

К 200-ЛЕТИЮ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ТЕОРЕМЫ Т.Р. МАЛЬТУСА

К.К. Джансеитов*

В настоящей работе на базе теории клеточных автоматов показывается, что в демографической теореме Т.Р. Мальтуса, в глобальных моделях динамики мира Дж. Форрестера и группы Д.Л. Медоуза необоснованно используются экспоненциальные законы изменения основных параметров состояния исследуемых ими систем. Следовательно, их выводы и существенно опирающиеся на них выводы и рекомендации сторонников экономической школы Дж.М. Кейнса, концепций органического роста мира и глобализма нельзя считать оправданными.

1. Обоснование своей теоремы Т.Р. Мальтусом

Чуть более двухсот лет назад, в 1798 г., английский экономист, священник Томас Роберт Мальтус [1] сформулировал почти математическое утверждение.

Теорема 1 (“демографическая теорема Мальтуса”) В силу биологических особенностей людей население имеет тенденцию размножаться в геометрической прогрессии (по экспоненциальному закону $N(t) = Ae^{\alpha t}$, где $\alpha > 0$), а средства существования могут увеличиваться лишь в арифметической прогрессии (по степенному закону $S(t) = Bt^2$).

Ход рассуждения Т.Р. Мальтуса мог быть примерно следующим.

Пусть N_0 – начальная численность популяции, m – среднее число потомков, которое может дать одна особь популяции за генерационный цикл при условии существования всех необходимых средств для жизни особи и размножения, t – время (номер генерации). Тогда численность популяции будет расти по геометрической прогрессии:

$$N(0) = A, N(1) = Am, N(2) = Am^2, \dots, N(k) = Am^k, \dots,$$

$$N(t) = Am^t = Ae^{t \ln m} = Ae^{\alpha t} \quad (\alpha = \ln m > 0)$$

Пусть S_0 – начальное количество “пищи” для рассматриваемой популяции, которая может быть идеально законсервирована, d – регулярный прирост “урожайности” пищи за одно генерационное время популяции. Тогда, при условии отсутствия потребления, пища будет накапливаться как сумма арифметической прогрессии и за t генерационных циклов популяции не превзойдет величину Bt^2 :

$$S(t) = S_0 + (S_0 + d) + (S_0 + 2d) + \dots + (S_0 + kd) + \dots + (S_0 + td) =$$

$$= S_0 \cdot (t + 1) + \frac{d + dt}{2} t < 2S_0 t^2 + \frac{dt^2 + dt^2}{2} = (2S_0 + d)t^2 = Bt^2.$$

Справедливостью этой теоремы Т.Р. Мальтус и впоследствии неомальтузианцы – А. Пикок, К. Боулдинг, У. Фогт и П. Эрлих (США), Ф. Осборн и Г. Тейлор (Великобритания), Г. Бутуль (Франция) и др. объясняли бедственное положение значительной части населения государства, безработицу, истощение минерально-сырьевых и пищевых ресурсов мира, разрушение окружающей среды из-за того, что средства существования, приходящиеся на душу населения, с ростом t неизбежно должно стремиться к нулю, то есть

$$\lim_{t \rightarrow \infty} s(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{S(t)}{N(t)} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{Bt^2}{Ae^{\alpha t}} = 0.$$

В этом и заключается, по Т.Р. Мальтусу, парадокс Природы или биологическая сущность популяции (населения).

Согласно им же, соответствие между численностью населения и количеством средств существования регулируется эпидемиями, голодом, войнами, непосильным трудом, истребляющим массы людей, то есть бедствиями, оказывающимися, в свою очередь, неизбежными проявлениями объективных законов Природы.

2. Связь кейнсианства с мальтузианством

Актуальные положения Т.Р. Мальтуса и сейчас из-за большой роли в современной западной экономической мысли кейнсианства, основоположником которого был представитель кембриджской школы экономистов, математик и государственный деятель Джон Мейнард Кейнс, объяснявший фактически положениями Т.Р. Мальтуса существующие в настоящий момент межгосударственные, межрегиональные, экономико-политические взаимоотношения в мире [2].

В своем основном сочинении [2] Дж.М. Кейнс в 1936 г. сформулировал основные принципы экономической политики государства, сущность которой – государственное регулирование экономики с целью бесперебойного хода воспроизводства в интересах монополий. Дж.М. Кейнс и его последователи взяли на вооружение ряд положений Т.Р. Мальтуса, в вопросах реализации и мерах поддержания так называемого “эффективного спроса” для регулирования экономики.

Достаточно напомнить отдельные моменты разработанной Дж.М. Кейнсом программы экономической политики государства, чтобы прочувствовать влияние мальтузианства, например:

- всемерное увеличение расходов государства, обеспечивающих высокие прибыли монополиям, прежде всего связанным с милитаризацией экономики;
- инфляционная политика, направленная на относительное (с помощью понижения заработной платы рабочих) и абсолютное (с помощью регулируемой инфляции) увеличение денег в обращении;
- политика понижения и ограничения заработной платы рабочих;
- регулирование занятости (от 3 до 6% безработных) и программирование роста безработицы с целью понижения заработной платы рабочих и преодоление их сопротивления;
- циклическое балансирование бюджета и циклическая налоговая политика, что, естественно, способны выдержать (пережить) только крупные монополисты.

Во всем перечисленном так и просматривается мысль, что всем в пределах рассматриваемого государства все равно всего не хватит, так пусть процветают хотя бы монополисты – основные партнеры и надежная опора государства.

3. Экспоненциальные законы в докладах Римского клуба

Широко известным Римским клубом с 1968 по 1972 гг. был организован проект “Сложное положение человечества”, целью которого было рассмотрение комплекса проблем, затрагивающих население всех стран: нищета среди изобилия; деградация окружающей среды; утрата доверия к социальным институтам; бесконтрольный рост городов; необеспеченность занятости населения; отчуждение молодежи; отрицание традиционных ценностей; инфляция и другие денежные и экономические кризисы. Эти проблемы включают в себя технические, социальные и политические элементы и чрезвычайно взаимосвязаны.

В 1970 г. профессор Массачусетского технологического института Джей Форрестер впервые предложил глобальную модель динамики мира на базе разработанных им методов системной динамики [3]. В 1972 г. членам Римского клуба был разослан доклад “Пределы роста”, подготовленный по рекомендации Дж. Форрестером группой специалистов под руководством Д.Л. Медоуза [4], в котором выделялось пять основных факторов, ограничивающих рост на нашей планете: численность населения, сельскохозяйственное производство, природные ресурсы, промышленное производство, загрязнение окружающей среды.

Значительная часть содержания доклада группы Д.Л. Медоуза посвящена обсуждению природы и пределов применимости законов экспоненциального роста численности населения, загрязнения, стоимости добычи истощающихся невозможных природных ресурсов, расходов на увеличение производства промышленной и сельскохозяйственной продукции.

Результаты анализа рассмотренных Дж. Форрестером и группой Д.Л. Медоуза глобальных моделей динамики мира большей частью оказались пессимистичными, обещающими к 2025-2050 гг. экологическую катастрофу на планете, сопровождаемую значительным и быстрым падением численности населения из-за резкого уменьшения “жизненного пространства” по причине роста упомянутых выше факторов: загрязнение окружающей среды, истощение ресурсов, стоимости производства продукции и т.п.

Спустя 15 лет, в 1987 г., известный политический деятель ФРГ, специалист в области управления и системного анализа Эдуард Пестель представил членам Римского клуба очередной доклад “За пределами роста” [5], в котором он попытался подвести итоги деятельности Римского клуба за прошедшие после первых докладов [3,4] годы и предложить план работы клуба в последующие годы по проекту “Сложное положение человечества”.

Еще до публикации члены Римского клуба по предложению Исполнительного комитета клуба обсуждали доклад группы Д.Л. Медоуза летом 1971 г. на двух совещаниях в Москве и Рио-де-Жанейро. По итогам обсуждения члены Исполнительного комитета опубликовали комментарий к докладу группы Д.Л. Медоуза с изложением основных критических замечаний и перечислением положений доклада, с которыми Исполнительный комитет либо согласен либо “признает нуждающимися в значительном обдумывании и упорядочении” [4].

Но ни в докладе Э. Пестеля, ни в “Комментариях” Исполнительного комитета ничего не говорится о правомерности использования Дж. Форрестером и группой Д.Л. Медоуза экспоненциальных законов изменений основных параметров состояний, исследуемых ими систем.

4. Концепции органического роста мира и глобализма

Уже во втором докладе Римского клуба “Человечество на перепутье”, подготовленном М. Месаровичем и Э. Пестелем в 1974 г., речь зашла о необходимости иерархического подхода к построению глобальной модели динамики мира, который рассматривался бы как состоящим из 10-15 взаимодействующих подсистем или регионов.

Такой подход, в отличие от глобальных моделей динамики мира как единого целого Дж. Форрестера и группы Д.Л. Медоуза, позволил бы при прогнозировании и планировании роста и развития мира учитывать особенности и интересы каждого относительно однородного внутри себя и отличного от других региона. Нельзя, по мнению Э. Пестеля [5], не признавать, что мир фактически разделен, например, на три части, условно называемые “индустриальным центром”, включающим в себя США, страны Западной Европы и им подобные, “индустриальной периферией”, включающей в себя Японию, страны Восточной и Южной Европы и др., и группой слаборазвитых стран.

Трудно лучше выразить основную идею такого иерархического подхода, чем это сделал автор теории органического (в смысле организмоподобности) роста и развития мира. Э. Пестель в своем докладе “За пределами роста”:

“Граждане процветающих государств должны задавать себе один вопрос и постараться ответить на него: можно ли совместить развитие, предполагающее освоение всеми странами их способов промышленного и сельскохозяйственного производства, со здоровым состоянием региональной и глобальной природной среды, экологическим равновесием, устойчивостью базы невозобновимых природных ресурсов, если неизбежные изменения в характере использования энергетических и сырьевых материалов, способах производства и потребления будут и дальше идти путем наименьшего сопротивления, руководствуясь только узкими экономическими интересами?” ([5], стр. 49)

На этот вопрос явно напрашивается уже встречавшийся в демографической теореме Т.Р. Мальтуса (на уровне особей в популяции), в положениях экономической политики Дж.М. Кейнса (на уровне популяций или слоев населения в государстве) в докладах Дж. Форрестера и группы Д.Л. Медоуза (на уровне жителей планеты в целом в биосфере, точнее в Ноосфере) один и тот же ответ: **“все равно всем всего не хватит”**.

Разница только в том, что М. Месарович и Э. Пестель дают этот ответ уже на уровне государств в комплексе всех стран планеты или, как принято сейчас говорить, в Мировом сообществе государств.

Причем во всех перечисленных случаях чувствуется явное или неявное, опосредованное, влияние использования экспоненциальных законов изменения основных параметров состояния рассматриваемых систем.

По существу, Э. Пестель в своей концепции органического роста и развития Мирового сообщества государств методично проводит аналогию между ростом и развитием живого организма и Мирового сообщества государств, разбитого на 10-15 крупных регионов (органов), координируемых “бескорыстным, честным” мировым правительством и избавленных раз и навсегда от всевозможных националистических, патриотических движений и от интереса к суверенитету [5]. В этом смысле концепция органического роста является ни чем иным как теоретической основой (обоснованием) современного глобализма, автоматически предполагающего монополярность мира или Мирового сообщества государств.

Но так ли уж универсальны в действительности экспоненциальные законы изменений параметров состояния систем?

5. “Против каждой экспоненты есть своя экспонента”

Рассмотрим p -мерное пространство (для простоты евклидовое, $p = 1, 2, 3$) E^p , разбитое на одинаковые p -мерные кубы (ячейки или соты). В каждую ячейку поместим копию одного и того же автомата Мили α , представляющего собой совокупность $a = \langle A, U, W, \delta, \lambda \rangle$ из трех множеств A, W, U и двух операторов δ, λ , где:

$A = \{a_0, a_1, \dots, a_{n-1}\}$ - непустое множество состояний автомата α (a_0 - “нулевое” состояние или состояние покоя);

$W = \{w_0, w_1, \dots, w_{q-1}\}$ - множество q выходных сигналов автомата (w_0 - “нулевой” выходной сигнал);

$U = W^{3^p}$ - множество входных сигналов автомата α , представляющий собой прямое произведение 3^p множеств W , то есть каждый входной сигнал автомата α , помещенного в одну из ячеек пространства E^p , представляет собой строчку длины 3^p из выходных сигналов 3^p автоматов α , находящихся в 3^p соседних ячейках (ячейках имеющих хотя бы одну общую точку с данной ячейкой);

$\delta : A \times U \rightarrow A$ - оператор перехода автомата α из одного состояния $a(t) \in A$ в момент t в состояние $a(t+1) \in A$ в момент $t+1$:

$$\delta(a(t), \bar{u}(t)) = \delta(a(t), \langle w_1(t), w_2(t), \dots, w_{3^p}(t) \rangle) = a(t+1);$$

$\lambda : A \times U \rightarrow A$ - оператор выхода, задающий выходной сигнал $w(t+1)$ в момент $t+1$, если в момент t автомат находился в состоянии $a(t)$ и на вход автомата α поступил в момент t входной сигнал $\bar{u}(t) = \langle w_1(t), w_2(t), \dots, w_{3^p}(t) \rangle$, то есть: $\lambda(a(t), \bar{u}(t)) = w(t+1)$.

Совокупность $\Omega = \langle p, S, A, W, \delta, \lambda \rangle$ называется клеточным автоматом Неймана-Чёрча [6] или однородной структурой [7], S - разбиение пространства.

Операторы δ и λ удовлетворяют условиям: $\delta(a_0, \langle w_0, w_0, \dots, w_0 \rangle) = a_0$ и $\lambda(a_0, \langle w_0, w_0, \dots, w_0 \rangle) = w_0$. Работает однородная структура (сеть автоматов α) синхронно в дискретное время $t = 0, 1, 2, \dots$

В начальный момент $t = 0$ только конечное число ячеек α (автоматов α) однородной структуры находится в состоянии, отличном от a_0 , причем только в начальный момент $t = 0$ можно вмешиваться в работу структуры Ω (в конечном множестве ячеек α задавать нужные нам состояния и выходные сигналы находящихся в них автоматах α). В остальное время состояния и выходные сигналы определяются исключительно операторами δ и λ .

Есть предположения [7], что однородные структуры в будущем будут представлять собой среды для моделирования так называемых развивающихся систем (систем с поведением, организмоподобных, целеустремленных систем).

В данной работе достаточно рассмотреть упрощенный вариант клеточного автомата $\Omega = \langle p, S, A, W, \delta, \lambda \rangle$, а именно случай, когда $A \equiv W$ и $\delta \equiv \lambda$.

Для образности, состояния можно рассматривать как цвета (a_0 - белый цвет), а всю структуру $\Omega = \langle p, S, A, \delta \rangle$ - как бесконечный экран цветного телевизора.

Конечный, но не обязательно связный набор ячеек называют блоком, а состояния (окраску) ячеек данного блока - конфигурацией K блока $[K]$ (конфигурация K есть что-то вроде картины, а блок $[K]$ - его рамы).

Конфигурации K и L называют копиями ($K \equiv L$), если путем перемещения в пространстве E^p их блоки могут быть совмещены, причем так, что все совмещенные ячейки будут в одних и тех же состояниях (одинаково окрашенными).

Конфигурация K называется воспроизводящейся в структуре $\Omega = \langle p, S, A, \delta \rangle$, если для любого натурального числа N найдется момент $T = T(N)$ такой, что в структуре Ω в момент T будет не менее N непересекающихся копий конфигурации K , при условии, что в момент $t = 0$ в Ω была только конфигурация K .

Кстати, все приведенные выше определения и более детальное их пояснение можно найти, например, в работах [8] и [9].

Теорема 2 (уточненная демографическая теорема). Численность $N(t)$ "популяции" непересекающихся копий любой воспроизводящейся конфигурации K произвольной однородной структуры $\Omega = \langle p, S, A, \delta \rangle$ не может возрасти быстрее, чем степенная функция $C \cdot t^p$, где p - размерность рассматриваемой однородной структуры Ω .

Действительно, пусть в структуре $\Omega = \langle p, S, A, \delta \rangle$ в момент $t = 0$ задана только воспроизводящаяся в Ω конфигурация K из k ячеек, которая может быть включена в p -мерный куб (блок) со стороны r .

За один такт времени цвета могут поменять ячейки прилежащего к блоку конфигурации K одного слоя (в общем случае v слоев, причем скорость распространения изменения цветов v будет конечной и, во всяком случае, не превосходящей скорость света c). Тогда за время t окрашенными могут оказаться ячейки p -мерного куба со стороной не более чем $r + 2vt$.

Следовательно, число непересекающихся копий конфигураций K к моменту времени t будет:

$$N(t) \leq \frac{(r + 2vt)^p}{k} \leq \frac{(rt + 2vt)^p}{k} = \frac{(r + 2v)^p}{k} t^p = C \cdot t^p,$$

то есть численность популяции копий конфигурации K не может возрастать быстрее степенной функции $C \cdot t^p$, где C - некоторая положительная константа, специфичная для данной воспроизводящейся конфигурации K в данной однородной структуре (клеточном автомате) $\Omega = \langle p, S, A, \delta \rangle$, во всяком случае, ни о каком экспоненциальном росте численности популяции говорить не приходится.

Заметим, что лимитирующим рост фактором, начиная с некоторого момента, **неожиданно начинает выступать пространство и его размерность p** : "родители не успевают уступить (освободить) жизненное пространство для своих потомков". И, даже если население начнет осваивать третье измерение (пока же p фактически равно 2), растения, как фундамент пищевой пирамиды [10], тоже можно вывести в третье измерение на базе использования искусственных источников их освещения, то есть **парадокс Природы Т.Р. Мальтуса оказывается преувеличенным, если вообще не беспочвенным**.

Если вспомнить существование другого, можно считать сейчас, универсального закона Природы (**обобщенного закона немецкого химика Юстуса Либиха** [10]): рост численности любой популяции $N(t)$ в каждый конкретный момент t_i (интервал времени Δt_i) ограничивается каким-то лимитирующим фактором, причем, как правило, одним единственным из всего широкого спектра факторов роста численности $N(t)$, преодоление лимитирующего действия которого осуществляется по своему экспоненциальному закону $N(t) = N(t_i)e^{\alpha t}$ со своим коэффициентом $\alpha_i > 0$ на относительно маленьком интервале $[t_i, t_i + \Delta t_i]$, то можно согласиться с истинностью еще одного факта.

Теорема 3 (кусочная экспоненциальность кривых роста). Реальная кривая роста численности $N(t)$ любой популяции представляет собой длинную цепь (склейку) из многочисленных и очень коротких, по времени действия, экспоненциальных кривых роста, в целом не превосходящих некоторую степенную функцию $C \cdot t^p$.

Этот факт обеспечивается, прежде всего, истинностью универсального эвристического правила: “**против любой экспоненты (роста) есть своя экспонента (сопротивления росту)**”.

Заключение

Все вышеизложенное указывает на **несостоятельность демографической теоремы Т.Р. Мальтуса, основ экономической теории Дж.М. Кейнса, концепции органического (гармоничного) роста и развития мира и его регионов Э. Пестеля, идей глобализма и необходимости, как следствие, монополярности Мирового сообщества государств.** Во всяком случае, нет необходимости искать путей развития мира ни в одном из перечисленных направлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мальтус Т.Р. Опыт о законе народонаселения: Пер. с англ. Т.1-2. – СПб, 1896.
2. Кейнс Дж.М. Общая теория занятости, процента и денег: Пер. с англ.- М.: Мир, 1978.
3. Forrester J.W. World dynamics. Cambridge. Mass. Wright – Allen Press, 1971.
4. Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рэндерс Й., Беренс Ш В. Пределы роста: Доклад по проекту Римского клуба “Сложное положение человечества”: Пер. с англ.- М.: МГУ, 1991. – 208 с.
5. Пестель Э. За пределами роста: Пер. с англ. – М.:Прогресс, 1988. – 272 с.
6. Нейман Дж. фон. Теория самовоспроизводящихся автоматов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1971. – 382 с.
7. Аладьев В.З. Однородные структуры. Теоретические и прикладные аспекты: – Киев: Техника, 1990. – 272 с.
8. Арбиб М. Мозг, машина и математика: Пер. с англ. – М.: Наука, 1968. – 224 с.
9. Джансенитов К.К. О стираемых и самовоспроизводящихся конфигурациях // Известия АН КазССР. Серия физико-математическая, 1969, №5. – с. 58-63.
10. Одум Ю. Основы экологии: Пер. с англ.- М.: Мир, 1975. – 740 с.