2$ означает,

что изменения цен происходят в одном направлении. Неравенство $H < 1/2$ говорит о взаимной компенсации противоположных по знаку изменений цен.

Для неклассической теории финансов наиболее важен случай $H > 1/2$. Вместо классического броуновского движения в этом случае возникает *фрактальное броуновское движение* (ФБД). Оно подчиняется не нормальному, а степенному распределению вероятностей, показатель степени α которого в простых случаях находится из равенства⁶:

$$H = 1/\alpha. \quad (16)$$

Для $H \geq 1/2$ имеем $\alpha \leq 2$.

Параметр α отслеживает ценовые колебания, их размах. На рынке с небольшим значением α возможны большие скачки цен. Параметр H , изменяющийся от 0 до 1, отслеживает взаимосвязи цен. Величина $H - 1/2$ является мерой, в какой реальная финансовая среда отличается от идеальной финансовой среды.

Кроме того, при $H > 1/2$ вместо единственной фундаментальной стоимости актива возникает набор ее возможных значений. Каждое такое значение определяется уже не усредненными мнениями всех участников рынка, а предположениями наиболее активных участников рынка, которые могут не соглашаться друг с другом.

Тенденции изменения цен на таком рынке уже не являются короткоживущими и не устраняются арбитражем. Тем не менее такой рынок может оставаться эффективным (равновесным), но не в смысле ГЭР, а в качестве *фрактально эффективного (фрактально равновесного) рынка*. Фрактальное равновесие рынка значительно сложнее его классического аналога.

Базовой моделью для исследования фрактального равновесия может служить работа Бака и Чена по проблемам самоорганизованной критичности⁷. В этой работе рассматривается модель кучи песка, на которую непрерывно и равномерно падают песчинки. Постепенно некоторые песчинки начинают сваливаться с края подложки. Некоторые из них увлекают соседние песчинки, порождая *лавины* разной величины. Куча перестает расти, когда количество добавляемого песка компенсируется в среднем количеством песка, сваливающегося с края. В этот момент куча достигает своего *критического* состояния, характеризуемого высотой кучи h , крутизной склона z и *степенным* распределением U числа и силы лавин. Угол наклона для критического состояния обозначается через z_c . Если $z < z_c$, то куча находится в докритическом состоянии, а если $z > z_c$, то куча находится в сверхкритическом состоянии.

⁶ Равенства (1) и (2) справедливы только для относительно простых ситуаций. В общем случае зависимость оказывается более сложной.

⁷ Bak P., Tang C., Wiesenfeld K. Self-organized criticality // Phys. Rev. 1988. Vol. 38. № 1. P. 364–374; Bak P., Kan C. Самоорганизованная критичность // В мире науки. 1991. № 3. С. 16–24.

Если куча находится в докритическом состоянии, то лавины возникают редко и их размеры невелики. Последовательное добавление песчинок увеличивает угол наклона кучи. Докритическая куча будет расти, пока не достигнет критического состояния.

Когда куча переходит в критическое состояние, она количественно перестает расти: количество падающих на кучу песчинок в среднем оказывается равным количеству скатывающихся с подложки песчинок. Это состояние глобального равновесия кучи. Однако критическое равенство $z = z_c$ выполняется лишь в среднем, для кучи в целом. Если в каком-то месте крутизна кучи больше критической, то в этом месте возникает лавина, уменьшающая угол наклона этого кусочка поверхности кучи. Если, напротив, в каком-то месте крутизна кучи меньше критической, то в этом месте падение песчинок не вызывает лавин, но увеличивает угол наклона кучи.

Таким образом, в отличие от докритического состояния, в котором лавины практически отсутствуют, в критическом состоянии в куче неизбежно возникают локальные лавины. Однако они захватывают лишь небольшую долю песчинок и не могут привести к значительному отклонению крутизны склона от критического значения.

Существенно, что к критическому состоянию система будет приходить **всегда**, независимо от конкретного вида алгоритма насыпания песка и независимо от того, используется песок или другое вещество, состоящее из многих частиц, характеризующихся определенной силой сцепления между ними. Важно только, чтобы размерность площади насыпания (подложки) была не меньше 2, и чтобы существовала величина z_c .

Увеличив интенсивность падения песчинок или поставив преграды падению песчинок, можно добиться того, чтобы куча перешла в сверхкритическое состояние. Но это состояние неустойчиво и потому временно. Начинают расти размеры лавин. В результате наклон сверхкритической кучи будет уменьшаться, пока куча снова не перейдет в критическое состояние (возможно, отличное от прежнего). Поскольку критическое состояние достигается в этих процессах спонтанно, то оно называется самоорганизованной критичностью. Это также состояние *фрактального равновесия* (поскольку распределение U степенное).

В состоянии фрактального равновесия песочная куча обладает двумя важными свойствами, которые на первый взгляд исключают друг друга: она неустойчива во многих различных местах (локальный рельеф кучи постоянно меняется из-за локальных лавин), однако ее критическое состояние абсолютно устойчиво (распределение U размеров лавин по всей поверхности кучи, достигшей критического состояния, остается неизменным).

Рассмотренная модель допускает не только механическую, но и финансовую интерпретацию. Вернемся к равенству (12) и неравенству (13), характеризующим совместно рассмотренную выше игрушечную модель фи-

нансового кризиса. Высоту кучи интерпретируем как среднюю цену активов P , а половина основания кучи — как среднюю прибыль E . Величину z , представляющую собой угол наклона кучи, представим в виде $\text{ctgz} = E/P$ и положим

$$\text{ctgz}_{\text{cr}} = i. \quad (17)$$

Это аналог равенства (12), задающий фрактальное равновесие фондового рынка.

В отличие от классического равновесия, при фрактальном равновесии рынка на нем постоянно появляются и исчезают пузыри (лавины) разных размеров. Исчезновение большого пузыря может рассматриваться как локальный финансовый кризис. Такие кризисы представляют собой спонтанное регулирование рынка, направленное на устранение нереалистичных цен. По существу, это аналог арбитража на классически эффективном рынке. Замена арбитража локальным кризисом представляет собой плату за рост сложности финансового рынка.

Локальные финансовые кризисы можно предвидеть. Это легко понять, используя модель кучи. Поверхность кучи не гладкая, а шероховатая, с изломами (это фрактальная поверхность). Поэтому где-то локальный угол наклона поверхности будет больше средних размеров угла, определяемого отношением P/E . В этом месте может возникнуть локальный сход лавины, или локальный финансовый кризис. Измерение угла наклона позволяет его предвидеть.

Неравенство $z > z_{\text{cr}}$ (аналог неравенства (13)) возникает, когда рост P опережает рост E . Падение цен возвращает сверхкритическое значение z в критическое состояние z_{cr} . Возникающая в этом случае огромная лавина интерпретируется как глобальный финансовый кризис. Она может вернуть кучу либо в прежнее критическое состояние, либо изменить конфигурацию кучи. Поскольку это бифуркация, то конечный результат непредсказуем.

Рассмотренная модель создает концептуальную основу для анализа современных (технически очень сложных) финансовых кризисов, в частности, в частности, мирового ипотечного кризиса 2007–2008 гг. Один из возникающих при его изучении вопросов такой: является ли этот кризис локальным, не затрагивающим основную структуру мировой финансовой системы, или он носит глобальный характер, означающий радикальный пересмотр мирового финансового порядка? Ответ на этот вопрос требует отдельного рассмотрения.