

## Демографические дискуссии. ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПОХОЖДЕНИЯ ФИЗИКА

Автор: Ю. В. ШИШКОВ

Беспрецедентный рост численности населения в последние десятилетия - одна из острейших проблем, с которыми когда-либо сталкивалось человечество. Естественно, что к ней приковано внимание демографов, экономистов, социологов, политологов различных стран. Гораздо менее естественно, когда к ней обращаются физики, хотя история знает такие случаи<sup>1</sup>. И уж совсем неестественно, когда они навязывают обществу свои теории роста народонаселения в качестве высшего достижения мысли. К числу таких "открывателей истины" относится известный популяризатор физик С. Капица. С начала 1990-х гг. появилось множество его публикаций и интервью на эту тему, в том числе книга под претенциозным названием "Общая теория роста человечества" [Капица, 1999] и статья "Демографический переход" в энциклопедии "Глобалистика" [Глобалистика, 2003, с. 293 - 294].

В энциклопедической статье из-за ограниченности места Капица не раскрывает свою методологию, а просто постулирует: "Скорость роста народонаселения Земли *обратно пропорциональна* (курсив мой. - Ю. Ш.) квадрату населения". Чтобы разобраться, как он пришел к такому открытию, я обратился к упомянутой книге.

Свою модель Капица называет феноменологической математической моделью роста, то есть моделью, созданной по факту наблюдаемого феномена - самого роста численности населения. В чем ее суть? Капица нехотя признает, что "при рассмотрении развития человечества следует учитывать не только социальные, но и биологические факторы в природе человека - уникального вида в мире животных" [Капица, 1999, с. 31]. Но таких факторов много, учесть конечный результат их взаимодействия трудно и хлопотно. И он предпочитает предельно упростить процесс постижения демографических закономерностей, а именно: манипулировать конечным результатом всех этих взаимодействующих и/или противодействующих факторов, то есть *самой численностью населения планеты*. "Именно численность населения единственным образом выражает состояние человечества в любой момент со времени его появления... Как раз численность населения мира выражает суммарный результат всей эко-

---

<sup>1</sup> Еще в 20-х гг. прошлого столетия американский исследователь А. Лотка опубликовал "Элементы физической биологии". Через полвека вышла книга В. Вольтерры "Математические задачи борьбы за существование". Оба пришли к выводу, что скорость роста каждого биологического вида прямо пропорциональна числу особей, разумеется, с поправками на зависимость от других звеньев трофической цепи, в которой данный вид выступает либо как потребитель определенных видов флоры и фауны, либо как пища для других животных. Иными словами, в такой динамической системе рост происходит *по экспоненте* [Lotka, 1924; Вольтерра, 1976].

Шишков Юрий Витальевич - доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник Института мировой экономики и международных отношений РАН.

номической, социальной и культурной деятельности, составляющей историю человечества. Все остальное, что характеризует людей, - расовый и национальный состав, плотность распределения по Земле, концентрация в городах, развитие производительных сил и наличие ресурсов, распределение доходов, состояние культуры и образования, множество других характеристик... - приводят к развитию и *подчинены* (курсив мой. - Ю. Ш.) главной переменной - общей численности населения планеты" [Капица, 1999, с. 16 - 17].

Иными словами, не численность человечества определяется всеми названными и не названными здесь причинами, а как раз наоборот - все они подчинены динамике этой общей численности. Чтобы не подумали, что я цепляюсь за неосторожно брошенное слово, цитирую дальше: сведения о численности населения "представляют универсальный ключ к пониманию прошлого и настоящего, на этой основе следует искать ответ на четко поставленный вопрос о количественном описании развития человечества в целом. Решив задачу о росте, можно не только описать ряд характеристик человечества, но и перейти к рассмотрению механизмов развития, рассматривая его как демографическую систему" [Капица, 1999, с. 17]. Изумительная логика, не правда ли?

Поставив таким образом телегу впереди лошади, Капица кардинально упростил себе задачу и принялся подыскивать подходящую математическую формулу для характеристики темпов роста населения планеты. С этой целью он взобрался на самую вершину аномального ежегодного прироста населения Земли, когда тот достиг в 1990-х гг. среднегодового максимума - 85 млн. человек. И с этого самого неподходящего из всех возможных наблюдательного пункта стал примерять к феномену "численность человечества" различные математические модели. Приложив формулу простого линейного роста (при ежегодном приросте в 85 млн. человек), он обнаружил, что ретроспективно численность населения Земли должна была бы сойти на нет уже через 70,6 лет, то есть в 1929 г. Явный абсурд. Приложив формулу экспоненциального роста (при условии, что человечество в прошлом, как и ныне, удваивалось каждые 40 лет), он подсчитал, что рост популяции людей должен был, бы начаться с нуля не далее, как в VII в. н.э. [Капица, 1999, с. 43 - 44]. Опять не годится.

Тогда он выбирает гиперболическую модель роста - пропорционально квадрату численности населения: "...именно такая зависимость не только отвечает данным демографии за продолжительное время, но и обладает всеми свойствами, которым должен удовлетворять системный подход, поскольку в ней проявляется взаимодействие, охватывающее всех людей на Земле" [Капица, 1999, с. 47]. Однако гиперболическая модель роста опять дает в ретроспективе абсурдный результат: в таком случае не менее 10 человек должно было бы существовать уже 20 млрд. лет назад, то есть задолго до появления самой планеты Земля. Получается полный конфуз.

Чтобы, тем не менее, доказать, что именно гиперболический закон роста соответствует данным демографии за продолжительное время, он принялся манипулировать другой переменной - временем, а точнее, человекогодами и средним возрастом человека. Здесь следует напомнить, что в демографии фундаментальной переменной является показатель фертильности - среднее число рождений в расчете на одну женщину в течение ее жизни. От этого зависит норма рождаемости в том или ином социуме и, при прочих равных условиях, норма естественного прироста населения. Капица игнорирует этот важнейший фактор и вводит свой собственный - "время  $\tau$ , характеризующее жизнь человека - его репродуктивную способность и продолжительность жизни" [Капица, 1999, с. 49]. И то и другое он измеряет одним числом 45. Для него не важно, что продолжительность жизни и репродуктивная способность человека - периоды, принципиально различные как по существу, так и по продолжительности. Гораздо важнее, что это число (45) "не привнесено из опыта жизни", а "получено из обработки демографических данных", хотя "практически оно совпадает с современным значением среднего возраста человека". В чем его смысл? В том, уверяет автор, что "постоянная, равная  $\tau = 45$  годам... дает масштаб времени, к которому следует относить процессы, происходящие в системе человечества" [Капица, 1999, с. 50].

Средний возраст, как известно, рассчитывается путем деления суммы возрастов всех членов данного социума от грудных младенцев до глубоких старцев на общую численность этого социума. И чем короче средняя продолжительность жизни, тем меньше средний возраст населения. А продолжительность жизни в свою очередь зависит от уровня благосостояния общества. Так, в 1995 - 2000 гг. средняя ожидаемая продолжительность жизни в Австралии составила 78,7 года, в США - 74,6, в Индии - 62,3, в Конго - 50,9, а в Замбии - 40,5 года. По мере роста благосостояния и продолжительность жизни, и средний возраст увеличиваются. В развитых регионах мира в 1950 г. средний возраст составил 28,6 года, в 2000 г. - 37,4, а в 2050 г. ожидается 46,4 года, тогда как в развивающихся регионах - соответственно, 21,4, 24,3 и 35 лет. В целом же по планете этот показатель в 1950 г. не превышал 23,6 года, в 2000 г. - 26,5, а в 2050 г. прогнозируется на уровне 36,2 года [World... 2001, р. 14, 35 - 38]. Нетрудно убедиться, что расчетная величина (45 лет) не имеет ничего общего ни с "современным средним возрастом человека", ни с продолжительностью жизни одного поколения.

А главное - она в принципе не может быть постоянной для всего периода существования человечества. Из-за суровых условий существования и полной беспомощности перед болезнями продолжительность жизни наших далеких и не очень далеких предков была вдвое-втрое короче, чем сейчас. Соответственно, значительно короче был и их средний возраст. Как при такой исторической динамике среднего возраста людей "не привнесенные из жизни" 45 лет могут служить *постоянной* величиной, пригодной для исчисления темпов роста человечества за многие тысячи лет?

Но для Капицы такие мелочи не имеют значения. Для него гораздо важнее то, что, рассчитав эту первую бессмысленную постоянную величину, он убил сразу двух зайцев. Во-первых, запросто определил, когда появилось человечество. "Следует предположить, - пишет он, - что в далеком прошлом скорость роста не могла быть меньше одного человека, вернее гоминоида, за поколение или характерное время т. Этого простого предположения оказалось достаточно для того, чтобы дать оценку начала процесса образования человечества - 4 - 5 млн. лет назад" [Капица, 1999, с. 49]. Видите, как просто 20 млрд. лет ужать в 40 - 50 тыс. раз, чтобы подогнать реальную историю под выкройку гиперболического роста. Правда, в тот период далекие предки человека только спустились с деревьев и учились ходить на двух конечностях, так что включать их в историю человечества вряд ли правомерно.

Во-вторых, при помощи постоянной  $\tau$  он определил, какую часть из этих 4 - 5 млн. лет можно считать достаточно "продолжительным временем", в течение которого может проявить себя данная модель роста. Для этого на базе описанной постоянной выведена другая "безразмерная константа"  $K$ , которая представляет собой корень квадратный из общего числа прожитых людьми человеколет с самого начала до переломного 2025 года, деленных на 45. У него получилось 64 000 [Капица, 1999, с. 48 - 50]. Каков смысл этой константы? Она определяет "эффективный размер группы, в которой проявляются коллективные признаки когерентного сообщества людей. Таким может быть оптимальный масштаб города или района большого города, обладающего, как правило, системной самодостаточностью. В популяционной генетике величины такого порядка определяют численность устойчиво существующего вида или популяции, занимающих определенный ареал и экологическую нишу. Иными словами, это число является масштабом сообщества, имеющего генетическую или социальную природу" [Капица, 1999, с. 50].

Используя эту вторую постоянную, он с такой же легкостью определил, что в течение первых 3 млн. лет продолжалась эпоха антропогенеза, когда действовал закон линейного роста, в следующие 1,6 млн. лет происходило взрывное развитие человечества на базе закона гиперболического роста, а с 1960 г. начался демографический переход продолжительностью в  $2\tau = 90$  лет, который в 2050 г. сменится эпохой стабилизации населения Земли [Капица, 1999, с. 54 - 56]. Его ничуть не смущает, что реальный демографический взрыв начался не 1,6 млн. лет назад, а в 50-х гг. XX в. Но

самое поразительное состоит в формуле скорости квадратического роста. Она выглядит так:

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{N^2}{K^2},$$

где  $N$  - общая численность населения Земли,  $K$  - упомянутая безразмерная константа,  $t = T/\tau$ , то есть соответствующий период времени, измеряемый количеством поколений [Капица, 1999, с. 50]. Таким образом, скорость роста человечества в период демографического взрыва *прямо* пропорциональна квадрату всего населения планеты (напомню, что в энциклопедии "Глобалистика" утверждается противоположное: скорость роста народонаселения Земли *обратно* пропорциональна квадрату народонаселения).

Сформулировав таким способом свой закон роста человечества, Капица заявляет, что демографические данные "во всем диапазоне времени со все возрастающей достоверностью укладываются в предложенную модель". И сам удивляется такой удаче: "Это тем более удивительно, что расчет подразумевает постоянство констант роста, которые определены на основании современных данных и которые тем не менее применены к далекому прошлому, указывая на то, что модель верно схватывает основные черты роста населения мира, а значения постоянных  $K$  и  $\tau$  за все время развития человечества не менялись" [Капица, 1999, с. 62, 63 - 64]. На самом деле все обстоит наоборот. Рассчитанные им величины численности человечества более или менее близки к палеодемографическим данным лишь в далеком прошлом, когда статистическая погрешность была достаточно велика. Но чем ближе к современности, тем больше они отклоняются от реальной численности населения Земли.

Но все основные проблемы появляются тогда, когда Капица пытается ответить на важнейшие вопросы по существу демографического перехода.

*Вопрос первый:* почему плавный линейный рост сменился вдруг взрывным и почему это случилось именно 1,6 млн. лет назад? Может быть, произошли какие-то кардинальные сдвиги или в эволюции человека как биологического вида, или в модели его демографического поведения (скажем, переход от полигамии к моногамии), или в социальном устройстве (например, переход от родового строя к племенному)? Нет, все это Капицу не интересует, он открыл собственную движущую силу этого процесса - близкую сердцу физика *информацию*. По его представлениям, *качественное* отличие человечества от остального животного мира состоит в том, что люди передают друг другу информацию как по вертикали (от поколения к поколению в процессе обучения и воспитания), так и по горизонтали (в ходе информационного взаимодействия). И это якобы определяет иные темпы роста численности человечества, чем у остальных животных.

Ему, по-видимому, не известно, что свое молодое поколение довольно долго (порой до 2 - 3 лет) воспитывает и обучает большинство млекопитающих, начиная от дельфинов и китов и кончая обезьянами, что все животные активно обмениваются информацией по горизонтали, скажем, внутри птичьих стай, в стадах травоядных и т.п. Так что качественное отличие людей от остальной фауны не в самой способности обмениваться информацией, а в степени сложности передаваемой информации.

Тем не менее Капица настаивает, что "коллективный опыт, обязанный информационному взаимодействию всех людей во всей Ойкумене - территории проживания человечества, служит основой роста, который математически выражается в виде зависимости от квадрата численности всего населения Земли. Такая зависимость возникает потому, что при обмене и распространении информации происходит умножение числа ее носителей в результате разветвленной цепной реакции". Причем речь идет о человечестве в целом, которое "всегда было *информационным обществом*". Если отбросить эту предпосылку, признается он, то "трудно понять природу квадратичного роста, так отличающего человека от всех остальных животных" [Капица, 1999, с. 52].

Ради оправдания этой своей модели он пытается доказать, что ойкумена *изначально* представляла собой "информационное поле знаний, охватывающее все человечество, которое (поле. - Ю. Ш.) служит мощным объединяющим фактором и связано с понятием сознания". И вполне серьезно заявляет, что "информационное общество появилось не после компьютеров и Гуттенберга иероглифов и языка, а на самой заре человечества, миллион лет тому назад. А Интернет и мультимедиа - только последний эпизод в этой долгой истории, когда тысячи лет караваны и купцы, базарная площадь и деревенский колодец, мастера и монахи, барды и старцы, сидящие у семейного очага, служили той же цели - передаче культуры, знаний, преумножению информации" [Капица, 1999, с. 52 - 53].

Здесь, на мой взгляд, множество нелепостей. Во-первых, как мог закон гиперболического роста человечества действовать в течение 1,6 млн. лет, если основная его предпосылка - информационное общество в масштабах планеты появилась лишь 1 млн. лет назад? Во-вторых, если бы даже такое общество появилось 1 млн. лет назад, задолго до того, как гоминиды около 400 тыс. лет назад овладели речью (второй сигнальной системой), то чем оно отличалось в информационном смысле от "обществ" муравьев, пчел, птиц, китов или обезьян, которые ведь тоже активно обмениваются жизненно важной информацией в неязыковых формах? В-третьих, и после овладения речью и письменностью человечество многие тысячи лет оставалось столь немногочисленным и разобщенным, что одни его группы не имели понятия о существовании других. Давно ли по историческим меркам европейцы и азиаты узнали о жителях Западного полушария? Как такое человечество могло быть единым информационным полем?

Несмотря на все эти нелепости, он утверждает, что переход от линейной модели роста к гиперболической произошел тогда, когда "кооперативное взаимодействие" людей в форме обмена знаниями и разнообразной технологической, культурной и прочей информацией достигает определенной критической массы и начинается "цепная реакция умножения числа ее носителей". И случилось это еще 1,6 млн. лет назад, когда первые антропоиды еще лишь начали формироваться, не обладали даром речи, но в воображении автора уже стали когерентным сообществом на основе единого информационного поля. При первом же столкновении с общеизвестными фактами эта гипотеза расплывается по швам, лишаясь смысла.

*Вопрос второй:* почему "эпоха взрывного развития" вдруг с начала 1960-х гг. уступает место "эпохе стабилизации"? Почему "закон гиперболического роста" перестал действовать? Капица дает два объяснения, равноудаленных от реальной жизни: одно формально-математическое, другое - содержательное. Первое состоит в постоянной величине  $t$ , дающей, по его мнению, "масштаб времени, к которому следует относить процессы, происходящие в системе человечества. Время человека проявляется как в начале развития, ограничивая минимальную скорость роста, так и при демографическом переходе, указывая на предельную скорость роста". И далее: "Определенная таким образом скорость роста не зависит явно от внешних условий и определяется только собственными системными характеристиками - параметрами  $K$  и  $t$ ... Только тогда, когда прирост населения на протяжении поколения или характерного времени  $t$  становится сравнимым с самой численностью населения, возникает критический переход к другому закону роста и как следствие - переход к стабилизированной численности населения Земли" [Капица, 1999, с. 50, 51].

Иными словами, переход в 1960-х гг. к эпохе стабилизации при численности человечества в 3039 млн. человек должен начаться тогда, когда кумулятивный прирост населения Земли за 45 предшествующих лет приблизится к этой цифре. Элементарный подсчет показывает, что с 1915 г. по 1960 г. такой прирост составил 1248 млн. человек, то есть лишь 2/5 численности человечества. Значит, ждать демографического перехода придется еще очень долго. А ведь сам Капица признает в энциклопедии "Глобализация", что такой переход уже происходит и середина его приходится на 2000 г. Так чему же верить: математически выверенному "закону" или этому признанию его автора?

Но особенно поражает второе, содержательное, объяснение перехода человечества от гиперболического роста к стабилизации. Причину перехода Капица видит (в чем бы вы думали?) в пресыщенности человечества информацией. "Причина демографического перехода, - заявляет он в энциклопедии, - по всей вероятности, кроется не столько в недостатке природных ресурсов, сколько в информационном кризисе современности, когда человечество оказалось не в состоянии перерабатывать огромное количество получаемой информации" [Глобалистика, 2003, с. 294]. Чтобы понять, причем тут "несварение" информации, вспомним, что, согласно общей теории роста человечества, по мере развития языка, книгопечатания, телеграфа, Интернета, мобильной глобальной связи, интенсивность обмена информацией непрерывно нарастала, а вместе с ней росли и темпы размножения человечества. Но наступил момент, когда объемы обмена полезной и бесполезной информацией внутри ойкумены превосходили возможности человечества переваривать ее потоки. Многотысячелетний двигатель роста человечества обернулся тормозом этого роста. Информационный зазор как причина демографического перехода - это, конечно же, одно из самых впечатляющих достижений научной мысли XX в.

На **третий важнейший вопрос** - какова же может быть предельная численность человечества? Капица отвечает: "Математическая модель указывает на асимптотический переход к пределу  $13 \pm 1$  млрд. К концу XXI в. население мира должно достичь 12 млрд" [Капица, 1999, с. 65]. Позднее в "Независимой газете" (11 июня 2003 г.) он заявил, что этой отметки человечество достигнет не к концу XXI в., а уже через 50 лет, после чего рост прекратится, и "число людей в мире в дальнейшем будет оставаться стабильным".

Но и этот прогноз неверен. Как показал профессор В. Найденов ("Независимая газета", 26 ноября 2003 г.), демографическую динамику с 1950 по 1999 г. гораздо точнее, чем феноменологическая модель Капицы, описывает хорошо известное экологами нелинейное дифференциальное уравнение с гиперболическим законом роста. Использование этой методики расчетов показало, что предельная численность населения Земли будет достигнута в период с 2020 по 2030 г. и не превысит 7,4 млрд. человек, то есть почти вдвое меньше, чем первоначально прогнозировал автор "общей теории". Примерно к такому же выводу склоняются в последнее время и эксперты ООН.

Остается **еще один принципиальный вопрос**, на который эта теория не дает ответа. Почему, пройдя пик прироста, численность населения Земли должна стабилизироваться, а не сокращаться? Ведь если практически во всех странах после демографического взрыва численность населения начинает неуклонно снижаться, то она должна сокращаться и в масштабе планеты в целом, так как человечество - сумма населения всех стран. Здесь уже не высшая математика, а арифметика.

Итак, какой бы аспект демографии мы ни взяли - далекое прошлое, настоящее или будущее, движущие силы или мотивации демографического поведения людей - "общая теория" Капицы не столько проливает на них свет, сколько запутывает читателя математическими формулами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Вольтерра В.* Математическая теория борьбы за существование. М., 1976.

Глобалистика. Энциклопедия, М., 2003.

*Капица С. П.* Общая теория роста человечества. М., 1999.

*Lotka A.J.* Elements of Physical Biology. Baltimore, 1924.

World Population Prospects. The 2001 Revision. Highlights. U.N. 2001.

© Ю. Шишков, 2005