

Законы нелинейного мира в современной динамике рынков и бизнеса для научно обоснованной креативной глобально консервативной трансформации России

**Наталья Гарбер, 2004,
из книги «Творческие решения в бизнесе» + послесловие 2017 года**

*Президенту Российской академии наук, специалисту в области нелинейной
динамики и физика плазмы Александру Сергееву, посвящается*

Наиболее интересное время в любой области исследований – это время перемен. Сейчас, когда становится ясно, что рынки капитала являются нелинейными системами, теория линейных методов, на основании которой строились все модели и прогнозы функционирования рынков во второй половине XX века, уступает место теории экономического хаоса, как ни страшно это звучит. Теория хаоса позволила распространить нелинейные концепции на экономический анализ рынков и более внятно объяснить их природу.

Нелинейная экономика рынка: многообразие справедливости и фрактальная динамика

Согласно последним исследованиям, современные рынки являются нелинейными системами, что очевидно для специалистов. Поэтому их отличают следующие характеристики:

1. долговременные корреляции и тренды как результат обратной связи;
2. колебания между «справедливыми» состояниями и критическими точками;
3. временные ряды прибылей имеют фрактальную структуру, то есть фрагмент каждой траектории будет подобен траектории в целом;
4. надежность прогнозов тем более уменьшается, чем более далеким является прогнозируемый момент (сильная зависимость от начальных условий и слабеющая, но долговременная память).

В 1993 году С. Кауфман выяснил, что спонтанная согласованность структур – более приемлемый механизм эволюции, чем дарвиновские медленные перемены. Новый вид всегда возникает в рамках общей динамики, но в результате неких взрывов природной активности. В социальных науках происходит то же самое: рассредоточенная индивидуальная деятельность внезапно становится направлением или школой. Российская плохо организованная компания, тем не менее, действует как единый организм, не имея никакой вербализованной корпоративной культуры и правил. В природе таких примеров много. Есть что-то, что направляет ситуацию в рамках некого тренда, несмотря на разнообразие ситуаций и отношений.

В качестве подтверждения этого закона финансовые рынки в одних и тех случаях ни эффективны, ни не эффективны. Экономисты говорят об экономических циклах, трейдеры – о рыночных, но никто ни тех, ни других циклов не видел, потому что в обычном, линейном, четком понимании их нет. Порядок в рыночном хаосе не линеен и не имеет четких границ, поэтому в этих терминах не объясним. Главная причина, по которой линейные представления не могут объяснить экономическую реальность, состоит в предположении относительно мира как такового, а не просто экономики. Мы считаем, что случайность и порядок исключают друг друга: ведь шум в радиоприемнике мешает слушать музыку, а «снег» на телеэкране – смотреть передачу. Шум независим от изображения, и в экономических моделях, как и в других областях, мы ищем вариации внутреннего порядка, не подверженного влиянию шума. Порядок снижает тревожность и позволяет сделать ситуацию контролируемой и предсказуемой. Однако природа на самом деле находится в состоянии непрерывных флуктуаций. Статическое равновесие, симметричные

геометрические формы, чистые цвета, идеальные отношения – ничего подобного в реальности не существует. Думаю, человечество уже достаточно сильно, чтобы это признать.

Теория сложности – последнее достижение математической мысли, обнаружила, что природные процессы, сочетающие случайность и необходимость в едином динамическом процессе, пребывающие в состоянии, совмещающем глобальный порядок и локальную случайность, наиболее устойчивы по отношению к окружающим условиям. Поведение организмов и сообществ непредсказуемо, поэтому они выигрывают в соревновании. В их присутствии статические системы, реагирующие линейно, обречены на вымирание – их адаптивные возможности исчерпываются в борьбе с более приспособленными конкурентами. Проще говоря, успех основан на динамических базовых принципах, творчески применяемых в каждом отдельном случае. Именно это и позволяет мне говорить о том, что «творческие решения в бизнесе» – это центральная тема современного предпринимательства. Рынки в процессе конкуренции становятся сложными интерактивными адаптивными системами, в которых выживают особи и сообщества, обладающие максимальной способностью приспосабливаться, основанной на глобальном порядке и «случайных» творческих решениях.

Последние исследования по анализу рынков показали, что акции производств с высоким уровнем инноваций (например, технологические компании) имеют тренд более внятный и быстрее развивающийся – и менее «шумный» (размытый), чем акции низкоинновационных компаний (например, коммунальных предприятий). Следовательно, в творческих (инновационных) компаниях вложения, как это ни парадоксально, имеют меньший риск, чем в не-творческих, так как у первых имеет место быстрый и предсказуемый тренд.

Проще говоря, в современной экономике верно не только старое правило: «Кто рискует, тот не пьет шампанского», но и другое правило: «Кто творит, тот выигрывает, причем быстрее и увереннее». Это до некоторой степени противоречит нашим представлениям о том, что безопасно двигаться – значит двигаться медленно. Ситуация напоминает езду на велосипеде: на маленькой скорости вероятность упасть выше, чем на большой.

Аттракторы экономического хаоса

Инвесторы при определении справедливой цены пользуются информацией о доходах, управлении, новой продукции и текущей экономической обстановке. Кроме того, они учитывают готовность других инвесторов платить за те или иные акции. Если инвесторы видят, что тренд соответствует их позитивным ожиданиям, они начинают покупать по примеру других. Смещение меняется, когда цена достигнет верхней границы справедливой величины. Кроме того, принципиально изменить ситуацию может новая информация относительно ценных бумаг.

Исследования финансовых рынков США показали, что на них есть четкие инварианты. Сегодняшняя информация какое-то время влияет на будущее по затухающей кривой и, по статистике, приблизительно через 48 месяцев память о событии теряется. В среднем, рыночные показатели, отстоящие на 42 и более месяцев, не соотносятся и не коррелируют. Причем в системе имеется шум для периодов короче 20 дней, то есть тренды плохо различимы в этих пределах.

Фрактальная структура рынков в результате порождает тренды, непериодические циклы и много «справедливых цен». Кроме того, нелинейные системы склонны к внезапным драматическим переменам. В нормальном распределении изменения имеют место при накоплении значительного количества событий. Большие изменения могут быть разрывными и внезапными. Редкие резкие перемены вызываются изменением периода колебаний, что порождает новые фрактальные последовательности (с новой размерностью).

Теория хаоса позволяет измерить динамику неопределенности и найти порядок ее нерегулярности. Она свидетельствует, каким сложным может быть поведение, заключенное в простых детерминистических уравнениях. Она показывает нам порядок в природе, но

предупреждает, что мы живем рядом с неопределенностью. Теория хаоса говорит, что рынки не эффективны, но при этом предсказуемы.

Человечество много лет находилось под обаянием ньютоновской физики, основанной на линейных отношениях и предполагающей, что:

- каждая причина имеет прямое следствие;
- все системы стремятся к равновесию;
- природа упорядочена.

Наши представления об отношениях между людьми, физике мира и экономических законах зиждутся на этих правилах, применимых только при очень жестких ограничениях, которые невозможны в реальном мире. Нам нужно было объяснение мира, и мы его придумали. Оно работает, но ошибки накапливались очень долго, и сегодня наступили критические дни. Из-за того, что по достижении некоторой точки память о событии теряется, многое из того, что определяло наше предшествующее развитие, уже невозможно восстановить. Мы не можем размотать систему так, чтобы найти исходную точку.

Мир являет нам многообразие динамических систем, зависящих от начальных условий и непредсказуемых в долгосрочной перспективе из-за накопления ошибок обратной связи: выходные данные системы подаются на вход и так до бесконечности. Подобным образом мы воспитываем наших детей, развиваем науку, строим экономику и политику.

Кроме того, нелинейные системы, в коих мы живем, имеют критические уровни, когда «вдруг» соломинка, положенная на спину перегруженного верблюда, «ломает» ее или последняя капля переполняет чашу терпения супруга. И еще нелинейные системы имеют дробные фрактальные размерности и заполняют пространство по своим нелинейным законам подобия. Единственного решения в нелинейных системах нет, зато часто есть бесконечное множество решений, заключенных в ограниченной части пространства.

Выделяют три класса нелинейных систем, важных для описания экономики и прочих реальных процессов. Каждый из них имеет собственный тип аттрактора (область решений):

- «Точечный аттрактор». Пример такой системы – качающийся маятник, который сила трения со временем останавливает в одной точке. Система «притягивается» (attract – английское слово, обозначающее «притягивать») к начальной точке равновесия.
- «Предельный цикл». Предположим, что трения нет. Тогда маятник будет вечно колебаться и представлять собой регулярную периодическую систему. Эконометрика рассматривает экономические системы как равновесные (с точечным аттрактором) или колеблющиеся вокруг точки равновесия (с предельным циклом). Эмпирически такой взгляд не подтверждается. Экономические ряды характеризуются непериодическими циклами, типичными для нелинейных систем
- «Странный аттрактор». Если мы случайно изменяем сообщаемую маятнику энергию через равные временные промежутки, то результирующее движение будет различным и непериодическим. Однако оно ограничено максимальной амплитудой маятника и законами физики (сила тяготения и пр.). Результатом такого движения является хаотический, или странный аттрактор (Мандельброт назвал его «фрактальным»). Странные аттракторы заключают в себе ряд возможностей, при которых равновесие становится ограниченной областью с бесконечным множеством решений в пространстве. Есть разные формы совместной жизни мужчины, женщины и ребенка; все это виды равновесий, называемых «семья». Многочисленные человеческие сообщества зарабатывают деньги производством и продажей услуг или товаров, но все юридические лица такого рода именуются фирмами. Системы притягиваются к формам, которые являются их воистину «странными аттракторами».

При этом большинство хаотических, естественных аттракторов – это случайные (нерегулярные) фракталы. Уравнения, описывающие реальные процессы, имеют плавающие параметры, потому что мы не способны поддерживать постоянство управляющих параметров. Поэтому такие системы часто переходят от точечного аттрактора к предельному циклу или даже сразу к странным аттракторам.

Кроме этого, потеря нелинейной системой памяти о событии по истечении некоторого времени с момента события, делает наши прогнозы зависимыми от четкого понимания того, где мы находимся, поскольку о событии, которое повлияло на процесс, мы уже забыли. Для оценки текущей ситуации в нелинейной теории были введены показатели Ляпунова: положительный показатель дает информацию о том, насколько быстро разбегаются близлежащие точки, отрицательный – как долго система восстанавливается после испытанного ею возмущения. Показатели Ляпунова позволяют классифицировать аттракторы:

- Точечный аттрактор характеризуется тремя отрицательными показателями $(-, -, -)$ по всем трем осям пространства: процесс сходится к точке.
- Трехмерный предельный цикл имеет два отрицательных показателя и один равный нулю $(0, -, -)$: предельные циклы имеют две размерности, конвергирующие одна в другую, – и одну размерность, в которой нет изменений.
- Трехмерные странные аттракторы характеризуются показателем $(+, 0, -)$. То есть они в значительной степени зависимы от начальных условий $(+)$ и имеют тенденцию сильно менять будущее поведение при малых изменениях начальных условий. Отрицательный показатель заставляет дивергирующие точки оставаться в области аттрактора. В случае странного аттрактора равновесие определяется тем, как далеко могут удалиться значения, прежде чем вернуться к умеренным пределам аттрактивной области. Одно из возможных объяснений странного аттрактора на рынках капитала объясняется тем, что напряжение порождается психологическими или техническими факторами, но истинная стоимость возвращает цены в разумный диапазон.

Теперь, наконец, надо сказать, что мы можем твердо оценить надежность только такой системы, уравнения движения которой нам известны. В реальности мы никогда не знаем всех переменных, с определенностью включенных в систему, и опираемся только на неполные экспериментальные данные и нечеткий эмпирический анализ. В экономических временных рядах, подобных ценам фондового рынка, кроме всего перечисленного выше, еще и смешиваются устойчивые и турбулентные состояния. Ну и, конечно, рынки подвергаются влиянию плохо измеряемых сил.

Согласно исследованиям, финансовые рынки США, Англии и Германии имеют фрактальную размерность между 2 и 3. Японский рынок более сложен и обладает фрактальной размерностью 3,05. Это значит, что для описания первых трех рынков достаточно 3-х переменных, а японский нужно моделировать в четырехмерном пространстве. Ожидания рынка определяют степень его разогретости, а ценности рынка – пределы аттрактора. Это первые две переменные. Рыночная ликвидность акций, видимо, представляет собой третью переменную, определяющую нелинейную динамику рынка.

Рынок есть сложная динамическая система, которая развивается, чтобы выжить. Неопределенность и сложность факторов, ее определяющих, позволяет ей не быть скупленной одним инвестором, после чего она перестала бы существовать. Так что надо отдать должное рынку как организму – он преуспевает в борьбе за выживание. Его задача – обеспечить ликвидность акций, а вовсе не в том, чтобы установить справедливые цены или гарантировать стабильность некой торговой системы. Как и у любой нелинейной системы, все циклы рынка сходны в глобальных характеристиках и отличны в деталях. Например, любой бычий (тенденция курса к повышению) или медвежий (тенденция к понижению) рынок состоит из падающих и растущих цен на протяжении подъема и спада бизнес-цикла. Однако причины и обстоятельства этих колебаний индивидуальны у каждого цикла. Поэтому важно понимать, что рыночный аттрактор связан со своеобразием бизнес-цикла, а не с торговлей как таковой.

Для инвесторов это означает, что всегда есть возможности для извлечения прибыли, но нет системы, которая могла бы это гарантировать. Такова жизнь.

Гипотеза когерентного поведения рынка: несовершенный намек на понимание динамики рынка

Поведенческие финансы на практике изучали, как инвесторы принимают решения. В этой отрасли много практических данных. Нечеткая логика математически моделирует принятие решений – на этой теории построено много успешных технических, экономических и прочих систем. Гипотеза когерентного рынка Веге количественно описывает все эффективные (включая не используемые) и неэффективные (но распространенные) психологические модели поведения человеческих групп на рынках. У гипотезы Веге нет эмпирического подтверждения, но она настолько красива, что ее стоит описать хотя бы для того, чтобы иметь хоть какую-то гипотезу.

Итак, гипотеза Веге предполагает, что вероятностное распределение изменений рынка во времени базируется на его фундаментальных экономических условиях и определенных настроениях, или «групповом сознании». Предположение это более чем резонно: нами управляет коллективное бессознательное, явленное в каждом человеке в уникальных индивидуальных формах, и законы экономического взаимодействия, на которые коллективное бессознательное влияет, но не определяет их, ибо законы эти имеют собственную, рыночную природу.

Рынок может пребывать в четырех различных состояниях:

- случайные блуждания, когда инвесторы действуют действительно независимо друг от друга и информация быстро отражается на ценах;
- переходные рынки: по мере возрастания «коллективного сознания» смещение в настроениях инвесторов может быть причиной продолжительного действия информации;
- хаотические рынки: настроения инвесторов быстро распространяются в групповом сознании, но фундаментальные условия нейтральны или неопределенны. В результате могут происходить широкие колебания в групповых настроениях и величинах цен;
- когерентные рынки: мощные позитивные (негативные) фундаментальные факторы в комбинации с сильными инвесторскими настроениями могут порождать когерентные рынки, в которых тренд становится отчетливо положительным (отрицательным), а риск очевидно низким (высоким).

Когерентные системы проверены на множестве естественных процессов, имеющих большое число степеней свободы, которые объединяют в группу «параметров порядка». Параметры порядка суммируют внешнее воздействие на систему, а флуктуации в них определяют состояние системы. Пример параметра порядка – это температура: она суммирует все природные явления. Веге взял за основу теорию социальной имитации, разработанную Калланом и Шапиро для моделирования поляризации общественного мнения. Их модель, в свою очередь, является развитием модели Изинга, описывающей когерентное молекулярное поведение намагниченного бруска железа. Красота математических моделей в том, что они улавливают фундаментальные законы мира, отражающиеся и в физических, и в социальных, и в биологических, и в экономических процессах.

Модель Изинга описывает системы, в которых могут быть корреляции между компонентами системы, подверженные влиянию внешних сил: сочетание уровня корреляции и силы внешних влияний определяет состояние системы. Так, например, взаимодействие социальных групп подобно поведению птичьих стай и рыбьих косяков: люди следуют инстинктам, обстоятельствам, диктату моды и прихотям. Есть три варианта, соответствующие типам аттракторов:

- Когда в общественном мнении нет консенсуса, индивиды реагируют независимо друг от друга (странный аттрактор).
- В определенных ситуациях, например, в момент опасности для нации или экстаза на концерте рок-группы, у людей могут возникнуть согласованные чувства и реакции (точный аттрактор).

- Люди разделяются на два оппозиционных лагеря, в результате чего наступает социальный хаос, понимаемый не как анархия, а как нелинейный процесс (предельный цикл). Надо сказать, что третья модель реализована в политической жизни всех развитых стран, где есть 2 лагеря – левый и правый, – объединяющих основные партии и движения и определяющих динамику политической жизни, раз в 4 года возмущаемой выборами.

В экономике аналогом общественного мнения является рыночное настроение инвесторов, а внешней силой – экономические условия рынка. Выбор «риск или прибыль» на рынке становится функцией рыночного настроения и фундаментальных экономических условий. В зависимости от степеней свободы, то есть числа участников рынка и показателей их поведения, а также фундаментальных смещений рынка происходит переход:

- От блуждания, когда случайные силы, смещающие ситуацию, быстро ослабевают, и система возвращается в исходную точку. Информация быстро обесценивается рынком.
- Через неустойчивый переход, когда ситуация сдвигается в одном направлении до тех пор, пока не начнет действовать новая сила. Информация воспринимается, и тренды сохраняются до тех пор, пока новая информация их не изменит.
- К хаотическому рынку с небольшой игрой на повышение (понижение), когда информация может привести к радикальным переменам динамики. Высокий показатель солидарного поведения толпы и отсутствие фундаментальной информации приводят к тому, что слухи или неверно истолкованные данные могут стать причиной паники, так как инвесторы отслеживают поведение друг друга, обеспечивая лавинообразное движение. В случае позитивно окрашенного слуха инвесторы могут все вместе игнорировать безосновательность этой информации, двигаясь в сторону, противоположную реальной оценке ситуации.
- Однако реальный сдвиг в фундаментальных условиях рынка может существенно изменить ситуацию и привести к когерентному рынку с сильной игрой на повышение (понижение), когда вероятность потерь невелика, отрицательная информация имеет более слабый эффект, чем положительная и возникает внятный тренд на повышение. Аналогично при внятном тренде на понижение негативная информация становится сильнее позитивной, и для понимающих динамику инвесторов риск также невелик. Когерентные медвежьи рынки встречаются на практике гораздо реже бычьих.

Неудобство модели Вега состоит в том, что мы никогда точно не знаем ни рыночных настроений, ни фундаментальных экономических условий, и поэтому такую модель крайне сложно применить к реальности. Рынок часто пребывает в состоянии неустойчивого перехода, не проявляя когерентности или случайных блужданий – по крайней мере, не проявляя настолько явно, чтобы мы могли их вычислить и построить на них прогноз. Однако гипотеза Вега позволяет начать формировать представление о возможных классификациях состояний и поведения рынка. В отсутствие иных внятных описаний рыночной динамики это большой вклад. При переходе от линейной картины мира к нелинейной уже само освоение новых понятий и подходов позволяет изменить способ мышления и дает шанс создать более совершенную и эмпирически эффективную теорию.

PS 2017 года

Как известно, хорошая наука в стране получается при хорошей политике и экономике, порождающим грамотную сквозную инновационную систему образования и востребующим научные исследования фундаментального и прикладного характера, полезные для креативного глобально консервативного развития страны и системного интегративного роста продуктивных мощностей (а не просто вложенных денег) и реальной привлекательности ее международного бренда. Думаю, «Группа 1 июля», состоящая из первоклассных ученых, которые понимают, как надо реформировать науку на пользу стране, может конструктивно обсудить с государством и инвесторами (интер)национальные перспективы своих безусловно

научных и научно-практически обоснованных стратегий развития РАН (<http://www.1julyclub.org/Node/141>) в полном согласии с новым президентом РАН.

Фундаментальная наука вообще должна быть самоуправляемой, ибо ее эксперты входят в ее же состав, а посторонним ей людям современные фундаментальные глубины оценивать сложно – компетентности не хватает. Но я бы ввела в РАН инновационную позицию – государственного оппонента в лице Михаила Ковальчука, которого академики по понятным причинам не хотят видеть своим начальником, ибо он по складу своему ученый-коммуникатор с государством, а не ученый-руководитель академиков, но который по той же причине нужен Президенту для стратегических государственных задач, можно поставить государственным оппонентом РАН, чтобы Академия через него понятным народу, власти и заинтересованным СМИ языком продавала свои программы развития российской науки на благо страны. Кстати, подключение Интернет-копий выступлений и публикаций по этим вопросам в СМИ позволит сделать дискуссию доступной всем желающим содействовать российской науке словом и делом. Таким образом и демократия будет соблюдена, и баланс интересов государства и науки сложится.

Ибо, конечно, без брендового «лица необщего выраженья» в рамках сотрудничества с международной научной мыслью российская наука обречена оставаться провинциальной, даже при крупных вложениях государства в отдельные экономически или политически перспективные научные проекты. Посему я предлагаю наладить инвестиционно продуктивную систему управления наукой с учетом краткосрочной и долгосрочной перспектив нашего входа в общемировую Четвертую индустриальную революцию (<https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond>) на базе и свыше мировых задач устойчивого развития (<http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals>).

Лично я, как математик, выпусктившийся с дипломом по непрерывным преобразованиям, которыми всю жизнь и занимаюсь, верю в способности специалиста по нелинейной динамике и физике плазмы. У моей идеи креативного глобального консервативного взлета России (<https://www.goodplanetpoem.org/solutions>) с Сергеевым много общего. Надеюсь, нам доведется посотрудничать на благо креативной глобально консервативной трансформации России на всеобщее благо.

Удачи Вам на посту главы РАН, Александр Михайлович!