

ПРИНЯТИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ: МАССОВЫЕ ДВИЖЕНИЯ, КООРДИНАЦИЯ ДЕЙСТВИЙ И ПОДРАЖАТЕЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ

Г.Г. Горвиц

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

Россия, 117997, Москва, Профсоюзная ул., д. 65

E-mail: galina.gorvits@gmail.com

Рассматриваются некоторые аспекты индивидуального выбора фактора в модели социальной сети, описывающей массовое поведение. В докладе рассматриваются некоторые формы взаимодействия между стратегиями «информированного» инвестора, сталкивающегося с различными структурами корпоративного управления, и «неинформированных» инвесторов. Предложен формальный критерий, следуя которому «информированный» влиятельный инвестор может в некоторых ситуациях с выгодой для себя изменить стратегию.

DECISION-MAKING: INDIVIDUAL CHOICE, MASS BEHAVIOR AND THE PROBLEM OF COORDINATION OF ACTIONS / G.G.Gorvits (Institute of Control Sciences of RAS, 65 Profsoyuznaya st., Moscow, 117997, Russia). Some aspects of individual choice of an actor in a model of a social network describing mass behavior are considered. The report describes interactions between different strategies of an "informed" investor facing various structures of corporate governance and strategies of "uninformed" investors within the social network. The formal criterion is offered, following which the "informed" influential investors can decide when it may be reasonable to change their strategies.

Введение.

В докладе рассматриваются некоторые аспекты индивидуального выбора

- в условиях согласованного поведения малых групп акторов;
- в условиях деятельности множества акторов, объединенных единой целью, но имеющих зачастую противоречивые интересы; предполагается, что социальная сеть в этом случае имеет четкую и известную всем акторам структуру;
- в условиях деятельности очень больших групп людей, связанных множеством разнообразных социальных сетей, не всегда осознаваемых акторами.

Согласованное поведение чаще всего встречается у относительно небольших групп акторов. Иная ситуация складывается, когда агентов становится много, и им чрезвычайно трудно установить между собой широкую сеть взаимных контактов.

Массовые движения возникают не только в революциях и религиозных движениях, но и в сфере экономики и финансов и в других областях. В массовое движение актор вовлекается, когда не знает, как реагировать на возникшие риски; чаще всего в этих условиях он теряет уверенность в своих оценках и стремится поступать «как все», игнорируя получаемую лично им информацию.

Как в моделях согласованного поведения при принятии решений, так и в моделях, изучающих подражательное поведение, предполагается, что альтернативы, из которых предстоит выбирать индивиду, заданы, и индивид вполне осознает критерии выбора. Ему понятна цель, но не всегда ясны пути ее достижения.

Трудности при осуществлении выбора связаны, прежде всего, с ограниченностью индивидуального знания. Большая часть человеческих знаний носит неявный характер,

воплощаясь в разнообразных практических навыках, умениях и привычках. Отдельный человек бесконечно зависим от знаний, имеющихся у других; по сравнению с общим массивом информации его индивидуальные познания ничтожно малы. Если речь идет об узком круге компетентных людей, перед принятием решения актер может их опросить и затем использовать результат опроса. Очень часто такой информации недостаточно с точки зрения того, кому предстоит принять решение. Осознавая ограниченность собственных знаний, субъект пытается использовать по мере возможностей знания и опыт других людей и при этом, как правило, больше доверяет *действиям* других агентов, чем аргументам и свидетельствам. Ему важно понять, идут ли люди по улице под зонтами, вкладывают ли люди деньги в определенные акции, какова нынешняя мода на одежду, на музыку, на лекарства и методы лечения и т.д.

Зачастую при принятии решения в условиях высокой конкуренции бизнесмену надо учесть слишком много факторов за весьма ограниченное время, и этого времени не хватает, чтобы самостоятельно провести анализ ситуации.

В моделях, описывающих массовое поведение, рациональность обычно понимается как рациональность с точки зрения субъекта действия. При этом существенно, что принцип так называемой рациональности действий – это гипотеза о поведении, используемая в моделях, а не обязательное свойство субъекта.

В рассматриваемом в работе сценарии «обучение путем наблюдения за действиями других заинтересованных лиц» актер может «видеть» действия других людей, но он не получает от них никакой другой информации, не воспринимает исходящих сигналов, даже если такие сигналы существуют. Понятие (рациональная) *толпа* (rational herd) используется в тех случаях, когда речь идет о достаточно большом числе акторов, действия которых в процессе индивидуального выбора все более походят друг на друга. *Каскад* (cascade) – это частный случай модели «толпы», когда информация, содержащаяся в предшествующей истории, не воспринимается должным образом (что можно трактовать, как неудачу социального обучения). В подобных ситуациях актеры перестают принимать во внимание получаемые сигналы и предпочитают имитировать, считая их рациональными, решения, принятые ранее другими людьми. Если возник каскад, можно говорить, что имеет место толпа, обратное утверждение неверно.

Известно, что в некоторых ситуациях при работе на финансовом рынке трейдеру выгоднее быть в меньшинстве. Если в силу каких-либо причин общественные представления кажутся актеру более значимыми, чем его индивидуальное мнение, он присоединяется к общественному мнению, поступает так же, как его «предшественники». При этом социальное обучение утрачивает эффективность. В специфической ситуации «религиозификации» (religification) практическая цель для многих акторов просто превращается в священное дело.

В модели социального поведения, основанной на понятии «информационный каскад», нет объекта управления, не может быть «управляющего центра». По предположению, имеется лишь множество субъектов социального (без «учителя») обучения.

Различия в исходной структуре предпочтений акторов и конкуренция между независимыми источниками информации способствуют агрегирования информации на уровне индивидуальных акторов и снижают вероятность формирования каскада.

Иная ситуация складывается в случае возможности сравнения слишком ограниченного числа доступных альтернатив - социальное обучение оказывается менее эффективным. В сложившейся теории децентрализованных взаимодействий информационный каскад может определять переход от одного равновесия к другому. При этом во многих случаях неизбежно возникает вопрос о нормативной оценке равновесий («хорошие» или «плохие» равновесия, складываются в результате коллективных действий). Примером могут служить цены, порождаемые рыночными «пузырями», изменение равновесия между стратегическими инвесторами в результате активности некоторых собственников при проведении акционерного собрания, политические изменения под влиянием общественных движений.

Действия самых различных «выделяющихся» субъектов - более активных, более дальновидных, более разумных, более богатых, более тревожных, более добросовестных - *могут* порождать лавинообразное увеличение числа последователей, например, фанатов, желающих пройти вакцинацию вслед за кинозвездой. Незначительные изменения в социальном статусе и престижности отдельных действующих лиц могут привести к значительным изменениям в складывающихся конечных результатах.

Примером неэффективного подражания может служить «сброс» акций членами трудовых коллективов в начале процесса приватизации. Неэффективным оказывается подражание финансовым операциям Сороса, известного своими успехами на финансовых рынках, даже в том случае, когда его операции убыточны. Паника банковских вкладчиков, вызванная крушением одного банка, хотя остальные банки работают нормально, может привести к большим убыткам.

Общество должно понимать, каковы механизмы подобного социального обучения, особенно если обучение ведет к нежелательным для общества результатам, и при необходимости вмешиваться в процесс, например, влияя через социальные сети.

Социологов, экономистов, обществоведов интересуют как механизм формирования подражательного поведения, так и причины хрупкости этого процесса. Большой интерес представляют условия, при которых сравнительно малые шоки могут приводить к серьезным изменениям в политической, экономической сферах.

1. Рациональность поведения.

В рассматриваемых ниже моделях предполагается, что большинство акторов мыслят рационально и что поведение рационального агента характеризуется последовательностью и устойчивостью. «Шумовые» агенты могут поддаваться панике.

В повседневной жизни под рациональностью понимают, обычно, «здравый смысл», то есть следование совокупности правил и норм, принятых в рамках социума. Таким образом, рациональность устанавливает определенные «правила игры». Рациональность, понимаемая как «здравый смысл», возможно, уместна при изучении систем, где поведенческие особенности индивидов не играют роли. Предположение, что большие группы автономных агентов способны с единой точки зрения проранжировать свои предпочтения, противоречит тому, что известно о различиях в стилях потребления, привычках, склонности к подражанию, динамике творческой интуиции и даже в снобизме.

Для экономиста рациональность – выбор в соответствии с полной, транзитивной структурой предпочтений при наличии совершенной и полученной бесплатно информации. «Рациональное поведение означает действия, которые имеют веские причины и предпринимаются на основе максимально доступной информации» [1, стр. 348]. Однако у разных агентов могут быть различны «веские причины» и различна «максимально доступная информация».

В сфере экономической жизни особенно очевидно, что процесс принятия индивидуального решения зависит от отношения игрока к риску. Эта теория разработана в классической работе Эрроу [2].

В моделях массового поведения рациональность понимается как рациональность с точки зрения субъекта действия, она предполагает рефлексивность. Своими решениями актер «транслирует» информацию остальным агентам.

По определению [3] *рациональное социальное обучение* – это Байесовское обучение состоянию природы (общества), то есть процесс, когда общественные ожидания (общее мнение) сходятся к некоторому пределу. Чем больше множество вариантов, из которого агент выбирает действие, тем полнее через действия передается социально значимая информация и тем эффективнее социальное обучение.

2. Принятие решений при координации действий.

Если агент вносит свой вклад в «доход» других, это создает положительные экстерналии. При наличии положительных экстерналий полезность агента i для остальных игроков возрастает при активности этих игроков. Необходимость в координации может возникнуть в ситуации выбора: левое или правое движение в стране, технические стандарты и т.д. Рассмотрим простой пример [4]. Имеется некоторое фиксированное число акторов. Они могут объединять свои усилия. Доход i -го агента равен q_i , он зависит от собственных усилий игрока e_i и от усилий других игроков, обозначим их e_{-i} . Пусть $q_i = e_i \bar{e}_{-i}$, где \bar{e}_{-i} - среднее значение усилий по всем остальным игрокам, $c_i(e)$ - цена усилия агента i , $c_i(e) = \theta_i e_i^3 / 3$, θ_i - численный коэффициент, характеризующий агента i , $\alpha_i > 1$ - мера выпуклости функции оценки усилий. Индивидуальная полезность u_i определяется, как разность между доходом и затратами на индивидуальные усилия. Пусть имеются два равноценных игрока: $\theta_1 = \theta_2 = \theta$, $\alpha_1 = \alpha_2 = 3$. Тогда $u_1 = e_1 e_2 - \theta e_1^3 / 3$, $u_2 = e_1 e_2 - \theta e_2^3 / 3$. В точке равновесия $\partial u_1 / \partial e_1 = 0$. Тогда $e_1^*(e_2) = \sqrt{e_2 / \theta}$, $e_2^*(e_1) = \sqrt{e_1 / \theta}$, где e_i^* - оптимальное значение усилий i -го агента.

Возможны две точки равновесия: $e_1^* = e_2^* = 0$, $e_1^* = e_2^* = 1/\theta$. Достигается ли социальный оптимум во второй точке? Игроки не принимали во внимание положительные экстерналии от собственных усилий на усилия оппонента. С социальной точки зрения следовало бы максимизировать общую функцию полезности: $u = 2e^2 - 2\theta e^3 / 3$, $u' = 4e - 2\theta e^2$, тогда $e^{**} = 2/\theta$, и это в 2 раза выше, чем в случае независимых действий игроков. Следовательно, доход отдельного игрока стал в 4 раза выше. Однако социальный оптимум не стал точкой равновесия. Чтобы сблизить эти две точки с помощью коммуникаций, необходимы предварительные усилия перед принятием решений, необходима координация. Примером этого может служить взаимодействие работника рекламы и его заказчика.

3. Координация действий при построении структуры корпоративного контроля.

Число акционеров крупной компании может достигать многих тысяч. Все они заинтересованы в финансовых успехах компании, но их представления о средствах достижения цели могут различаться в значительной степени. Одним из средств, позволяющих анализировать взаимовлияния агентов во время выбора стратегии управления, может служить аппарат, разработанный Шепли [5] для коалиционных игр. Деятельность акционеров рассматривается, как игра. Для случая, когда игроки имеют возможность образовывать коалиции, американским математиком Шепли предложен метод определения «силы» коалиции по сравнению с другими коалициями в рамках заданной коалиционной игры. Метод используется при анализе «силы» различных стран при голосовании в ООН, «силы» фракций при голосовании в парламенте и т.д.

Рассмотрим задачу корпоративного управления, описанную с помощью «чисел Шепли». Пусть имеются два главных игрока и «океан» мелких акционеров: w_1 - пакет акций (доля в общем пакете), принадлежащий самому мощному акционеру, w_2 - пакет акций, принадлежащий следующему по размеру пакета акционеру, α - доля в общем пакете, приходящаяся на «океан» мелких акционеров.

Рассмотрим типичный для практики случай, когда ни один акционер не может рассчитывать на единоличную победу. Дана игра $[0.5; w_1, w_2; \alpha]$, $w_1 < 0.5$, $w_2 < 0.5$, $\alpha > 0.5$,

где 0.5 – квота, необходимая для победы при голосовании. Тогда $\varphi_1 = \frac{w_1}{\alpha} - \frac{w_1 w_2}{\alpha^2}$, $\varphi_2 = \frac{w_2}{\alpha} - \frac{w_1 w_2}{\alpha^2}$, $\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{w_1 + w_2}{\alpha} - \frac{2w_1 w_2}{\alpha^2}$, где φ_i – «сила» i -го акционера, измеренная с помощью чисел Шепли. Предположим, что главным игрокам удалось согласовать свои интересы, и они объединились. Пусть по-прежнему $\alpha > 0.5$, тогда $w = w_1 + w_2 < 0.5$. Игра имеет вид $[0.5; w; \alpha]$, $\varphi_1 = \frac{w}{\alpha}$.

Сравним мощности акционеров до объединения и после.

$\frac{w}{\alpha} - \left[\frac{w_1 + w_2}{\alpha} - \frac{2w_1 w_2}{\alpha^2} \right] = \frac{2w_1 w_2}{\alpha^2} > 0$. Таким образом, главные игроки заинтересованы в объединении (если только их интересы непротиворечивы).

Рассмотрим следующие зависимости:

$$\frac{\partial \varphi_1}{\partial w_2} = -\frac{w_1}{\alpha^2}, \quad \frac{\partial \varphi_1}{\partial \alpha} = -\frac{w_1}{\alpha^2} + \frac{2w_1 w_2}{\alpha^3}.$$

Если к пакету второго игрока добавилось δ процентов акций, а от «океана» столько же убавило, то $\varphi_1(w_2 + \delta, \alpha - \delta) - \varphi_1(w_2, \alpha) = -\frac{2w_1 w_2}{\alpha^3} \delta + O(\delta^2)$.

Это означает, что если акции текут от «океана» ко второму игроку, то сила первого игрока уменьшается, хотя его пакет акций и равенство $w_1 + w_2 + \alpha = 1$ сохраняются.

Игра – слабый главный инвестор и обширный «океан» – характерна для ситуации после приватизации, когда большая часть акций находится у трудового коллектива. Можно показать, что чем мощнее «океан», тем слабее главный игрок. На практике результат голосования зависит от способности «океана» организовать и повлиять на ситуацию. Большую помощь при этом могут оказать разнообразные социальные сети. Обычно в экономических задачах полагают, что квота $c = 0.5$. При изучении массовых движений интересно рассмотреть игру с произвольным значением квоты, здесь она может рассматриваться как «цена игры». Тогда $\varphi_1 = (2cw_2 - w_2^2 - 2w_1 w_2)/(2\alpha^2)$. Таким образом, чем больше квота, чем выше «цена игры», тем больше коэффициент, определяющий силу первого главного игрока, и тем привлекательнее союз с ним, подражание ему.

4. Принятие решений путем подражательного поведения.

Согласованное поведение чаще всего встречается у относительно небольших групп акторов. В корпоративном управлении одной компанией может быть заинтересовано множество акционеров. С теми или иными затратами времени и денег они могут образовывать коалиции. Иная ситуация складывается, когда агентов становится очень много и для отдельного актора установить связь со всеми просто невозможно.

Рассмотрим один из возможных сценариев процесса принятия решений в этом случае. Предполагается, что субъект принимает решение, располагая собственной информацией и информацией, полученной некоторым образом от предшественников, что необходимо актору для правильной оценки рисков.

В сценарии «обучение путем наблюдения за действиями других заинтересованных лиц» субъект может видеть действия других людей, но он не получает от них никакой другой информации, «не видит» исходящих от них сигналов, даже если такие сигналы существуют.

Попадая в зону сильной неопределенности, индивиды зачастую ждут от других подтверждения правильности своих решений, хотят разделить с ними риск и ответственность [6].

Предположим, некоторый агент должен принять решение совершить некоторое действие или отказаться от действия. Пусть выгода от совершения действия $V=1$. При отказе от действия $V=0$. Если нет дополнительной информации, оба решения кажутся агенту одинаково разумными. Собственный сигнал S , который получает индивид из внешнего мира, принимает два значения: H (*high*) и L (*low*). Решения игрока можно описать следующим образом.

$P(S=H)=p$, $p>0.5$, если $V=1$ (актер склоняется к адаптации, к принятию положительного решения, если, как он полагает, доход в результате адаптации положителен), $P(S=L)=1-p$, если $V=0$. Здесь $P(*)$ - субъективная вероятность актора.

Предполагается, что сигналы всех агентов независимы и распределены одинаково. Очевидно, что апостериорная вероятность правильного действия зависит не только от поступившего сигнала, но и от информации, полученной от действий предшественников. Все прошлые действия общеизвестны, знания о них аккумулируются. Со временем общественное мнение по данному конкретному вопросу становится все более обоснованным и единодушным, все более соответствует правильному выбору, поскольку информация, полученная различными акторами из различных источников, создает достаточно полную картину.

Однако действия агентов могут сходиться к одинаковому неверному решению, то есть к выбору с более низким «платежом». Неверный выбор небольшой группы агентов может повлечь за собою ошибочное решение всех последующих субъектов.

Пусть первый агент (A) принимает положительное решение. Его действие $D_A=1$, если, как он полагает, $S_A=H$. Агент отказывается от положительного решения, $D_A=0$, если $S_A=L$. Все последующие агенты могут составить свое представление о сигнале S_A по действиям агента A . Последовательность агентов определена и общеизвестна. Второго агента обозначим B . Сигнал S_A ему неизвестен.

$D_B=1$, если $S_B=H$ и $D_A=1$.

$D_B=0$ или $D_B=1$ с вероятностью $p=0.5$, если $S_B=L$ и $D_A=1$.

Третьего агента обозначим C . Даже если $S_C=L$, этот агент, глядя на агентов A и B , может принять решение $D_C=1$, если $D_A=D_B=1$. На основании действия A этот агент полагает, что $S_A=H$ и что достаточно велика вероятность того, что $S_B=H$.

Таким образом, решение $D_C=1$ не добавляет содержательной информации к действиям предшествующих агентов. Его действие породило информационный каскад, так как оно зависит не от полученного им сигнала, а от действий предшественников. Каждый последующий агент, принимающий во внимание действия A , B , C , на самом деле ориентируется только на действия A и B , а действие D_C неинформативно. Возникает «up cascade». Аналогично, если $D_A=D_B=0$ и все последующие агенты не адаптируются даже при значении $S=H$, возникает «down cascade».

Если $D_A=1$ и $D_B=0$ (или наоборот), то агент C понимает, что $S_A=H$ и $S_B=L$. В этом случае агент C должен самостоятельно оценить ситуацию, поскольку он попал в положение агента A и должен принять решение с учетом собственного сигнала. Тогда агент D оказывается в ситуации агента B . При соответствующих действиях агентов каскад может начаться несколько позже.

Оптимальное правило принятия решения для агента Z можно свести к следующим действиям [7]. Предположим, d – разница в количестве агентов, принимающих положительное решение, и агентов, отвергающих подобное решение.

Если $d=1$ и $S_Z=H$, то $D_Z=1$,

если $d=1$ и $S_Z=L$, то $D_Z=1$ с вероятностью $p=0.5$ и

$D_z = 0$ с вероятностью $p = 0.5$,

если $d = 0$ и $S_z = H$, то $D_z = 1$,

если $d = 0$ и $S_z = L$, то $D_z = 0$.

Решения для величины $d \leq -1$ симметричны. Рано или поздно величина d примет значение 2, и этот факт запустит *up cascade*.

После того, как возник каскад, новая индивидуальная информация пропадает, а не поступает в общую копилку знаний.

Тип каскада зависит не только от того, как много появилось сигналов H и L , но и от последовательности их появления.

Действие агента информативно для других. Даже если агент считает, что совершит ошибку, полагаясь на собственный сигнал вместо того, чтобы подчиниться каскаду, его действия вносят свой вклад в общую копилку знаний. Подобное поведение некоторого количества агентов могло бы, в конце концов, привести к достаточно точному решению в длительной перспективе.

Известно, что лица с развитой интуицией, которые придают большой вес своему собственному мнению, часто оказываются исключительно полезными обществу. Это же относится к новичкам, которые лишь недавно заинтересовались проблемой, и к «пророкам» - лицам, мыслящим исключительно самостоятельно.

Информационный каскад не длится вечно. Его могут разрушить даже незначительные шоковые воздействия. Например, появление в социальной сети лучше информированных агентов, выступление экспертов, появление новой общедоступной информации, или, наконец, поступление двух информационных сигналов вместо одного. Самое главное – если агент осознал, что включился в информационный каскад, это может побудить его более ответственно отнестись к новой информации.

Если существует множество альтернатив, если выбор шире и богаче, каскады образуются позже и агрегируют больше информации. Если множество альтернатив образует континуум, и субъект в состоянии различать действия своих предшественников, эти действия не сливаются для него в непрерывное множество. И полученная информация может эффективно агрегироваться. Иная ситуация складывается в случае дискретного множества альтернатив, например, голосовать или не голосовать, купить машину этой марки или какой-либо другой и т.д. Как и во многих других ситуациях, дискретизация искажает положительную информацию. Если субъект видит пришедший сигнал через грубый фильтр, социальное обучение чрезвычайно несовершенно и может даже прекратиться.

Социальные психологи утверждают, что люди имитируют действия тех, кого они считают экспертами. Поэтому в военном суде США судьи голосуют в порядке, обратном их рангу. Одновременное, а не поочередное публичное голосование также приводит к более объективным решениям.

Обычно более информированные агенты вступают в игру в первых рядах, поскольку у нет необходимости задерживать принятие решения, чтобы понаблюдать за действиями других акторов.

Другие люди склонны надеяться на *free-riding*, отложить принятие решения, подождать, пока решение другие примут. Они верят, что «более престижные» персоны умеют принимать лучшие решения.

С социальной точки зрения хотелось бы, чтобы более активные акторы оказались в первых рядах, когда общество заинтересовано в образовании каскада, и выходили на арену как можно позднее в противоположном случае, когда влияние активных людей негативно влияет на процессы в обществе.

«Социальная цена» каскада состоит в том, что может потеряться польза от многообразия информации.

Важное практическое значение имеет публичная информация, доступная всем. Обнародование в СМИ и в социальных сетях результатов исследований о вреде курения, о

бессмысленности популярной диеты, об отрицательных последствиях новомодного метода лечения может резко изменить отношение людей к этим феноменам.

5. Бинарная модель социального обучения.

Рассмотрим простейшую модель социального обучения. Предположим, состояние природы можно описать двумя значениями: $\theta \in \{0,1\}$, при этом $P(\theta = 1) = \eta$, $P(S_t = \theta | \theta) = q$, $q > 0.5$. Здесь S_t - сигнал, полученный актором к тому моменту, когда он включается в действие. Набор действий агента $x = \{0,1\}$. Для упрощения изложения полагаем, что речь идет об операциях на финансовом рынке и что субъект рынка должен решить, инвестировать или не инвестировать средства в некоторый проект. Будем называть трейдера, получившего сигнал $S_t = 1$, оптимистом, а трейдера, сигнал которого $S_t = 0$, пессимистом.

Общественные ожидания описываются как $\eta_t = P(\theta = 1 | h_t)$, где $h_t = (x_0, \dots, x_{t-1}, x_t)$ - история действий предшествующих акторов.

Очевидно, что $\eta^- < \eta_t < \eta^+$, где η^- и η^+ - постоянные величины, которые отражают общественные ожидания пессимиста и оптимиста – соответственно.

$$\eta^+ = P(\theta = 1 | S = 1) = P(S = 1 | \theta = 1)P(\theta = 1) / P(S = 1);$$

$$\eta^+ = \eta q / (\eta q + (1 - \eta)(1 - q))$$

$$\eta^+ > \eta \text{ при } q > 0.5.$$

$$\eta^- = \eta(1 - q) / (\eta(1 - q) + (1 - \eta)q)$$

$$\eta^- < \eta < \eta^+$$

Таким образом, оптимист как бы слишком оптимист, а пессимист – слишком пессимист. Оптимист верит, что полученный им хороший сигнал правильно отражает состояние природы, а пессимист верит, что полученный им плохой сигнал адекватен состоянию природы.

Пусть c - это фиксированная цена действия трейдера (например, цена инвестирования). Пессимист инвестирует, если $\eta^- > c$, то есть если $\eta_t > \eta^{**} > c$. (Если $c = 0.5$, $\eta^{**} = q$ - по определению). Если пессимист (агент, получивший плохой сигнал) голосует «за», это означает, что в заданной ситуации оптимист тем более голосует «за». Тогда $x_t = 1$. Следовательно, если $\eta_t > \eta^{**}$, то агент инвестирует при любом сигнале. При выполнении неравенства $\eta_t \leq \eta^{**}$, агент не инвестирует, если его сигнал $S_t = 0$.

Пусть η^* характеризует общественные ожидания и пессимиста, и оптимиста при условии $\eta^+ = c$; $\eta^* < \eta^+$, то есть $\eta^* < c$. Если $\eta_t \leq \eta^*$, агент не инвестирует независимо от своего сигнала. Если $\eta_t > \eta^*$, агент инвестирует, если $S_t = 1$.

Итак, для любых t и η_t

если $\eta^* < \eta_t \leq \eta^{**}$, трейдер t инвестирует тогда и только тогда, когда $S_t = 1$;

если $\eta_t > \eta^{**}$, трейдер t инвестирует при любом собственном сигнале;

если $\eta_t < \eta^*$, трейдер t не инвестирует независимо от значения своего сигнала.

Таким образом, в двух последних случаях агент игнорирует свой сигнал.

Существует положительная вероятность того, что возможен плохой каскад: при плохих обстоятельствах все трейдеры инвестируют, а при хороших обстоятельствах инвестирование может застопориться.

В монографии [3] показано, что, если агент получает бинарный сигнал, к некоторому моменту времени информационный каскад возникает почти наверняка. Вероятность того, что информационный каскад не начнется к моменту t , сходится к нулю как β^t , $0 < \beta^t < 1$.

6. Гауссовская модель социального обучения.

Рассмотрим модель, в которой состояние природы описывается переменной θ . Это случайная величина, распределенная по нормальному закону с параметрами $N(\bar{\theta}, \sigma_\theta^2)$. С точки зрения исследуемой проблемы состояние природы меняется медленно. Переменная θ описывает те грани состояния природы, которые интересуют индивида при решении стоящей перед ним конкретной проблемы.

Предполагается, что время дискретно, и что каждый агент действует только один раз. Это означает, что акторы упорядочены во времени, каждый агент может наблюдать лишь действия своих предшественников, при этом он полагает, что предшественник поступает искренне. Пусть t - номер агента в последовательности.

Агент может наблюдать состояние природы только как случайную величину $S_t = \theta + \varepsilon_t$, где S_t - сигнал, который индивид получает из внешнего мира, а шум может описываться нормальным распределением $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$. Агент использует сигнал S_t , чтобы уточнить свои представления о состоянии природы θ . Однако агент не знает, какую информацию о внешнем мире получили другие акторы, ему известны только их действия. Он получает сигнал h_{t-1} , несущий информацию о реакции других людей, его предшественников, на состояние природы в соответствующие моменты времени.

Агент явно или неявно строит φ_t - прогноз развития событий на интервале $t + \tau_t$, $\tau_t \geq 1$, $\varphi_t = \varphi(S_t, h_{t-1})$. Он пытается принять решение x_t^* , минимизируя критерий $U_t^* = \min_x E f(S_t, \varphi_t, h_{t-1}, x_t)$, описывающий потери.

Действие агента x_t^* вписывается в историю действий предшествующих агентов $h_t = (x_0^*, \dots, x_{t-1}^*, x_t^*)$ и воздействует (или не воздействует) на поступки последующих агентов.

Предположим, функция, описывающая потери агента, имеет вид $U_t(x_t, \theta) = E(x_t - \theta)^2$, где x_t - неявная функция полученного агентом сигнала S_t , сделанного им прогноза и предыстории процесса. Тогда решением является условное математическое ожидание

$$(1) \quad x_t^* = E(\theta).$$

Предполагается, что всем акторам известен вид функции U , но, наблюдая за действиями других агентов, они не знают, насколько реализация x_t близка к величине x_t^* , и какова величина U_t^* . Чем больше набор возможных действий игрока, тем полнее передается полученная им информация.

Обозначим общественные ожидания в момент t как μ_t . Это условное математическое ожидание состояния природы, $\mu_t = E(\theta | h_t)$, при этом пусть $\mu_t \sim N(\mu_t, 1/\rho_t)$. Используя байесовскую формулу для гауссовского распределения [3], получаем

$$(2) \quad \mu_{t+1} = (1 - \alpha_t)\mu_t + \alpha_t S_t, \\ \rho_\varepsilon = 1/\sigma_\varepsilon^2, \alpha_t = \rho_\varepsilon / (\rho_\varepsilon + \rho_t), \quad \rho_{t+1} = \rho_t + \rho_\varepsilon$$

Из (1) следует: агент выбирает действие, представляющее собою условное математическое ожидание θ , поэтому реальное действие агента предлагается [3] описывать следующим образом:

$$x_{t+1} = (1 - \alpha_t)\mu_t + \alpha_t S_t,$$

то есть действие агента представляет собой его оценку общественного мнения. На первый взгляд такое определение действия актора лишает его свободы действия. Между тем агент самостоятельно выбирает коэффициент α_t , подстраиваясь к общественному мнению или отталкиваясь от него. Через выбор α_t и последующее затем действие x_{t+1} раскрывается полученный агентом сигнал s_t и его оценка общественного мнения. Из выражения $\alpha_t = \sigma_\varepsilon^2 / (\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\theta^2)$ следует, что с ростом дисперсии шума в полученном сигнале агент меньше доверяет собственной информации и стремится поступать «как все».

Точность величин, характеризующих общественные ожидания, растет линейно по времени

$$\rho_{t+1} = \rho_0 + (t-1)\rho_\varepsilon$$

Дисперсия оценки θ равна $\sigma_t^2 = 1 / (\rho_0 + t\rho_\varepsilon)$ [3], эта величина сходится к нулю как $1/t$. При $t \rightarrow \infty$ вес частного сигнала $\alpha_t \rightarrow 0$. Следовательно, со временем общественные ожидания меняются все меньше. Если $\sigma_\varepsilon^2 \rightarrow 0$, то есть $\rho_\varepsilon \rightarrow \infty$, то $\alpha_t \rightarrow 1$. Следовательно, при более точном индивидуальном сигнале передается больше информации о состоянии природы.

В рамках рассматриваемой модели новая информация не может уменьшить точность оценки состояния природы, агенты все более стремятся имитировать друг друга, образуя толпу. Это естественно: более длинная история приносит больше информации об окружающей жизни, формируя общественное мнение. Хотя со временем различия между мнениями отдельных агентов стираются, агенты не утрачивают способности самостоятельно мыслить и трезво оценивать полученную информацию. Не все агенты пренебрегают собственными сигналами, многие агенты учитывают их при принятии решений.

В [3] показано: поскольку $\mu_t = E(\mu_{t+1} | h_t)$, μ_t удовлетворяет определению мартингала. Это означает, что в рамках рассматриваемой модели агенты не предвидят систематических ошибок. Там же показано, что μ_t сходится к конечному пределу почти наверное. При байесовском обучении, если субъективное распределение вероятностей сходится, оно должно сходиться к истине.

Агент имеет возможность увеличить точность своего сигнала, введя некоторую плату за нее [3]. Пусть $S_t = \theta + \varepsilon_t$, $\varepsilon_t \sim N(0, 1/q)$, где q - цена сигнала, она определяется возрастающей функцией $c(q)$. Если $c'(q) \geq \gamma > 0$, то с некоторого момента плата за точность становится слишком большой, агент отказывается платить за дополнительную информацию и больше полагается на общественные ожидания. Социальное обучение может остановиться.

Рассмотрим двух игроков A и B , получающих сигналы разной точности. $P(S_A = \theta) = \rho_A$, $P(S_B = \theta) = \rho_B$, $\rho_A > \rho_B$. Естественно, агент A обучается быстрее, чем агент B . Однако со временем предыстория в большей степени влияет на его решения, чем на действия игрока B [7].

В [3] показано: если $S_t \sim N(0, 1/\rho)$, то $Var(\mu_{t+1} | h_t)$ представляет собою возрастающую (убывающую) функцию точности индивидуального сигнала ρ тогда и только тогда, когда ρ меньше (больше), чем критическое значение $\rho^* = \rho_0 / \sqrt{t(t-1)}$. При заданном значении ρ критическое значение времени $t^*(\rho)$ определяется из уравнения $t^*(\rho)(t^*(\rho)-1) = (\rho_0 / \rho)^2$.

При $t < t^*(\rho)$ акторы ведут себя, как склонная к обучению «молодежь», обладающая к тому же способностями. В дальнейшем они становятся как бы пассивными «взрослыми людьми». Таким образом, при заданном значении ρ длина периода обучения стремится к наименьшему значению t , такому, что $t^*(t^*-1) = (\rho_0 / \rho)^2$. В каждый период t существует такое значение ρ^* , которое разделяет агентов с высокой ($\rho > \rho^*$) и низкой ($\rho < \rho^*$) точностью сигнала, причем агенты с высокой точностью находятся во «взрослой» стадии

обучения. У таких агентов дисперсия (как функция от величины ρ) убывает, у агентов в «молодежной» стадии дисперсия возрастает.

9. Игра хорошо информированного стратегического инвестора.

Рассмотрим процесс принятия решений в условиях деятельности множества акторов. Предположим, некий стратегический инвестор вкладывает значительные средства для оценки ситуации на рынке. В [9] показано, что инвестор, стремящийся к успеху, должен затратить по сравнению с соперниками больше средств (в расчете на каждую покупаемую акцию). Средства требуются для исследований, для лоббирования и т.д. Чем больше измерений у пространства цели (например, не только вероятностные оценки цен, но и вероятности появления новых покупателей), тем выше издержки при получении информации, тем больше пропасть между информированным и не информированным трейдером, тем труднее *free – riding*.

Хорошо информированный стратегический инвестор (ХИСИ) может преследовать различные цели. Одна возможная цель – скупить достаточно большой пакет акций некоторой компании, чтобы обеспечить контроль над ее деятельностью, реализовать свои новаторские идеи.

ХИСИ может ставить другую цель. Он знает, что его деятельность породит массовую закупку тех же акций. Другие стратегические инвесторы последуют его примеру, и цены на акции возрастут. В нужный момент ХИСИ продаст свои акции, что даст ему значительную прибыль.

Рассмотрим задачу, которая возникает, если ХИСИ стремится к корпоративному контролю [10]. Задачу можно свести к океанической игре

$[c; w_0, w_1, \dots, w_i, \dots, w_n; \alpha]$, где c - мажоритарная квота,

w_0 - доля пакета акций, принадлежащих ХИСИ, $w_0 > w_i \quad \forall i > 0$,

w_i - пакет i -го (стратегического) инвестора, обычно $n = 10 - 15$,

α - доля совокупности акций, принадлежащих множеству мелких акционеров («океану»).

Предположим, ХИСИ закупает акции, и его пакет в некоторый момент времени равен $w_0 + \varepsilon_0$. После покупки дополнительного количества акций пакет i -го стратегического

инвестора равен $w_i + \varepsilon_i$, $\sum_{i=1}^{i=n} \varepsilon_i = \varepsilon$. Таким образом, совокупный пакет стратегических

инвесторов, помимо ХИСИ, равен $\sum_{i=1}^{i=n} w_i + \varepsilon$. Как правило, стратегические инвесторы

покупают акции, обращаясь к «океану» мелких игроков. Достаточно типична ситуация, когда стратегический инвестор – это банк, которому доверили свои акции миноритарные акционеры. Следуя пожеланиям клиентов, банки стремятся проводить осторожную политику и поступать так, как ведет себя большинство на рынке. Покупка тех акций, которые пользуются спросом, позволяет банку, вступая в коалицию, участвовать в корпоративном контроле над перспективной компанией, чьи акции он приобрел. В борьбе за продвижение своего плана реформ инвестор, единолично владеющий большим пакетом w_0 , влиятельнее, чем любой другой стратегический инвестор, поскольку он более привлекателен для образования коалиций. Банки, владельцы пакетов w_i , более консервативны: у банка нет собственного стратегического плана, задача банка – вложить средства клиента.

Выше показано, что если акции перетекают от «океана» мелких акционеров к одному из главных игроков, «сила» другого главного игрока, измеренная с помощью аппарата чисел Шепли, уменьшается, даже если его пакет остается неизменным.

Очевидно, ХИСИ прекратит приобретение акций, если доля его пакета достигла величины $50\%+1$ акция. Это тривиальное, но редко достижимое условие окончания процесса закупок. Другая тривиальная ситуация – истощение ресурсов продавцов акций.

Можно предложить формальный критерий, следуя которому ХИСИ разумно перейти от покупки акций к формированию коалиций. Пусть φ_i , измеренная по Шепли [5] сила акционера. При условии

$$(3) \quad \varphi_0 \cong \sum_{i=1}^{i=n} \varphi_i$$

стратегическим акционерам целесообразно вступать в коалицию с ХИСИ. Выражение (3) не означает, что $w_0 = \sum_{i=1}^{i=n} w_i$. Сила ХИСИ определяется тем, что он может быть «центром кристаллизации» при формировании коалиции [10].

В [11] предложен следующий критерий оценки силы акционера: $R_i = \varphi_i / w_i$. Сравнение R_0 и совокупности R_i может подсказать ХИСИ правильную стратегию.

Возможно, ХИСИ преследует цель – скупить акции, а затем, когда цены на них поднимутся, продать и получить прибыль. Даже если игрок не знает, какое количество акций приобрели соперники, он ориентируется на динамику цены. Задача ХИСИ, оставаясь в меньшинстве, вовремя выйти из игры.

Рассмотрим бинарную модель. Природа (в рассматриваемом случае – состояние рынка акций) описывается двумя значениями $\theta \in \{0,1\}$; сигнал, получаемый агентом, также может принять только два значения $S_i \in \{0,1\}$. Каждый трейдер на рынке получает свой сигнал S_i и не знает, какие сигналы получили другие агенты. Пусть вероятность получения правильного сигнала для информированного игрока ХИСИ $P(S_0 = \theta) = \rho$. ХИСИ реагирует на сигнал действием X_0 . Точность сигналов других игроков $q \in (0.5;1]$: $\rho > q$.

Пусть $\mu = P(\theta = 1 | h_i)$, где h_i – накопленная множеством агентов информация, характеризует общественные ожидания относительно состояния рынка. ХИСИ не знает точно, какова информация, полученная остальными трейдерами. Однако он понимает, с какой информацией могут быть знакомы остальные акторы, каков их профессиональный уровень, предрассудки, интересы, в какой мере им известны действия других агентов, в том числе, самого ХИСИ. У него есть представление, как своими действиями трейдеры влияют друг на друга. Оценку состояния рынка, производимую ХИСИ, можно описать условной вероятностью $P(\theta | S_0, \mu)$. Не столь хорошо информированный стратегический инвестор не инвестирует, если, по его мнению, величина μ слишком мала, $\mu < \delta$.

Рассмотрим действия акционеров:

если $S_0 = 1$, то $X_0 = 1$,

если $S_0 = 0$, то $X_0 = 0$,

для $i > 0$

если $X_0 = 1 \wedge S_i = 1 \wedge \mu > \delta$, то $X_i = 1$,

если $X_0 = 1 \wedge S_i = 0 \wedge \mu > \delta$, то $X_i = 1$,

если $X_0 = 0 \wedge S_i = 0 \wedge \mu < \delta$, то $X_i = 0$,

если $X_0 = 0 \wedge S_i = 1 \wedge \mu < \delta$, то $X_i = 0$,

если $X_0 = 1 \wedge S_i = 1 \wedge \mu < \delta$, то $X_i = 1$.

Таким образом, инвесторы стараются ориентироваться на стратегию ХИСИ.

Если агенты игнорируют собственные сигналы, $X_i \neq S_i$, общественные ожидания не изменяются. Если при этом акторы ориентируются только на поступки ХИСИ, предполагая,

что он способен учесть больше параметров, у него шире кругозор, то образуется толпа, которую ведет за собой ХИСИ.

Покупая акции, ХИСИ наращивает свою силу, и эту величину можно измерить с помощью чисел Шепли. Как соотносятся φ_0 и μ ? Какие параметры важнее при принятии решений? Общественные ожидания также можно оценить. Пусть $\tilde{\mu}$ - оценка общественных ожиданий, произведенная ХИСИ. Для получения $\tilde{\mu}$ целесообразно исследовать торги акциями. Пусть μ^+ - доля игроков, купивших акции ($X_i = 1$), и μ^- - доля акционеров, воздержавшихся от покупки. Тогда $\tilde{\mu} \in (\mu^-, \mu^+)$. Из Гауссовской модели следует, что агенты со временем стараются имитировать действия друг друга, $X_i \rightarrow \mu$. Эта модель позволяет по действиям агентов оценить μ - интегральный показатель общественных ожиданий.

Предположим, представления ХИСИ описываются величиной $\eta_t \sim N(0, 1/\rho_\eta)$, а функция полезности - величиной $U = f(S_t, \eta_t, x)$. Тогда оптимальным действием является условное математическое ожидание $x_t^* = E(\theta) + \eta_t$. Переменная η_t не является случайной величиной для агента с номером t . Она отражает не только знания и систему ценностей, но и отношение актора к риску. Следует отметить, что в условиях глобализации в каскад включаются люди разных культур и разной рациональности, локальные каскады сливаются в один каскад. Выбирая коэффициент α_t , агент может уменьшить влияние полученного им сигнала S_t , но не может изменить свой интеллектуальный багаж и свои личностные особенности при использовании этого багажа, то есть не может устранить влияние η_t .

Действие агента можно описать, как $x_{t+1} = (1 - \alpha_t)\mu_t + \alpha_t S_t + \eta_t$. Действие раскрывает полученный сигнал S_t не полностью.

$$x_{t+1} = (1 - \alpha_t)\mu_t + \alpha_t \theta + \alpha_t \varepsilon_t + \eta_t$$

Из формулы (2) следует $|\mu_{t+1} - \mu_t| = \alpha_t |S_t - \mu_t|$. Для того, чтобы оценка общественного мнения сходилась к некоторому пределу, необходимо, чтобы $\alpha_t |S_t - \mu_t| \rightarrow 0$. Выбор α_t может затруднить сходимость, а появление в последовательности информированных агентов может нарушить, по крайней мере, равномерную сходимость. Наличие значительного числа информированных агентов, даже если это число много меньше общего числа участников, может разрушить каскад. Если каскад породил «пузырь», то участие в «игре» некоторого множества информированных агентов может привести к тому, что «пузырь» лопнет.

Величина дисперсии σ_η^2 достаточно велика, если она характеризует частную информацию поведенческих трейдеров. Это агенты без четких представлений о ситуации, склонные к спонтанным решениям. Величина σ_η^2 мала, если она характеризует информированных агентов.

Поведенческие игроки замедляют сходимость в большей степени, чем информированные агенты, если значительная часть информированных агентов готова действовать в общем русле. Дисперсия шума $\alpha_t \varepsilon_t + \eta_t$ равна $D_\eta = \alpha_t^2 \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\eta^2$. Целесообразно рассмотреть величину $\alpha_t \varepsilon_t + \gamma_t \eta_t$, где γ_t характеризует свободную волю агента, его механизм принятия решений. Тогда $D_\eta = \alpha_t^2 \sigma_\varepsilon^2 + \gamma_t^2 \sigma_\eta^2$. Если γ_t - малая величина, агент действует так же, как другие. Если информированные агенты согласованно или самостоятельно принимают однотипные решения, разброс их мнений σ_η^2 невелик, но коэффициент γ_t может принимать такие значения, что ход каскада изменится.

Заключение

В последнюю четверть прошлого века появились теоретические работы, описывающие модели поведения больших людских масс. Интерес к этой теме был вызван как трудами философов и социологов, так и задачами, поставленными практической жизнью. Почему возникают «пузыри» на финансовом рынке? Как принимают решения люди, когда они сталкиваются с необходимостью интегрировать информацию, поступающую из разнообразных и несравнимых источников? Может ли общество, используя возможности, предоставляемые находящейся в его распоряжении информацией и столь мощным средством, как социальные сети, влиять на поведение, на выбор людей? Даже если актер каким-то образом обладает полным знанием о действиях других агентов, он все равно не может знать, каково будет их поведение.

Теория информационных каскадов пытается объяснить, как поведение масс переходит от одной точки равновесия к другой. В силу глобализации людское поведение в одной стране может изменить стратегии агентов в другой стране.

С социальной точки зрения представляется более целесообразным, чтобы в информации, воспринимаемой актерами, сравнительно большую роль играли мнения, высказанные имеющими положительную репутацию экспертами в соответствующих областях, чтобы решения, основанные на такой информации, принимались социально ответственными актерами. Особого анализа заслуживают предусматриваемые нормами общественного поведения санкции по отношению к неконформистским действиям отдельных акторов.

В докладе показано, как меняется характер моделей при описании процесса принятия решений, когда акторы действуют согласовано, когда акторов становится так много, что их контакты не всегда реализуются, и, наконец, когда возникает необходимость в описании больших масс людей. Исследуются стратегии «информированного» инвестора, сталкивающегося с различными структурами корпоративного управления. Предложен формальный критерий, следуя которому «информированному» стратегическому инвестору разумно изменить стратегию.

Список литературы

1. Блауг Марк. Методология экономической науки, или Как экономисты объясняют. / М.: НИ «Журнал Вопросы экономики», 2004. – 416 стр.
2. K. J. Arrow. *Essays in the Theory of Risk Bearing*. North Holland. Amsterdam. 1971, chs 1-3.
3. Chamley C. P. *Rational Herds. Economic models of social learning*. Cambridge University Press. 2004. 402 p.
4. Urs Birchler and Monika Butler. *Information Economics*. / Routledge, 2007. – 462p.
5. Milnor J.W., Shapley L.S. *Values of Large Games II: Oceanic Games // Math. Oper. Res.* 1978. Vol. 3. No 4. P. 290-307.
6. Радаев В.В. Уроки финансовых пирамид, или что может сказать экономическая социология о массовом финансовом поведении. http://www.hse.ru/journals/wrldross/vol02_2/radaev.pdf
7. Bikhchandani Sushil, Hirshleifer David and Welch Ivo. *Leaning from the Behavior of Others: Conformity, Fads, and Informational Cascades. Journal of Economic Perspectives.* // 1998. Vol. 12. No 3. P.151-170.
8. Prendergast C. and Stole L. *Impetuous Youngsters and Jaded Old-Timers: Acquiring a Reputation for Learning. Journal of Political Economy.* // 1996. No. 104. P. 1105-1134.
9. Горвиц Г.Г. Некоторые проблемы формирования коалиций // Труды II международной конференции «Идентификация систем и задачи управления». SICPRO' 2003) Москва 29-31 января 2003г. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2003. С. 2047-2057, ISBN 5-201-14948-0.

10. Горвиц Г.Г. Анализ структуры коалиционных игр // Труды международной конференции «Параллельные вычисления и задачи управления». (РАСО' 2001) Москва 2-4 октября 2001г. Раздел 2. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2001.- С. 138-152, ISBN 5-201-09559-3.

11. Rydqvist K. The Pricing of Shares with Different Voting Power and the Theory of Oceanic Games. Stockholm School of Economics, the Economic Research Institute. 1987. 172 p.

