

ЗАМЕТКИ И ПИСЬМА

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОПИСАНИИ ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ ОБЪЕДИНЕНИЙ ЛЮДЕЙ (ЭТНОСОВ, КОЛЛЕКТИВОВ ФИРМ И Т.П.)

© 2007 г. А. О. Беляков

(Москва)

ВВЕДЕНИЕ

После создания в 1970-х годах общей физической теории фазовых переходов и критических явлений (Стенли, 1973) у исследователей возникло большое желание перенести наработанный математический аппарат в другие сферы деятельности человека, где наблюдаются аналогичные явления. Возник даже специальный термин “синергетика” (Хакен, 1980), определяющий направление в науке, связанное с изучением закономерностей пространственно-временного упорядочения в самых разнообразных системах, в том числе социальных и экономических. Этой теме посвящено огромное число статей и монографий, как специальных, так и публицистических. Подходы статистической физики и термодинамики применялись для описания социально-экономических процессов в отечественной литературе еще в начале 1970-х годов (Розоноэр, 1973). Большую популярность в последние десять лет получило применение методов статистической физики для анализа финансовых рынков, в связи с чем возник термин “эконофизика”. Проводятся международные конференции “Приложения физики в финансовом анализе”. Несколько университетов открыли специальные курсы по эконофизике или комбинированные курсы по физике и экономике (в частности, физический факультет СПбГУ). Экономика тоже расширяет область своего применения, охватывая сферы деятельности социологии, демографии и т.п. Видные зарубежные экономисты публикуют работы, изучающие разделение людей по странам как равновесия в коалиционных играх (см., например (Alesina, Spolaore, 1997; Bolton, 1997)).

Цель данной работы – исследовать процесс возникновения и развития различных видов объединений людей и попытаться дать ему микроэкономическое обоснование при помощи похожих физических моделей.

Для решения этой задачи применим метод аналогий (Хомяков, 1996), показав схожесть этих явлений с конденсацией перенасыщенного пара или кипением перегретой жидкости (Карякин, Быстров, Киреев, 1964). Практические наблюдения и некоторые термины возьмем у историка Л.Н. Гумилева, который в своих работах (Гумилев, 1994) развил науку *этнологию*, изучающую законы поведения *этносов*. Далее для краткости и унификации будем называть всевозможные объединения людей этносами. Гумилев определил основные этапы *этногенеза* – процесса зарождения, развития, увядания и распада этноса. Он назвал движущей силой этногенеза *пассионарность* (активность) людей и связал этапы этногенеза с количеством *пассионарных* (энергичных) особей этноса. Гумилев ввел понятие *пассионарной индукции* – свойства пассионарности человека передаваться окружающим посредством общения. Следовательно, проведя аналогию между пассионарностью этноса и температурой газа, можно говорить о явлении в этносе, аналогичном явлению термодинамического равновесия в газе (когда температура одинаковая по всему объему газа), т.е. в квазистационарном состоянии средняя пассионарность людей данного этноса одинакова в разных его участках.

Гумилев составил карту, на которую нанес девять осей возникновения этносов (пассионарных толчков) (Гумилев, 1994). Он писал, что этносы возникают на стыке ландшафтов, т.е. там, где имеется неоднородность. Кроме того, зоны возникновения этносов, зародившихся в одно и то же время, располагаются на карте земли в одну линию. Здесь можно провести аналогию между процессом зарождения этносов и процессом конденсации перенасыщенного пара в камере Вильсона, где для того чтобы пар начал конденсироваться, тоже необходимы области с неоднородностью, которые создают молекулы, ионизированные пролетающими заряженными частицами. Зоны возникновения конденсата, так же как зоны пассионарных толчков, расположены вдоль линий (треков).

Приведенные выше аналогии говорят о возможности применения *аппарата статистической физики* к моделированию процесса этногенеза. Следует отметить, что под определение этноса в (Гумилев, 1994) подходит практически любое объединение людей, в том числе и коллектив работников фирмы. Пассионарность здесь выражается в желании заниматься предпринимательской деятельностью, склонности к риску. В условиях конкуренции фирмы также испытывают внешнее давление, только не в физическом, а в рыночном пространстве. Они так же возникают, растут и распадаются. Различие в пассионарностях может объяснить, почему при равных условиях одни люди начинают заниматься бизнесом, а другие нет. В данной работе рассмотрен самый простой случай, когда объединения людей борются за территорию.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Из работ Л.Н. Гумилева возьмем следующие термины. *Этнос* – совокупность людей, имеющих определенную модель поведения, что позволяет им выделить себя из окружающих.

Пассионарность – свойство людей в этносе пренебрегать своими естественными потребностями в пользу каких-либо неестественных целей (под естественными потребностями понимаются потребности, присущие обычному человеку, не склонному к риску). Видимо, это свойство используется природой для выживания этноса.

Попытаемся придать этим понятиям математическую форму. Пусть E – сумма всех желаний человека (его энергия), показывающая, какую работу (измеряемую в джоулях или денежных единицах) *хочет* совершить человек для достижения своих целей. Например, человек хочет E денег, чтобы купить новый дом. Определим *пассионарность человека*, поделив сумму *желаний* человека на k – его характерную *возможность* воздействовать на окружающих:

$$P_s = E/k. \quad (1)$$

Человек воздействует на других людей (физически, информационно и в финансовом плане), чтобы использовать их возможности для достижения своих целей (*пассионарная индукция*). Выражение (1) показывает, во сколько раз *пассионарий* хочет больше, чем может. В примере с покупкой дома k – это сумма, которой располагает человек. Если этой суммы не хватает ($E > k$), он вложит свои деньги в рискованное и прибыльное дело, чтобы осуществить свою мечту о новом доме. Воздействие на окружающих (при этом) может быть различным: привлечение инвестиций или безвозмездной помощи, наем работников и их обучение, агитация сподвижников и т.п. Сумма этих воздействий может быть выражена в деньгах k . Так, ресурсы (возможности) даются людьми друг другу в пользование, из-за чего кажется, что пассионарное поведение передается окружающим, увлекая их общими идеями.

В данной работе предполагается, что у человека j пассионарность P_{s_j} остается постоянной в течение всей его активной жизни. Иными словами, сколько бы у человека ни было богатства, он всегда хочет в P_{s_j} раз больше. Можно измерять пассионарность по формуле (1), предлагая человеку с доходом k один раз сыграть в лотерею, где, например, с вероятностью 80% его ставка удваивается, а с вероятностью 20% теряется. Величину ставки E определяет сам человек, при необходимости занимая деньги в банке под большой процент. Получается, что чем меньше пассионарность человека, тем больше степень его нелюбви к риску. Подробное обсуждение возможных способов измерения пассионарности выходит за рамки данной работы.

Определим *пассионарное давление* как предел отношения суммарной энергии людей, взятых в некоторой области территории этноса, к площади этой области $S = S(r)$:

$$P = \lim_{r \rightarrow 0} \left(\frac{1}{S} \sum_{j=1}^N P_{s_j} k_j \right),$$

где r – радиус области, а $N = N(r)$ – число людей в этой области. В пределе при радиусе области, стремящемся к нулю, необходимо чтобы выполнялось условие: $N \gg 1$. Произведем упрощения в формуле пассионарного давления. Будем считать, что коэффициент k_j приблизительно одинаковый для всех людей данного этноса и характеризует их уровень технического прогресса и что

средняя пассионарность будет одинаковой по границе этноса и равной $T = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N Ps_j$. Величину T в дальнейшем будем называть *пассионарностью этноса* или просто *пассионарностью*, тогда:

$$P = \lim_{r \rightarrow 0} \left(\frac{1}{S} \sum_{j=1}^N Ps_j k_j \right) = k \lim_{r \rightarrow 0} \left(\frac{N}{S} \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N Ps_j \right) = nkT,$$

где $n = \lim_{r \rightarrow 0} (N/S)$.

Таким образом, мы получили уравнение состояния этноса, которое характеризуется концентрацией людей в этносе n , уровнем их пассионарности T и их технической оснащенностью k , которая может отличаться у разных этносов:

$$P = nkT. \quad (2)$$

Это уравнение полностью аналогично уравнению состояния идеального газа, где T – температура газа, n – концентрация молекул газа в объеме, k – коэффициент пропорциональности между температурой и средней энергией молекул.

2. ОЦЕНКА МИНИМАЛЬНОГО РАДИУСА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭТНОСА

Предположим, что внутри старого большого этноса или в окружении нескольких этносов случайным образом возникает новый небольшой этнос. Пусть на границе нового этноса помимо сил, вызванных пассионарными давлениями граничащих этносов, возникает сила *поверхностного натяжения*, обусловленная кривизной границы этноса, которая создает добавочное внешнее пассионарное давление на границу

$$\Delta P = \alpha/r, \quad (3)$$

где α – коэффициент поверхностного натяжения, r – радиус кривизны границы этноса. Тогда, чтобы минимизировать воздействие на себя, этнос будет стараться занимать площадь в форме круга или располагать свои границы вдоль естественных преград (рек, горных хребтов и т.п.).

Отсюда можно записать условие расширения этноса после его возникновения. Пусть сразу после возникновения этнос имеет начальную площадь S радиуса r , тогда

$$P \geq P_0 + \alpha/r, \quad (4)$$

где P_0 – пассионарное давление окружающего этноса, отсюда: $r \geq \alpha/(P - P_0)$. Из этого неравенства следует, что для того чтобы этнос, возникнув, не погиб и не был ассимилирован, его начальный радиус должен быть не меньше

$$r_0 = \alpha/(P - P_0). \quad (5)$$

Этот результат полностью аналогичен условию кипения жидкости (Карякин, Быстров, Киреев, 1964), где r_0 – минимальный радиус пузырька пара, при котором он не схлопывается под внешним давлением жидкости и давлением сил поверхностного натяжения.

3. ОЦЕНКА МАКСИМАЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ ЭТНОСА, РАСШИРЯЮЩЕГОСЯ В ОДНОРОДНОМ “СТАРОМ” ЭТНОСЕ

Рассмотрим процесс быстрого (характерное время 10 лет) расширения “молодого” этноса, находящегося внутри “старого” этноса. Будем считать, что за время расширения пассионарность и техническая оснащенность этносов не меняются, также остается постоянной и концентрация людей в “старом” этносе. Следовательно, из уравнения (2) пассионарное давление окружающего этноса $P_0 = n_0 k_0 T_0$ остается постоянным.

Предположим, что закон изменения числа людей в этносе в процессе его расширения выражается следующим соотношением:

$$dN = K_s n_0 dS - K_d n dS, \quad (6)$$

где n – концентрация людей в этносе; n_0 – концентрация людей в окружающем этносе; K_s – доля остающихся людей окружающего этноса в расширяющемся этносе; K_d – коэффициент смертно-

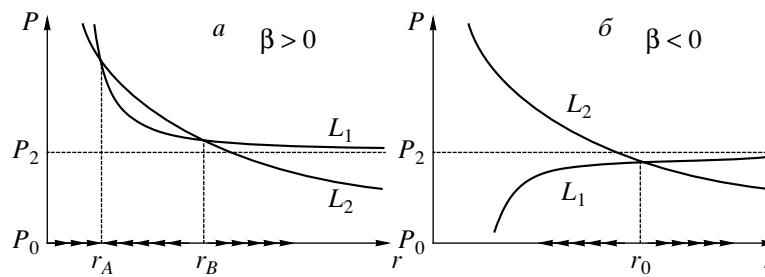


Рисунок.

сти людей расширяющегося этноса при захвате территорий окружающего этноса; dN – изменение числа людей в расширяющемся этносе. Так как $N = Sn$, то $dN = Sdn + ndS$. Подставляя последнее выражение в (6) и разделяя переменные, получаем:

$$\int_{n_1}^n \frac{dn}{K_s n_0 - (1 + K_d)n} = \int_{S_1}^S \frac{dS}{S}, \quad (7)$$

где S_1 – начальная площадь этноса, а n_1 – начальная концентрация людей в этносе. Интегрируя (7), получаем:

$$(Kn_0 - n)/(Kn_0 - n_1) = (S/S_1)^{-(1+K_d)},$$

где $K = K_s/(1 + K_d)$. Предположив, что занимаемая этносом площадь имеет форму круга, т.е. $S/S_1 = (r/r_1)^2$, и проведя несложные преобразования, получаем зависимость концентрации людей в этносе от радиуса этноса $n = Kn_0 + (n_1 - Kn_0)(r_1/r)^{2+2K_d}$. Подставив полученное выражение в уравнение (2), получаем зависимость пассионарного давления этноса от его радиуса $P = P_2 + \beta r^{-2(1+K_d)}$, где $P_2 = Kn_0 kT$ – давление этноса при $r \rightarrow \infty$, а $\beta = kT(n_1 - Kn_0)r_1^{2(1+K_d)}$.

Подставив полученное выражение в неравенство (7), получаем условие расширения этноса

$$P_2 + \beta r^{-2(1+K_d)} \geq P_0 + \alpha r^{-1}. \quad (8)$$

Чтобы определить возможные размеры этноса, изобразим значения правой L_2 и левой L_1 частей неравенства (8) на графике (см. рисунок) в двух случаях: а) $n_1 > Kn_0$ и б) $n_1 < Kn_0$. Когда $n_1 = Kn_0$, кривая L_1 вырождается в горизонтальную прямую на уровне P_2 . Из обоих графиков видно, что для существования области неограниченного расширения этноса необходимо, чтобы выполнялось неравенство $P_2 > P_0$, т.е. $Kkt > k_0 T_0$. Это невозможно, если доля остающихся людей окружающего этноса $K_s = 0$, так как при этом $K = 0$. Значит, чтобы проводить грамотную захватническую политику, увеличив K до единицы, нужно, чтобы при расширении этноса гибло как можно меньше людей и как можно больше представителей окружающих этносов на захваченной территории переходили на сторону расширяющегося этноса.

На графике а в точке r_A этнос находится в устойчивом равновесии, а в точке r_B – в неустойчивом. Иными словами, любое малое отклонение радиуса в большую сторону от r_B приведет к неограниченному росту площади этноса, а в меньшую сторону – к уменьшению радиуса до r_A . При начальном радиусе r_1 , меньшем r_A , расширение этноса ограничено радиусом r_A . Если кривые L_2 и L_1 не пересекаются на а, то этнос неограниченно расширяется при любом начальном радиусе. На графике б есть только неустойчивая точка равновесия r_0 , которая определяет наименьший возможный радиус этноса. При большем радиусе этнос неограниченно расширяется. Если гиперболы L_2 и L_1 не пересекаются на б, то этнос не может существовать ни в каком размере.

В режиме б расширение происходит только за счет технического и/или пассионарного превосходства этноса над окружающим. В режиме а этнос дополнительно увеличивается из-за переизбытка в концентрации людей. Однако если предположить положительную зависимость скорости расширения этноса от разности внутреннего и наружного давлений, то в случае а неограниченное расширение будет происходить медленнее, чем в случае б при той же начальной разности давлений, так как в отличие от а в б давление внутри этноса растет с увеличением радиуса.

Можно привести примеры из истории расширения в режиме б) (когда начальная концентрация людей в расширяющемся этносе меньше, чем в окружающем): завоевание европейцами Нового света и присоединение Сибири к России. К этому же режиму можно отнести возникновение во второй половине XX в. таких высокотехнологичных корпораций-гигантов, как Microsoft. Режим а), видимо, характерен для длительного взаимодействия этносов, у которых из-за обмена технологиями и людьми выравнивались пассионарности и уровни технического развития, но по какой-то причине у одного из этносов оказалась большая концентрация людей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выведено уравнение состояния этноса (2), на основе которого можно описывать силовые взаимодействия между этносами. Уравнение состояния (2) показывает, как давление внутри этноса, а следовательно, и на границы окружающих его этносов, зависит от уровня технического прогресса, уровня пассионарности и концентрации людей в этносе.

Во второй части получено необходимое условие возникновения этноса (3). Процесс его возникновения является случайным и для того, чтобы после возникновения этнос продолжал существовать, начальный радиус его территории должен быть не меньше указанного в выражении (5).

В третьей части решена задача о наибольшем расширении площади этноса на основе уравнения состояния этноса (2) и упрощенных дифференциальных уравнений взаимодействия двух популяций (Ризначенко, Рубин, 1993). Эту модель можно развивать, вводя дополнительные факторы.

В заключение хочу поблагодарить В.И. Шалаева за ценные замечания и помощь при подготовке данной работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гумилев Л.Н. (1994): Этногенез и биосфера земли. М.: Танаис ДИ-ДИК.
 Карякин Н.И., Быстров К.Н., Киреев П.С. (1964): Краткий справочник по физике. М.: Высшая школа.
 Ризначенко Г.Ю., Рубин А.Б. (1993): Математические модели биологических продукционных процессов. М.: Изд-во МГУ.
 Розоноэр Л.И. (1973): Обмен и распределение ресурсов (обобщенный термодинамический подход) // *Автоматика и телемеханика*. Т. III. № 8.
 Стенли Г. (1973): Фазовые переходы и критические явления. М.: Мир.
 Хакен Г. (1980): Синергетика. М.: Мир.
 Хомяков Д.М. (1996): Основы системного анализа. М.: Изд-во МГУ.
 Alesina A., Spolaore E. (1997): On the Number and Size of Nations // *Quarterly J. of Econ.* Vol. 131.
 Bolton P., Roland G. (1997): The Break-up of Nations // *Quarterly J. of Econ.* Vol. 131.

Поступила в редакцию
09.12.2005 г.