

Модель роста населения земли и предвидимое будущее цивилизации

С.П. КАПИЦА

Введение

Цель работы состоит в количественном и междисциплинарном исследовании роста населения Земли как динамической системы. Развита ниже феноменологическая теория, опираясь на данные демографии и методы физики в сочетании с представлениями антропологии и социологии, экономики и истории, открывает возможность построения общей теории развития человечества и ставит ряд методологических вопросов о природе человека.

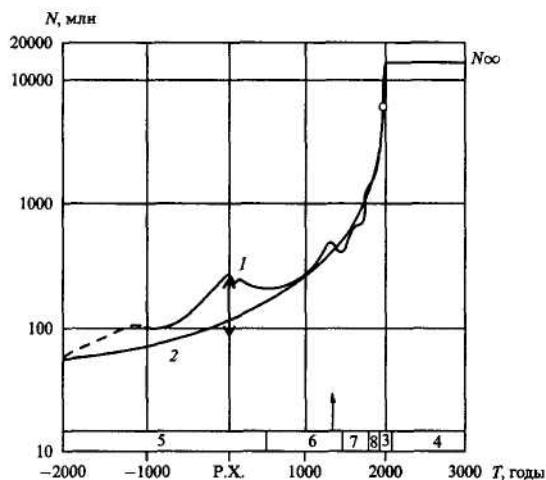
В демографии рост населения Земли обычно описывается как суммарный рост регионов или стран мира. Однако эту же проблему можно рассматривать исходя из представлений о росте и развитии населения нашей планеты как эволюционирующей системы. На основе такого подхода оказалось возможным предложить математическую модель для описания мирового демографического процесса, основанную на идеях синергетики [Капица 1996, 1999]. Такое моделирование позволяет описать рост человечества на протяжении практически всей длительности нашей истории, дать оценки времени начала развития ≈ 4 — 5 млн лет тому назад и числа людей когда-либо живших ≈ 100 млрд. В рамках модели также описываются крупные периоды, выделенные историей и антропологией циклы социально-экономических и технологических этапов роста. На основе развитых представлений сделаны выводы о предвидимом будущем, когда численность населения мира стабилизируется на уровне $= 10$ — 12 млрд, для которых и следует обсуждать условия устойчивого развития (рис. 1).

Заметим, что на полулогарифмической сетке экспоненциальный рост изображается прямой. На графике роста по мере приближения к демографическому переходу видно сжатие исторического времени.

В настоящее время образ все возрастающего и безудержного роста населения, если его наивно экстраполировать в будущее, приводит к тревожным прогнозам и даже апокалиптическим сценариям глобального будущего человечества. Однако существенно то, что ныне человечество *переживает демографический переход*. Этот общий для всех стран исторический переворот состоит в начальном резком возрастании скорости роста популяции страны, сменяющегося затем столь же стремительным ее уменьшением, после чего население стабилизируется в своей численности. Результатом этой революции станет новый режим развития человечества. Демографический переход уже пройден так называ-

Модель роста населения земли...

Рисунок 1. *Население мира от 2000 г. до Р. Х. до 3000 г.*



Примечание. Предел роста $N_{\infty} = 12 \cdot 10^9$: 1 — население мира с 2000 г. до н. э. согласно Бирабену; 2 — гиперболический рост и режим с обострением, характеризующий демографический взрыв (1); 3 — демографический переход; 4 — стабилизация населения; 5 — древний мир; 6 — средние века; 7 — новая и 8 — новейшая история; Т — чума 1348 г.; ° - 2000 г.

емыми развитыми странами, и теперь, всего на 50 лет позже, он происходит в развивающихся странах. Переход сопровождается ростом производительных сил и перемещением значительных масс населения из сел в города, а при его завершении наступает глубокое изменение возрастного состава населения. Методами демографии возможно рассчитать изменения населения на одно-два поколения вперед. Для таких прогнозов мир разбивается на ряд регионов, которым предписываются определенные сценарии роста. Подобное рассмотрение, при котором факторы роста сводятся к таким, казалось бы более элементарным, процессам, как рождаемость, смертность и миграция, в настоящее время и применяется, в частности, для описания демографического перехода [Lutz 1994; Cohen 1997]. Но таким образом трудно представить развитие всего человечества за сколько-нибудь длительное время.

Альтернативой может быть только последовательно системный подход, когда все население Земли рассматривается как сложная эволюционирующая и самоорганизующаяся система. При этом важно установить, в какой мере понятие системы применимо к населению Земли в целом и обладает ли процесс роста исторически предсказуемым и статистически детерминированным характером. Здесь возникают и определенные методологические трудности, связанные с применением представлений и методов физики к описанию и количественному анализу основных явлений в истории человечества. Заметим, что хотя использованные методы математики вполне элементарны, но само описание жизни общества основано на нелинейном рассмотрении, развитое уже в современной статистической физике.

Таким образом, в этом исследовании представления демографии, в первую очередь демографический переход, будут интерпретироваться с помощью по-

нятий современной нелинейной механики и синергетики. Методы последней — науки о сложных системах — дают такую возможность и, более того, могут ввести в традиционные гуманитарные области новые понятия. Масштаб же задачи таков, что в ней необходим поиск и развитие новых путей исследования этой важнейшей глобальной проблемы, какой представляются рост и развитие в самый критический за миллион лет с момента возникновения человечества. Поэтому рассматриваемая проблема в качестве опыта комплексного междисциплинарного исследования имеет как фундаментальный смысл для наук о человеке и обществе, так и практическое значение для политики и истории.

Население мира как система

Возможность рассмотрения населения мира как системы, единого и замкнутого объекта, который достаточно характеризовать числом людей на данный момент, долгое время отрицался в демографии. Ряд демографов видели в населении мира только сумму населения всех стран и не рассматривали его как объективную динамическую характеристику глобальной системы [Covi 1977]. Но ключевое понятие для системы — это взаимодействия. С одной стороны, система должна быть замкнутой, т. е. быть достаточно изолированной от внешних воздействий, а с другой стороны, целостность и развитие самой системы определяются внутренними взаимодействиями. Именно взаимосвязанность и взаимозависимость современного человечества, обусловленные транспортными и торговыми связями, миграционными и информационными потоками, объединяют всех в целое и дают неоспоримые возможности рассматривать сегодня мир как глобальную систему. Однако в какой мере такой подход справедлив для прошлого? Мы увидим, что в рамках самой модели можно сформулировать критерий системности роста. И в далеком прошлом, когда людей было мало, а мир в значительной степени был разделен, все равно его популяции медленно, но верно взаимодействовали. Следует также подчеркнуть, что для населения Земли в целом не следует учитывать миграцию, играющую заметную роль в балансе населения отдельной страны или региона, поскольку в масштабе планеты эмигрировать пока просто некуда.

Наконец, существенно то, что биологически все люди принадлежат одному виду *Homo sapiens*, у них одинаковое число хромосом — 46, отличное от всех других приматов, а все расы способны к смешению и социальному обмену. [Хрисанфова, Перевозчиков 1991]. Хабитатом обитания человечества служат практически все удобные для этого части Земли, однако по своей численности мы превышаем сравнимых с нами по размерам и питанию животных на **пять порядков** — в сто тысяч раз. Только домашние животные, живущие около человека, не ограничены в своей численности, как их дикие родственники, каждый вид которых занимает свой ограниченный ареал, свою экологическую нишу. Таким образом, человечество на определенном этапе создало свою окружающую среду и отделилось от остальной биосферы. Теперь же, когда деятельность человека приобрела планетарный масштаб, со всей остротой стал вопрос о нашем влиянии на окружающую природу, и именно поэтому очень существенно понять, какими факторами определяется рост числа людей на нашей планете. При применении понятия системы и оценке значимости взаимодействий

Модель роста населения земли...

важно установить, с какой постоянной времени и какими процессами это определяется. Так, выделение этносов и народов, дифференциация диалектов и языков происходят в своем масштабе времени. Больше время заняло разделение человечества на расы. Изменение же самой глобальной демографической системы занимало в прошлом еще большие времена, и в рамках настоящего исследования это время будет оценено. Более того, будет показано, что сама его величина связана с ростом населения Земли, и чем дальше мы удаляемся в прошлое, тем это время дольше. Вместе с тем есть основания утверждать, что на протяжении последних сотен тысяч лет человек биологически мало изменился и что основное развитие, и самоорганизация человечества происходили в социальной сфере при сапиентации человека, обязанное его высокоразвитому мозгу и сознанию.

Математическая модель роста населения Земли

Население мира в момент времени T мы будем характеризовать числом людей $N(T)$. Это будет ведущей аддитивной переменной, подчиняющей все остальные. Такое выделение главной переменной характерно для системного подхода и получило свое обоснование в синергетике [Хакен 1985; Николис, Пригожин 1984]. Процесс роста будет рассматриваться на значительном интервале времени — очень большом числе поколений. В этом случае можно ожидать, что сама длительность жизни человека не будет явно входить в расчет в форме временного ограничения, равно как и в распределении людей по возрасту и полу. Учет этих процессов лежит в основе методов демографии, но при этом трудно охватить более длительные и масштабные явления роста, и именно в этом состоит разница демографического и асимптотического, системного подходов.

Когда рассматривается сложный, многофакторный процесс развития системы, обладающий, однако, статистической стационарностью, следует ожидать, что рост происходит динамически самоподобно. В этом случае остается неизменной пропорция между относительным изменением численности и относительным изменением времени. Таким образом, в основе модели лежит предположение об *автомодельности* развития, что выражается в масштабной инвариантности, скейлинге этого процесса. Смысл этой основной гипотезы состоит в том, что утверждается постоянство относительной скорости роста системы. Это своего рода принцип инерции развития системы, и в этом случае можно показать, что рост должен описываться степенным законом. В частности, исключаются экспоненциальный и логистический рост, имеющие внутренний масштаб времени — время удвоения. Степенной закон был обнаружен рядом авторов (Маккендрик, Форстер, Хорнер), которые, обработав данные за несколько веков, предлагали эмпирическую формулу роста:

$$N = \frac{C}{T_1 - T} = \frac{200 \times 10^9}{2025 - T}, \quad (1)$$

где $C = 200$ млрд — постоянная, а время T выражено в годах от Р. Х.

Эта формула с удивительной точностью описывает рост населения Земли в течение сотен и даже многих тысяч лет. Та же формула независимо была полу-

чена и автором. Однако мы это выражение будем рассматривать не как эмпирическую формулу для описания роста, а как выражение, математически и физически корректно описывающее процесс самоподобного развития, следующий гиперболическому закону роста. Такой рост известен в физике как режим с обострением, каким и представляется демографический взрыв [Курдюмов, Князева 1994; Самарский и др. 1986].

Несмотря на то что выражение (1) имеет необходимые свойства и хорошо согласуется с данными демографии, эта формула принципиально ограничена областью, в которой она применима. Во-первых, по мере приближения к 2025 г. население мира будет стремиться к бесконечности. Во-вторых, и в далеком прошлом получается столь же абсурдный результат, поскольку при сотворении Вселенной 20 млрд лет тому назад должно было уже существовать 10 человек — космологов, несомненно обсуждавших все величие происходившего!

Однако из теории таких процессов известно, что степенные зависимости верны только асимптотически, и область их применения ограничена. Одновременно мы увидим, что особенность при демографическом переходе представляется как неравновесный переход, наступающий при кризисе механизма роста. Демографический переход для всего населения мира показан на рис. 2.

Фактор, который не учтен в (1), есть время, характеризующее жизнь человека — его репродуктивную способность и продолжительность жизни, т. е. именно те процессы, которые характеризуют внутренние процессы в системе. Именно эти факторы в первую очередь проявляются при прохождении через демографический переход. Это можно учесть, продифференцировав (1), и затем в выражение для скорости роста ввести как микроскопический параметр феноменологии характерное для жизни человека время t и таким путем исключить особенность при T_1 :

$$\frac{dN}{dT} = \frac{C}{(T_1 - T)^2} \rightarrow \frac{C}{(T_1 - T)^2 + \tau^2}. \quad (2)$$

В начальный период роста, когда N мало, в далеком прошлом минимальная скорость роста не может быть меньше появления одного человека, вернее гоминоида, за такое же характерное время. Исключив таким, известным в физике, приемом особенности роста как в настоящем, так и в прошлом, можно регуляризовать решения для скорости роста. Интегрируя (2), решение (1) может быть продолжено в предвидимое будущее, за пределы особенности при T_1 :

$$N = \frac{C}{\tau} \operatorname{arcctg} \left(\frac{T_1 - T}{\tau} \right). \quad (3)$$

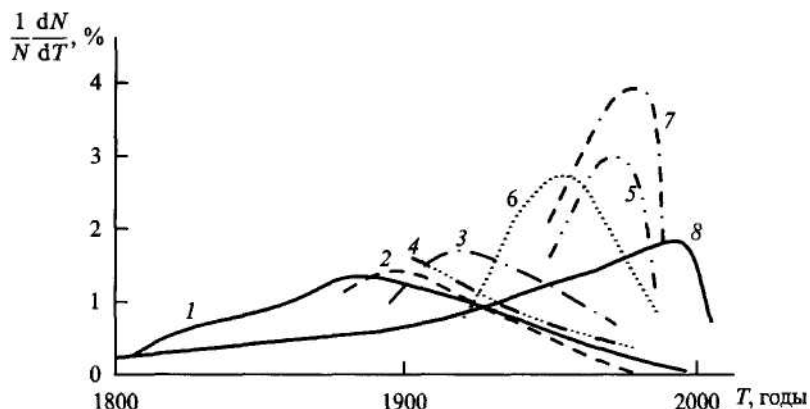
Значения новых постоянных, определенные с точностью нескольких процентов,
 $C = 172 \text{ Ч10}^9$, $T_1 = 2000$, $\tau = 45$

$$\text{и } K = \sqrt{\frac{C}{\tau}} = 62 \text{ 000}, \quad (4)$$

получаются на основе сравнения (3) с демографическими данными. Полученные асимптотические решения описывают рост человечества в течение трех эпох. Первая — наиболее продолжительная эпоха А антропогенеза, начинается с линейного роста, переходящего затем в гиперболический режим эпохи В, которая завершается взрывным развитием и режимом с обострением. После

Модель роста населения земли...

Рисунок 2. Прохождение населения стран через демографический переход



Примечание. 1 — Швеция; 2 — Германия; 3 — СССР; 4 — США; 5 — Маврикий; 6 — Шри-Ланка; 7 — Коста-Рика; 8 — модель.

дний в результате демографического перехода ведет к асимптотически стабилизированному плато и прекращению роста населения, к эпохе С (рис. 3).

Из-за введения t значение критического года перехода T_l сдвигается от 2025 г. к 2000 г. Само же значение $\tau = 45$ годам весьма удовлетворительно отражает некоторую среднюю временную характеристику жизни человека, хотя это число получено из обработки демографических данных как глобальная характеристика демографического процесса, а не привнесена из опыта жизни, которому она вполне отвечает. В развитой нами теории [Каница 1996, 1999] основной динамической характеристикой системы становится безразмерная константа $K = 62\ 000$. Как большой параметр нашей модели его значительная величина приводит к высокой эффективности асимптотических методов. Этот параметр определяет все соотношения в результатах расчетов и также является масштабом численности группы людей, определяющей коллективный характер того взаимодействия, которым описывается рост. Поэтому числами такого порядка характеризуется оптимальный масштаб города или района большого города, а в популяционной генетике подобными числами — численность устойчиво существующего вида. Таким образом, величина K связана с рядом явлений, в которых обнаруживаются кооперативные свойства человека.

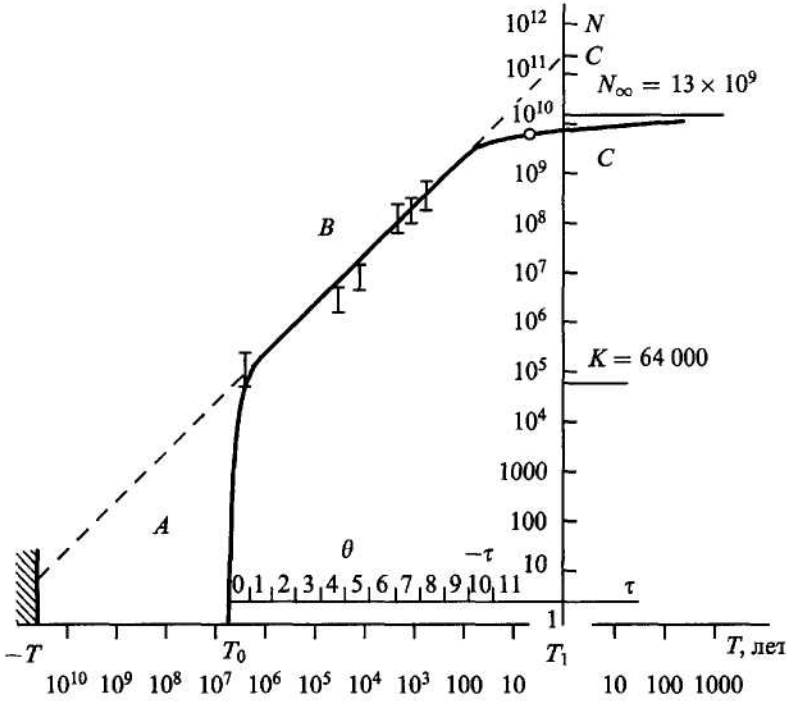
Скорость роста в эпоху В можно представить в виде

$$\frac{dN}{dt} = \frac{N^2}{K^2}, \quad (5)$$

где $t = T/\tau$ — время, измеренное в единицах эффективного поколения τ .

Это — простейшее нелинейное выражение для коллективного взаимодействия, которое суммарно описывает процессы экономической, технологической, культурной, социальной и биологической природы, определяющие скорость роста. Его следует рассматривать как феноменологическое представление способности человечества к развитию, где скорость роста приравнивается выражению, определяющему само развитие. С одной стороны, это мера сетевой

Рисунок 3. *Население мира от возникновения человечества до предвидимого*



Примечание. ° — настоящее время, θ — $\ln t$.

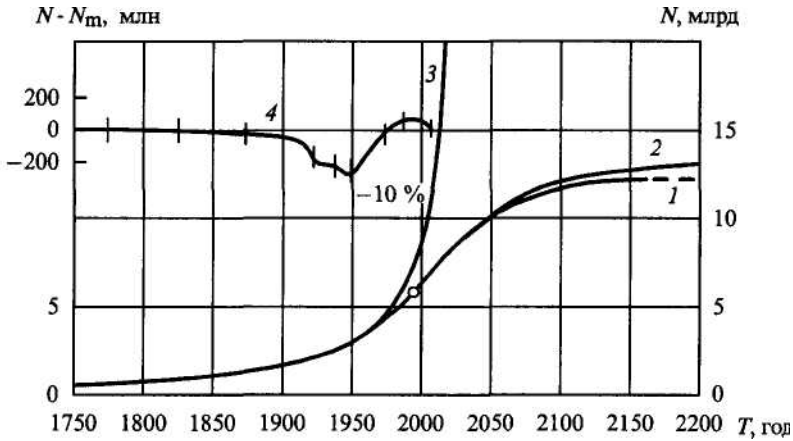
сложности динамической системы, а с другой стороны, это, по сути, некое эффективное поле, действующее на все составляющие, входящие в систему человечества (рис. 4).

Однако такой подход к описанию роста и развития человечества требует не только обоснования, но и известных усилий со стороны тех, кто мало знаком с такими общими методами, развитыми в теоретической физике, подходом, который может показаться формальным и механистичным. Трудность связана в первую очередь с необходимостью отказа от редукционизма — стремлением все представлять в виде результата действия элементарных факторов и прямых причинно-следственных связей. Именно взаимозависимость, нелинейность сильно связанных событий и механизмов заставляет искать системные — интегративные — принципы для описания поведения сложной системы в течение длительных промежутков времени и на большом пространстве. Подчеркнем, что этот квадратичный рост неаддитивен и нелинеен, и его нельзя применять для отдельной страны или региона, а только для всего населения планеты.

Смысл закона квадратичного роста состоит в том, что развитие самоускоряется, и каждый следующий шаг использует все ранее накопленное человечеством, прежде всего, информацию, которая несомненно играет основную роль в таком процессе. Можно думать, что именно распространение и передача из поколения в поколение информации — технологий и знаний, обычаев и культуры, религии и,

Модель роста населения земли...

Рисунок 4. Рост населения мира с 1750 по 2200 г.



Примечание. 1 — прогноз ПАСА [Хакен 1985]; 2 — Модель (4); 3 — уход на бесконечность (1); 4 — разница между населением мира и расчетом по модели, увеличенная в 5 раз. Четко видны потери населения при войнах; ° — настоящее время.

наконец, науки есть то, что качественно отличает человека и человечество в нашей эволюции. Долгое детство человека, овладение речью, его обучение, образование и воспитание в значительной мере определяют единственный, специфический для человечества способ развития и самоорганизации. Вместе с этим происходила и эволюция интеллекта, механизмов социального наследования, с помощью которых передаются поколениям и распространяются приобретенные признаки, качественно отличающие наследование у человека от наследования у остального животного мира. Таким путем именно коллективный опыт служит основой роста, пропорциональный информационному взаимодействию всех людей, который математически выражается в виде квадратичной зависимости от их общего числа. Эта зависимость возникает потому, что при обмене и распространении информации необратимо умножается число ее носителей в отличие от эквивалентного обмена ценностями, когда их общее число сохраняется, а сам обмен обратим. Это хорошо выражено в анекдоте о том, как два человека обмениваются идеями. В результате у каждого при этом прибавляется по идее!

Квадратичное развитие вначале настолько медленно, что к нему следует добавить линейную часть с тем, чтобы описать рост при малых N , подобно тому, как в химической кинетике вводится время инициации бимолекулярных химических реакций. В дальнейшем, в эпоху В, квадратичный член уравнения растет намного быстрее, чем в условиях линейного и любого экспоненциального роста, поскольку гиперболический рост ведет к бесконечности в конечное время T_1 . Мы также видим, что скорость гиперболического роста не зависит явно от внешних условий и определяется только собственными системными характеристиками — параметрами K и τ . Тогда же, когда скорость прироста на протяжении поколения или характерного времени τ становится сравнимой с самой численностью населения мира, самоподобие роста нарушается и возникает критический переход к другому закону роста — к стабилизирующейся численности населения Земли. Именно в этом следует видеть внутреннюю, системную природу демографического перехода.

На основе развитых представлений легко определить предел, к которому в эпоху С стремится численность человечества в обозримом будущем:

$$N_{\infty} = \pi K^2 = 12 \cdot 10^9 \quad (6)$$

и время начала роста в эпоху А

$$T_0 = T_1 - \frac{\pi}{2} K \tau = -4,4 \cdot 10^6 \quad (7)$$

лет тому назад. Если же проинтегрировать процесс роста от T_0 до T_1 то можно оценить полное число людей, когда-либо живших:

$$P_{0,1} = 2.25 K^2 \ln K = 100 \cdot 10^9. \quad (8)$$

В этой оценке $\ln K = 11,03$, а средняя длительность жизни человека принята равной 20 годам, как это сделано в оценках Кейфица и Вейсса, получивших значения для P от 80 до 150 млрд.

Всю картину роста лучше всего представить на двойной логарифмической сетке. Именно в двойном логарифмическом масштабе все степенные законы — законы автотомельного развития описываются прямыми линиями, что указывает на постоянство относительной — логарифмической — скорости роста. В дальнейшем мы увидим, что логарифмический масштаб времени позволит по-новому взглянуть на темпы развития и периодизацию всей истории человечества.

Сравнение теории с данными антропологии и демографии

Сначала подчеркнем, что в модели используется самое минимальное число параметров для описания всей истории человечества. Тем не менее модель дает возможность описать развитие человечества за гигантский период времени и возможность сравнить результаты расчетов с данными палеоантропологии и палеодемографии (табл. 1).

Начальная эпоха линейного роста А начинается 4,4 млн лет тому назад и продолжается $K\tau = 2,8$ млн лет. Так модель в общих чертах описывает первоначальный этап роста человечества, который может быть отождествлен с эпохой отделения гоминид от гоминоидов, начавшегося 4—5 млн лет тому назад (Хрисанфова, Перевозчиков, 1991). К концу эпохи А появился *Homo habilis*, а сама

его численность возросла до величины $N_{A,B} = K \tan 1 = 1,0 \cdot 10^5$. Эта оценка хорошо согласуется с оценкой 10^5 , данной Коппенсом для этого существенного момента в развитии человечества — времени, когда в нижнем палеолите в Африке появился «человек умелый» — *Homo habilis*. Расчет показывает, что в это время численность человечества испытывала сильные флуктуации. Подчеркнем, что модель дает оценку для момента начала эволюции T_0 , оценку вычисленную на основе неизменных значений для K и τ прошлом и настоящем.

Эпоха В гиперболического роста охватывает палеолит, неолит и исторический период. За этот важнейший отрезок времени длительностью 1,6 млн лет число людей еще раз выросло в K раз. Ко времени наступления демографичес-

Модель роста населения земли...

Таблица 1. Рост населения мира

Год	$10^{-6} N$	$10^{-6} N_M$	Год	$10^{-6} N$	$10^{-6} N_M$
-4,4Ч106	(0)	0	1920	1911	1998
-1,6Ч106	0,1	0,1	1950	2515	2816
-35000	1-5	2	1970	3698	3737
-15000	3-10	8	1990	5328	5132
-7000	10-15	17	2000	6261	6000
-2000	47	43	2025	8504	8174
0	100-230	90	2050	10019	9683
1000	275-345	185	2075	10841	10563
1500	450-540	362	2100	11185	11094
1650	550	515	2125	11390	11437
1750	735-805	715	2150	11543	11675
1800	907	885	2200	11600	11980
1850	1170	1150	2500	UN↑	12500
1900	1650-1710	1660			

Источник: [Cohen 1997].

кого перехода, которое по модели можно отнести к T_I — $\tau = 1955$ г., население Земли составило уже $\frac{\pi}{4} K^2 = 3$ млрд, а к 2000 г. — середине демографического перехода — расчетное население достигнет $\frac{\pi}{2} K^2 = 6$ млрд, половину от стабилизированного населения $N_\infty = 12$ млрд в эпоху С.

В течение каменного века человечество расселилось по всему земному шару, причем во время плейстоцена происходило до пяти оледенений, а уровень Мирового океана изменялся на сотню метров. При этом перекраивалась и география Земли, соединялись и вновь разъединялись материки и острова, а человек, гонимый изменениями климата, занимал все новые и новые земли, и его численность сначала медленно, но затем с нарастающей скоростью росла. Из концепции модели следует, что в тех случаях, когда наступал длительный разрыв в популяциях, в мировом сообществе замедлялось развитие в тех анклавах, которые надолго отделялись от основной массы человечества. Задержка произошла и с доколумбовой Америкой, длительное время развивавшейся самостоятельно: будучи надолго оторванной от Евразийского массива, она неминуемо отстала от процесса развития мировой цивилизации. Систематический и неизменный рост наблюдался в Евразийском пространстве, по которому кочевали племена и мигрировали народы, формировались этносы и языки. Во время неолита взаимодействие и обмен осуществлялись по Степному пути. Позднее существенную роль играли торговые связи и наибольшее значение имел Великий шелковый путь — сеть караванных маршрутов, соединявших Китай и Европу, а также Индию. По этому пути начиная с античности шел интенсивный

межконтинентальный обмен, распространялись технологии и мировые религии. На всем пространстве ойкумены существенным индикатором взаимодействий и миграций служат распространение и связи языков мира (рис. 5).

Данные о населении мира во всем диапазоне времен с достаточной достоверностью укладываются в предложенную модель, несмотря на то что, чем дальше мы уходим в прошлое, тем сильнее точность данных для населения мира уменьшается. Поучительно сравнение расчетов по модели с прогнозами демографии на ближайшее будущее. Математическая модель указывает на асимптотический переход к пределу 12 млрд, причем 90 % предельной численности, равной 11 млрд, следует ожидать к 2150 г. Эти данные можно сравнить с расчетами ООН и Международного института прикладного системного анализа (IIASA).

Прогноз ООН основан на обобщении ряда сценариев для рождаемости и смертности по девяти регионам мира и доведен до 2150 г. По оптимальному сценарию ООН, население Земли к этому сроку выйдет на постоянный предел 11 600 млн, который затем экстраполируется до 2200 г. Прогнозы IIASA охватывают меньший диапазон времени — до 2100 г. и основаны на разделении мира на шесть регионов при десяти сценариях развития. Оптимальным полагается вариант медленного спада рождаемости, при котором расчеты ООН и IIASA практически совпадают. Для 2100 г. приводятся следующие прогнозы (в млрд — [Lutz 1994]):

IIASA 12,6 ±3,4; ООН 11,2 - 5,2+7,9; Мировой банк 11,7 и Модель 12 +0 -1.

Большой интерес представляет собой последнее исследование проблемы роста населения Земли, предпринятое в IIASA, где вновь согласно принятым в демографии методам, рассчитана численность человечества до 2100 г. [Lutz 1994]. В последнем варианте прогноза предпринят вероятностный способ обработки данных, и обобщенные таким образом экспертные оценки по существу перекрывают модель. Однако, как подчеркивает Лутц, после 2030 г. эти результаты делаются все менее достоверными из-за потери устойчивости методов, основанных на экстраполяции современных данных.

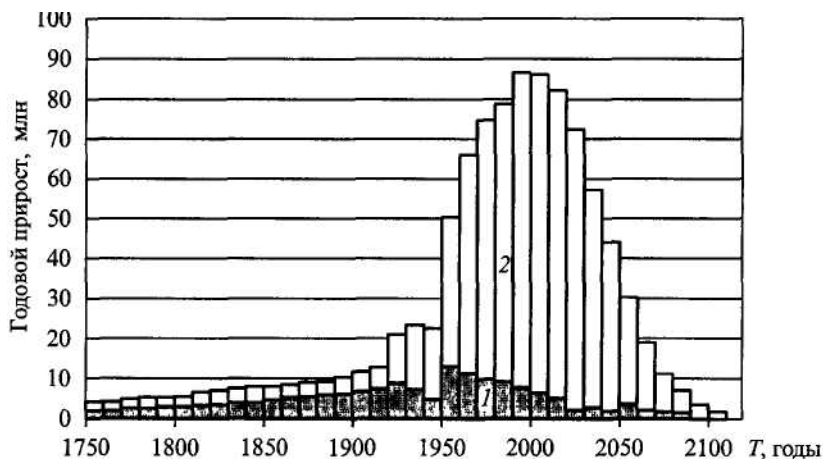
Глобальный демографический переход

Продолжительность перехода, при котором население Земли утроится, занимает всего $2t = 90$ лет, однако за это время, составляющее 1/50 000 всей истории человечества, коренным образом изменится характер его развития. Тем не менее, несмотря на краткость перехода, это время переживут 1/10 всех людей, когда-либо живших. Заметим, что в рамках модели для демографического мультипликатора M , введенного Шене, получается значение $M = 3$, которое хорошо согласуется со значениями для крупных стран и мира в целом $M = 2,95$ [Chesnais 1992] (рис.6).

Острота перехода в значительной мере обязана синхронизации процессов развития и тому сильному взаимодействию, которое осуществляется в мировой демографической системе, что служит неоспоримым примером глобализации, охватывающей все население нашей планеты.

Модель роста населения земли...

Рисунок 5. Демографический переход с 1750 по 2100 гг.,



Примечание. Прирост населения мира, осредненный за декады; 1 — развивающиеся страны; 2 — развитые страны.

Рисунок 6. Распределение населения по возрастам и полу для 1975 и 2000 гг.



Примечание. По расчетам Национального бюро переписей США. Данные для 2000 г. соответствуют среднему варианту.

Именно ударность, обостренность перехода, когда его характерное время оказывается меньше средней продолжительности жизни в 70 лет, приводит к нарушению длительных, выработанных за тысячелетия нашей истории ценностных и этических представлений. Сегодня принято говорить, что связь времен нарушается. В этом можно видеть проявление представлений модели о неравновесности процесса роста, ведущей к неустойчивости жизни, характерных для нашего времени стрессов. Это находит выражение в кризисах, начиная от уров-

ня отдельной личности и семьи до стран и империй. Эти кризисные явления видны в распаде структур, которые формировались и существовали веками, а теперь исчезают за десятилетия, следуя темпу сжатия исторического времени.

Наиболее существен вывод о стабилизации населения мира после демографического перехода. В свете представленной модели это следует из-за перехода от одного типа развития — гиперболического роста в течение эпохи В и режима с обострением — к стабилизированному режиму эпохи С как следствию тех системных динамических и статистических закономерностей, которые лежат в основе самоорганизации развития. Анализ показывает, что в предположении неизменности механизма, стабилизированный рост асимптотически устойчив.

При демографическом переходе коренным образом меняется соотношение между молодыми и старшими поколениями (рис. 7). Распределение населения по возрасту и полу обычно представляют в виде диаграмм, на которых наглядно видно, как с возрастом изменяется состав населения и как, в случае нестационарного состояния, происходит эволюция системы. С точки зрения системного подхода и статистической физики переход представляется как фазовое превращение, которое и следует связывать с изменением распределения по возрасту в системе народонаселения. В модели это учитывается только временем t . Эволюция же этих распределений может быть рассмотрена либо при развитии модели, либо методами демографии на основе ее теоретических представлений, разработанных для этих целей и имеющих особое значение именно для описания демографического перехода.

Весь изложенный подход позволил охватить все развитие человечества, рассматривая рост его численности как процесс самоорганизации. Этот подход стал возможен благодаря переходу на следующий уровень интеграции по сравнению с уровнем, принятым в демографии, когда для описания поведения отдельной страны или региона во временном масштабе одного или двух поколений можно обратиться к ее методам. Таким образом, методы моделирования и демографии по существу дополняют друг друга, не противореча в той области, где они перекрываются. Эту согласованность двух подходов следует рассматривать как проявление принципа соответствия, хорошо известного в физике для явлений разного масштаба и степени агрегации.

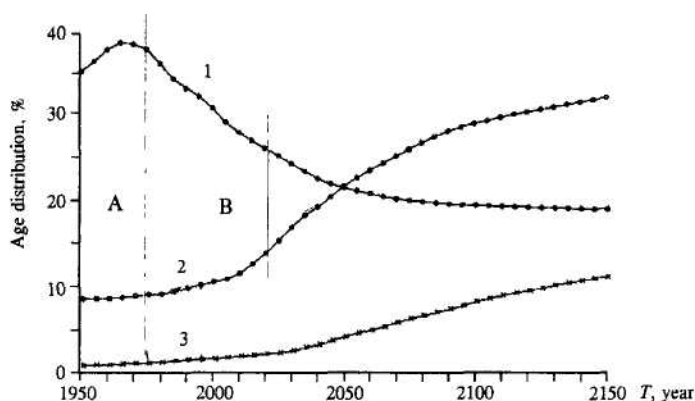
Трансформация темпов развития во времени

Существенным результатом теории роста стало представление об изменении течения времени — его сокращения по мере развития системы и давно известное историкам и философам. Изменение масштаба времени, происходящее по мере роста человечества, легко представить математически, если ввести понятие о мгновенном времени T_e экспоненциального роста как характеристику времени перемен, рассматривая его в зависимости от времени T . Тогда для эпохи В в первом приближении получим, что скорость роста связана с давностью:

$$T_e = \left(\frac{1}{N} \frac{dN}{dT} \right)^{-1} = T_1 - T. \quad (9)$$

Модель роста населения земли...

Рисунок 7. Старение населения мира. 1950—2150 гг. в % (по расчетам ООН)



Примечание. Когорты моложе 15 лет (1), от 65 до 80 лет (2) и старше 80 лет (3); А - развивающиеся страны; В - развитые страны.

Таким образом, относительный рост составляет $100/T_e$ % в год. Поскольку сегодня мы очень близки к T_1 , то T_e просто равно удалению в прошлое. Так, 100 лет тому назад $T_e = 100$ лет, а относительный рост был 1% в год. При начале нашей эры, 2000 лет тому назад, рост был 0,05 % в год, а 100 тыс. лет тому назад $T_e = 10^5$ рост был так мал, что общество считали статичным. Тем не менее и тогда человечество росло и развивалось в соответствии с его древностью.

При наступлении эпохи В 1,6 млн лет тому назад в начале палеолита заметное изменение могло произойти только за миллион лет. Такой крайне медленный рост в те далекие времена хорошо известен в антропологии, однако удовлетворительного объяснения он не имел [Хрисанфова, Перевозчиков 1991]. К наступлению неолита 10—12 тыс. лет тому назад скорость роста была уже в 10 000 раз больше, чем в начале каменного века, а население мира составляло 15 млн, что соответствует оценкам. В рамках модели неолитической революции как скачка нет, поскольку описывается только усредненная картина развития. Поэтому, даже если локально неолитическая революция привела к быстрому росту населения, в среднем для человечества это изменение происходило достаточно плавно, при постоянстве относительной скорости развития. Заметим, что к неолиту прожила половина всех людей, когда-либо живших, а в логарифмическом масштабе прошла половина времени от T_0 до T_1 .

В настоящее время, по мере приближения к критической дате T_1 , T_e уже отстает от линейной зависимости, и $T_e = 58$ проходит через свое минимальное значение, соответствующее указанному выше среднегодовому росту в 1,7 % и мгновенному времени удвоения $T_2 = 0,7 T_e = 40$ годам. Это подчеркивает, насколько стремительно человечество проходит через критический период. После 2000 г. при стабилизации численности населения Г станет быстро расти.

Представление о логарифмическом преобразовании времени поучительно распространить на периодизацию истории и оценку длительности крупных исторических процессов. Так, согласно историку Гиббону, упадок и разложение

Римской империи продолжались 1,5 тыс. лет, в то время как нынешние империи создавались за века и распадаются за десятилетия. Растяжение и сжатие системного времени в сотни и тысячи раз лучше всего видно, если крупные исторические периоды представить в логарифмическом масштабе. Наблюдения антропологов и традиции историков четко намечают рубежи эпох, равномерно разделяющие в логарифмическом масштабе время от $T_0 = 4\text{—}5$ млн лет тому назад до $\Gamma, = 2000$. Более того, с той точностью, которую можно ожидать, эта периодизация соответствует тому, что каждый следующий цикл короче предшествующего в 2,5—3 раза и ведет к увеличению численности во столько же раз; поэтому их следует назвать демографическими циклами. Если мы обратимся к формуле для числа людей, когда-либо живших, то в эпоху В в каждый из $\ln K = 11$ периодов жило по $2,25K^2 = 9$ млрд человек, тогда как сама продолжительность циклов изменялась от 1 млн до 45 лет, а $\Delta P = 9$ млрд выступает как циклический инвариант системного роста.

Петербургский историк И.М. Дьяконов в поучительном обзоре «Пути истории» четко указал на экспоненциальное сокращение продолжительности исторических периодов по мере приближения к нашему времени [Дьяконов 1994]. Трансформацию исторического времени также можно связать с представлением о временной протяженности — *longue durée*, обсуждаемое новой французской исторической наукой [Бродель 1986]. На этих примерах видно, как близко соприкасается видение историков и образы, принадлежащие точным наукам, введенные при описании глобального развития человечества. То, что следует назвать метаисторическим подходом, может быть продлено и в еще более далекое прошлое, где найденные закономерности четко прослеживаются вплоть до времени возникновения человека и появление разума как ключевого фактора.

Особое значение в масштабе глобальной истории следует придать синхронности системного поведения — вопрос, который издавна находится в центре внимания исторической науки [Бродель 1986; Конрад 1972; Савельева, Полетаев 1997]. Глобальная периодизация, следующая из модели, служит свидетельством устойчивости роста и детерминированности глобального исторического процесса, а одновременность основных рубежей, обязанных информационному взаимодействию, — системному поведению человечества. Вместе с тем демографические циклы можно связать с представлением о социально-технологических циклах, предложенных Н.Д. Кондратьевым [Яковец 1992], но которые, при учете неравномерности времени, охватывают уже всю историю человечества.

Окружающая среда и устойчивость развития

В представленной периодизации, даже если не обращаться к формальным выводам моделирования, видно, как в настоящее время происходят завершение эпохи роста и смена парадигмы развития человечества. Демографический переход как следствие предела сжатия исторического времени следует поэтому рассматривать как важнейший рубеж во всей истории человечества.

Рост, описываемый кооперативным взаимодействием, включающий все виды человеческой деятельности по существу учитывает и развитие науки и техники, как системного фактора — развитие, которое принципиально не выделяет наше время по сравнению с прошлым. Такое влияние новых технологий

Модель роста населения земли...

происходило на всем протяжении прошлого человечества, и именно такими этапами отмечены, например, эпохи каменного века. Тот же процесс, только в большем темпе, происходит и сегодня. Поэтому, принимая закон развития неизменным, что видно по неизменности роста населения мира до демографического перехода, следует полагать, что не исчерпание ресурсов, перенаселение или развитие науки и медицины станут определяющими в изменении алгоритма роста. Его изменение определяется не граничными условиями, а внутренними причинами, в первую очередь ограниченной скоростью роста, определяемой природой человека и количественно выраженной в характеристическом времени t . Влияние же внешних, глобальных, условий может сказаться лишь в следующем приближении, в том числе тогда, когда масштаб деятельности человека станет планетарным фактором эволюции Земли и ее биосферы. Таким образом, заключение, к которому приводит теория, состоит в общей независимости глобального роста от внешних условий — вывод, находящийся в противоречии с традиционными и общепринятыми мальтузианскими представлениями [Кинг, Шнейдер 1992].

Действительно, на всем пути развития человечество в целом всегда располагало достаточными ресурсами для развития, и человек их осваивал, расселяясь по Земле и увеличивая эффективность производства. Когда контактов, ресурсов и пространства не было, развитие кончалось, однако в среднем общий рост был неуклонным. Рост производительности труда привел к тому, что сегодня в развитых странах 2—3 % населения могут прокормить всю страну. По утверждению экспертов Международной организации питания и в настоящее время на планете также есть достаточно пространства и ресурсов для принципиальной возможности обеспечить питанием 20—25 млрд человек [Cohen 1997]. Более того, до сих пор и, по-видимому, в обозримом будущем такие ресурсы будут иметься и позволят человечеству пройти через демографический переход, при котором население увеличится не более чем в 2 раза.

В обозримом будущем, после демографического перехода, встанет вопрос о критериях развития. Если в прошлом все выражалось в количественном росте, то в новых условиях при стабилизации численности населения критерием развития, по-видимому, станет *качество* населения. Так, за изменением возрастной структуры населения последует глубокая перестройка ценностных ориентаций в обществе, большая нагрузка на здравоохранение, систему социальной защиты, образования и науки, будет вырабатываться новое, ответственное отношение к окружающей среде. Эти фундаментальные изменения ценностных установок общества несомненно представляют основную проблему на новом этапе эволюции человечества, который наступит в предвидимом будущем при стабилизации населения нашей планеты после демографического перехода. Представляется, что именно в этом контексте следует рассматривать концепцию устойчивого развития — *sustainable development* — и самого **качества жизни**, к которому сейчас обращаются [Caring 1996].

С исторической и социальной точек зрения исключительное значение имеет системная устойчивость развития человечества как в процессе роста, так и, особенно, во время переходного периода. Следует заметить, что при демографическом переходе на его первой стадии, как показывает расчет, системная устойчивость будет минимальной, и именно тогда происходит исторически внезапное появление молодого и активного поколения. Так было в развитых

странах, в первую очередь в XIX в. в Европе, когда она проходила через этот этап. Так возникли демографические предпосылки как для стремительного экономического развития и роста городов, так и для тех мощных волн эмиграции, которые привели к заселению Нового Света, Сибири и Австралии. Но это не в достаточной мере стабилизировало процесс развития и в конечном итоге способствовало системному кризису мировых войн.

В канун Первой мировой войны Европа развивалась темпами, никогда в будущем уже не превзойденными. Так, экономики Германии и России росли более чем на 10 % в год. Это сопровождалось необыкновенным расцветом науки и искусств, предопределившим все, что затем происходило в культуре XX в. Но Belle Époque — это прекрасное время расцвета Европы — оборвалось роковым выстрелом в Сараево, кризисом войны, и потребовалось 40 лет для того, чтобы его преодолеть. Мировые войны привели к общим потерям около 150 млн, или 10 %, населения мира. В прошлом следует обратить внимание на потери от Черной Смерти — страшной пандемии чумы в XIV в., возникшей вследствие развязанной тогда бактериологической войны и приведшей к значительным нарушениям роста населения мира. Тем не менее, как и в случае мировых войн XX в., человечество очень быстро восполнило эти потери и, что примечательно, вернулось на прежнюю траекторию роста, что указывает на ее общую устойчивость.

В настоящее время возможна потеря системной устойчивости при прохождении развивающихся стран через демографический переход — переход, который произойдет в два раза быстрее, чем в Европе, и охватит в десять раз больше людей. Так, в течение последних десяти лет экономика Китая растет более чем на 10 % в год, тогда как население, превышающее 1,2 миллиарда, растет на 1,1 %. Население же Индии в 930 млн растет на 1,9 %, а экономика — на 6 % в год. Вместе с аналогичными цифрами, характеризующими стремительное развитие стран Азиатско-Тихоокеанского региона, возникают все увеличивающиеся градиенты роста населения и экономического неравенства, разрушительный потенциал которых может угрожать глобальной безопасности, особенно при наличии в этом регионе.

К факторам потенциальной нестабильности следует добавить демографические градиенты на границах государств. В частности, просторы Сибири в настоящее время теряют население, в то время как в северных провинциях Китая оно стремительно растет. На границе же США и Мексики происходит, подобно нашей границе с Китаем, диффузия населения на север. Аналогичное положение может возникнуть с взрывающимся 200-миллионным населением Индонезии к северу от малонаселенного континента Австралии, где живет всего 18 млн человек.

При сравнении динамики населения Европы и Азии видно, что в самое ближайшее время центр развития переместится в Азиатско-Тихоокеанский регион. Тихий океан станет последним «Средиземноморьем» планеты, где Атлантика была вторым, а Средиземное море — первым. Только учитывая динамику этого региона, выраженную в росте населения, можно делать какие-либо выводы о мире, в котором предстоит жить нашим внукам и правнукам, — мире, где Европа навсегда станет малочисленной окраиной (табл. 2).

Нарастающие неравномерности развития могут стать потенциальной причиной потери устойчивости роста и, как следствие, привести к войнам. Такие

Модель роста населения земли...

Таблица 2. Динамика населения мира, Азии и Европы

Год	1950			2000			2050		
	Мир	Азия	Европа	Мир	Азия	Европа	Мир	Азия	Европа
Население (млн)	2500	1400	590	6170	3740	730	9800	5700	700
Рост % в год	1,78	1,90	0,96	1,49	1,55	0,08	0,54	0,44	-0,2
Детс. смер. на 1000	156	180	72	57	57	12	17	17	6

возможные неустойчивости принципиально нельзя предсказать, однако указать на их вероятность не только возможно, но и необходимо сделать. Именно в сохранении устойчивости развития состоит главная ответственность мирового сообщества: сохранить мир в эпоху крутых перемен и не дать местным конфликтам разгореться в пожар, подобный тому, что возник в Европе в начале XX в. Без такой глобальной устойчивости невозможно решение других глобальных проблем, какими бы значимыми они ни казались. Поэтому при обсуждении глобальных вопросов безопасности, наряду с военной, экономической и экологической безопасностью, следует включить в анализ, причем далеко не на последнем месте, демографический фактор безопасности и стабильности мира, который должен учитывать не только количественные параметры роста населения, но качественные, в том числе этнические, факторы.

Заключение и выводы

Для населения мира, если рассматривать его как единую развивающуюся путем самоорганизации систему, предложенная модель позволяет охватить громадный диапазон времени и круг явлений, в которые входит по существу вся история человечества. Постоянство и инвариантность автомодельного процесса, для которого устанавливаются естественные границы его реализации, представляется существенным свойством модели, использующей только самые необходимые и минимальные средства для ее построения.

В начале XIX века на основе математической модели Мальтус утверждал, что именно ресурсы определяют предел экспоненциального роста населения, представления, оказавшие большое влияние на обществоведов и экономистов. В середине XX в. эти представления были развиты в первых докладах Римскому клубу при создании больших моделей на ЭВМ [Кинг, Шнейдер 1992]. Тогда же было привлечено внимание и впервые сформулированы глобальные проблемы, стоящим перед человечеством. Однако наша модель парадоксально указывает на глобальную независимость развития от внешних ресурсов в течение всей истории. Развития, при котором темп роста всецело зависит от внутренних свойств системы, а не внешних факторов. Это обстоятельство позволяет сформулировать, в отличие от популяционного принципа Мальтуса, **принцип демографического императива.**

Поэтому в данном исследовании демографическому фактору придается первостепенное значение. Однако приходится отметить, что в дискуссиях по глобальной проблематике демографический подход до последнего времени по

существованию отсутствует и по политическим мотивам под давлением некоторых держав исключен из обсуждения. В настоящее время это положение изменилось, и ныне значение демографического фактора признается все больше. В силу указанных причин и тех острых дискуссий и выводов, которые делаются на основе представлений о предвидимом будущем, следует считать целесообразной постановку междисциплинарных комплексных исследований этих проблем, где математическое моделирование вместе с другими методами должно участвовать в анализе роста численности населения мира и тех последствий, которые это будет иметь во время демографической революции.

Справедливость принципов моделирования надо видеть не только и не столько в том, насколько близко расчет совпадает с наблюдаемыми данными, сколько в следствиях тех основных предположений о системности и статистической стационарности процесса автомодельного роста, которые положены в ее основу. Именно в этом представляется успех применения методов нелинейной механики, развитых в значительной мере Хакеном и Пригожиным в исследовании эволюции неравновесных систем и приложенных выше к анализу роста населения мира. Охватывая все развитие системы человечества, нелинейная модель, естественно, неприменима к отдельным регионам и странам. Однако глобальный ход развития оказывает влияние на каждую страну, каждую демографическую подсистему как часть целого.

Модель предлагает феноменологическое, макроскопическое описание явлений, в основе которого лежит представление о кооперативном взаимодействии, включающем все процессы экономической, технологической, социальной, культурной и биологической природы и приводящем к самоускоренному гиперболическому росту. Это взаимодействие, несомненно, связано с сознанием, качественно отличающим человечество от животного мира и обязано как передаче информации, происходящей между поколениями, так и ее распространению во всем пространстве ойкумены. Последнее обстоятельство приводит к синхронизации глобального развития, наблюдаемому на всем протяжении истории и преемственности человечества.

Существенным выводом теории стало представление о кинематическом преобразовании эффективной продолжительности исторического времени по мере роста человечества. Установление рубежа для начала отсчета времени демографических циклов, продолжительность которых увеличивается по мере удаления в прошлое, отвечает идеям антропологов и историков о периодизации развития и придает их интуитивным представлениям количественный смысл. Вместе с этим можно утверждать, что в масштабе глобальной истории, той, что Бродель называл тотальной, развитие устойчиво и детерминировано. И только по мере уменьшения пространственного и временного масштаба наступают явления хаоса, как их понимают в синергетике. Некоторые историки провозгласили конец Истории [*Фукуяма* 1992]. Но анализ показывает, что человечество ныне проходит критическую эпоху смены парадигм развития, никогда прежде им не переживавшуюся. В настоящее время, в конце обширной эпохи взрывного роста, в критические годы демографической революции историческое время сжато в исключительно короткий интервал, что привело к разрушению исторически сложившихся связей и дестабилизации развития. Эти представления имеют большое значение для понимания экономики развития. Долгое время экономика основывалась на предположении о медленном, равновесном и, Б

Модель роста населения земли...

принципе обратимом, развитии. Но в настоящее время именно неравновесные процессы играют все более существенную роль. В этом отношении модель квадратичного роста, неравновесная и необратимая, в основе которой лежит информация, являющаяся главным фактором роста, приобретает особое значение. Поэтому к этому подходу привлечено внимание экономистов в итоговом выпуске журнала «Вопросы экономики» [Катица 2000].

Заметим, что математические модели — это не только и не столько средство для количественного описания явлений. В понятиях теории, в частности нелинейных явлений, следует видеть источник образов и аналогий, которые помогут расширить круг представлений в тех областях науки, в которых строгие понятия точных наук не могут быть формализованы в той степени, как этого хотелось бы. В первую очередь именно в расширении понятийного и образного круга, в появлении новых аналогий можно ожидать результатов от междисциплинарного взаимодействия наук, называющих себя естественными и точными, с теми областями знания, где объектом является человек и общество. В этом ряду демография занимает особое место, поскольку при всей ограниченности числа как характеристики сообщества его значение имеет четкий и универсальный смысл. В этом случае, с одной стороны, в математическом моделировании важен не только количественный результат, но и те новые интеллектуальные инструменты, которые при этом входят в оборот и служат для более глубокого понимания явлений. С другой стороны, в демографической проблеме можно получить замкнутые и ясные результаты, а также новый объект для теоретических исследований физика и математика.

В целом переход к новой парадигме развития после демографической революции приведет к глубоким изменениям, предвидение которых должно привлечь внимание всех, кто всерьез задумывается о судьбах мира. Более того, развитый подход позволяет с новых позиций рассмотреть некоторые вопросы экономического роста. Удлинение продолжительности жизни и сокращение рождаемости, при которых возрастает численность пожилых граждан и уменьшается численность молодежи, ведут к увеличению нагрузки на систему социального обеспечения и медицинского обслуживания пенсионеров. Это изменение возрастного состава и увеличение числа городских жителей приводит к глубоким изменениям структуры семьи, критериев роста и успеха, приоритетов и ценностей общества. Изменения происходят столь стремительно, что ни отдельные лица, ни общество в целом и его институты не успевают адаптироваться к новым обстоятельствам и соответственно прийти после перехода к новому стационарному состоянию без глубокого кризиса.

В этом несомненно одна из причин, быть может главная, тех неравновесности и неустроенности современного мира, которые приводят к резким социальным и экономическим контрастам, того разлада, который виден во многих явлениях быта и культуры нашего времени, кризиса мировоззрения и идейных установок, происходящих при переходе к новому режиму развития.

Времени, когда количественный рост сменяется либо качественным развитием, либо стагнацией. Эта дилемма стоит как перед человечеством, так с особой остротой перед Россией при переходе от индустриального развития к обществу знаний, когда происходят существенные структурные изменения в странах, завершающих переход. Именно в наше время изменяются приоритеты в

экономике и ценности в обществе, взаимоотношения между *поколениями и моральные установки при воспроизводстве и старении населения.*

Таким образом, в предвидимом будущем при неизменном населении мира и существенном его старении возможны две альтернативы развития — либо стагнация или даже упадок, либо рост качества жизни. Последняя альтернатива всецело связана с развитием культуры, науки и образования [Caring 1996]. В развитых странах время, уделяемое образованию, становится все длительнее, и поэтому в настоящее время недаром говорят о непрерывном образовании — век живи и век учись! Наконец, по мере стабилизации населения мира можно ожидать долговременную стабилизацию исторического процесса и наступления новой временной периодизации истории при новых приоритетах и темпах развития.

Демографический анализ мирового развития дает глобальную перспективу видения — картину, которую можно считать метаисторической, находящейся над историей по широте и времени охвата. Как феноменологическое описание, она не дает деталей тех конкретных механизмов, в которых мы привычно ищем объяснения событий быстротекущей жизни. Поэтому такая методология некоторым может казаться отвлеченной и даже механистической. Однако достигнутые таким путем обобщения имеют свое место и ценность как дающие достаточно полную и объективную картину реального мира. Таким путем, быть может впервые, возможно обратиться к **количественному** исследованию исторических процессов. В первую очередь это актуально для выработки концепции устойчивого развития и понимания процессов, связанных со стабилизацией населения мира. Вопрос же о природе универсального информационного взаимодействия ставит общие проблемы природы сознания человека и общества, которые определяют развитие человечества в целом.

Трудно думать, что в обозримом будущем станет возможным сознательно воздействовать на глобальный процесс роста в силу масштаба происходящего и темпов этих событий, само понимание которых еще неполно и при отсутствии должной политической воли. В то же время проводимая правительствами региональная демографическая политика, в частности в области образования и здравоохранения, следует из характера развития и одновременно является частью системного поведения той или иной страны или региона. Поэтому, если развитые выше представления помогут пониманию и дадут возможность предложить некоторую общую для человечества канву его развития и перспективу времени — картину, пригодную для антропологии и демографии, социологии и истории, а медикам и политикам увидеть системные предпосылки нынешнего переходного периода как источника стрессов для отдельного человека и критического состояния для мирового сообщества, то автор будет считать опыт этого междисциплинарного исследования оправданным.

Литература

- Бродель Ф. Материальная цивилизация, экономика и капитализм. XV—XVIII вв. Т.1. М., 1986.
- Дьяконов И.М. Пути истории. От древнейшего человека до наших дней. М., 1994.
- Капица С.П. Феноменологическая теория роста населения Земли // «Успехи физических наук». 1996. Т. 166. № 1.
- Капица С.П. Общая теория роста населения Земли. М., 1999.

Модель роста населения земли...

- Капица С.П.* Модель развития человечества и проблемы экономики // Вопросы экономики. 2000. № 12.
- Кинг А., Шнейдер А.* Первая глобальная революция: Пер. с англ., М., 1992.
- Конрад Н.* Запад и Восток. Изд. 2-е. М., 1972.
- Курдюмов С.П., Князева Е.Н.* Синергетическое видение мира: режимы с обострением // Самоорганизация и наука. М., 1994.
- Николис Г., Пригожин И.Р.* Самоорганизация в неравновесных системах: Пер.с англ. М., 1984.
- Савельева И.М., Полетаев А.В.* История и время. М., 1997.
- Самарский А.А., Галактионов В.А., Курдюмов С.П., Михайлов А.П.* Режимы с обострением в задачах нелинейных параболических уравнений. М., 1986.
- Сови А.* Общая теория населения: В 2 т. М., 1977.
- Хакен Г.* Синергетика: Пер. с англ. М., 1985.
- Хрисанфова Е.Н., Перевозчиков И.В.* Антропология. М., 1991.
- Яковец Ю.В.* Предвидимое будущее. Парадигмы циклов. М., 1992.
- Caring for the future: making the next decades a life worth living. Report of the International commission on population and quality of life. Oxford, 1996.
- Chesnais J.-C.* The demographic transition. Oxford, 1992.
- Cohen J.* How many people can the Earth support? N.Y., 1997.
- Fucuyama F.* The end of History and the last man. Penguin Books. N.Y., 1992
- Lutz W., ed.* With a foreword by N. Keyfitz. The future population of the world. What can we assume today? L., 1994.

Из выступления А.Г. Вишневого в прениях по докладу С.П. Капицы*

Я совершенно согласен с С.П. Капицей в том, что происходящее в демографической области — наиболее яркое проявление глобализации. Если бы не глобализация, то продолжительность жизни в любой стране была бы 35, максимум 40 лет, и противникам глобализации следует хорошо об этом помнить. Что же до крайне модной сейчас критики философов Просвещения, то следует представлять, что Средневековье было реальным противником для Просвещения, с которым Просвещение должно было бороться. Пусть мыслители Просвещения несколько перегнули палку в своей критике, развенчав абсолютно все, в том числе и некоторые положительные моменты Средневековья, это вовсе не основание, чтобы их теперь осуждать. Необходимо иметь в виду, что никто из людей, ностальгирующих по Средневековью, не захотел бы тогда и так жить. Между тем подобная ностальгия очень опасна. Антиреволюционная риторика времен Великой французской революции стала интеллектуальным источником итальянского фашизма и немецкого нацизма. И сейчас не удастся снизить рождаемость в развивающихся странах именно потому, что очень сильны сторонники традиционных религиозных норм.

* Публикуется в связи с дальнейшим обсуждением на «круглом столе». — Ред.