

СЕРГЕЙ КАПИЦА

СВОБОДНАЯ
МЫСЛЬ — XXI

2002 № 8

Модель роста населения Земли и предвидимое будущее цивилизации

Не будет преувеличением сказать, что у колыбели Сергея Петровича Капицы стояла сама великая российская наука. Сын нобелевского лауреата Петра Капицы, крестник великого физиолога Ивана Павлова, внук математика и кораблестроителя академика Алексея Крылова, внучатый племянник французского биохимика Виктора Анри, правнук известного географа, начальника топографической службы российской армии Иеронима Стебницкого, он достойно продолжил и развил их дело.

Помимо личных исследований С. П. Капица внес колоссальный, мало с кем сравнимый вклад в популяризацию науки, создав и 39 лет ведя передачу «Очевидное — невероятное». Понятно, что в этом качестве он давным-давно попал в Книгу рекордов Гиннеса; намного важнее, что его передачи поддерживали, а то и разожгли огонь жажды познания, пытливого интереса к неведомому в душах нескольких поколений советских и российских людей.

Самое сильное личное впечатление от него — даже не простота поведения, человеческая нормальность и искренняя заботливость о находящихся ниже него по социальной и научной лестнице, естественные для русской и советской интеллигенции, но постоянное, неукротимое стремление к истине, неутолимая жажда понять, как на самом деле устроены самые, казалось бы, привычные и очевидные вещи.

Жизнь С. П. Капицы, успешно работавшего в самых тяжелых условиях и добившегося колоссальных результатов, вселяет исторический оптимизм.

Китайцы называют покинувших страну соотечественников «хуацяо», что дословно означает «мост на Родину». В рамках этой метафоры покинувший нас Сергей Петрович Капица представляется «мостом в будущее» для всей нашей страны, для всего нашего народа.

Михаил Делягин, главный редактор журнала «Свободная Мысль»

Введение

Междисциплинарное исследование роста населения Земли как эволюционирующей динамической системы, находящееся в русле исследований Никиты Николаевича Мои-

сеева, было начато тогда, когда внимание ученых было обращено к анализу последствий мирового ядерного конфликта. Более того, в основе развитой математической модели лежат асимптотические методы, которыми так блестяще владел Н. Моисеев.

КАПИЦА Сергей Петрович (1928—2012) — доктор физико-математических наук, профессор Института физических проблем им. П. Л. Капицы РАН.

Таким образом, развитая феноменологическая теория, опираясь на данные демографии и методы физики, в сочетании с представлениями антропологии и социологии, экономики и истории, открывает возможность для опыта построения общей теории развития человечества и вместе с тем ставит ряд методологических вопросов о природе человека и роли его разума и сознания в развитии общества. Эта проблема стояла в центре интересов Н. Моисеева, более того, именно в сознании человечества он видел силу, которая может спасти цивилизацию от угроз гибели. Вместе с этим русская традиция комплексных исследований, которой следовал академик Моисеев, дала возможность выйти из тупика редукционизма. Ведь даже владея колоссальными объемами информации и мощными вычислительными средствами, конструкторы глобальных моделей оказались бессильными в описании целого. Ибо в нелинейном мире целое не есть сумма частей, и именно в демографической задаче о росте населения мира это проявляется самым непосредственным образом.

В демографии рост населения Земли обычно описывается как суммарный рост населения регионов или стран мира. Однако эту же проблему можно рассматривать, исходя из представлений о росте и развитии населения нашей планеты как самоорганизующейся системы. На основе такого подхода оказалось возможным предложить математическую модель для описания мирового демографического процесса, основанную на идеях синергетики¹. Такое

моделирование позволяет описать рост человечества на протяжении практически всей длительности нашей истории, дать оценки времени начала развития ($\approx 4-5$ миллионов лет тому назад) и числа людей когда-либо живших (≈ 100 миллиардов). В рамках модели также описываются крупные периоды, выделенные историей и антропологией структуры, социально-экономические и технологические циклы роста. На основе развитых представлений сделаны выводы о предвидимом будущем, когда численность населения мира стабилизируется на уровне $\approx 10-12$ миллиардов человек, для которых и следует обсуждать условия устойчивого развития.

В настоящее время образ все возрастающего и безудержного роста населения, если его наивно экстраполировать в будущее, приводит к тревожным прогнозам и даже апокалипсическим сценариям глобального будущего человечества. Однако существенно то, что ныне человечество переживает *демографический переход*. Этот общий для всех стран исторический переворот состоит в резком начальном возрастании скорости роста популяции страны, сменяющемся затем столь же стремительным ее уменьшением, после чего численность населения стабилизируется. Результатом этой революции станет новый режим развития человечества. Демографический переход уже пройден так называемыми развитыми странами, и теперь, всего на 50 лет позднее, он произойдет 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.

¹ См.: С. П. Капица. Феноменологическая теория роста населения Земли. — «Успехи физических наук». 1996. Т. 166. № 1. С. 63—80; С. П. Капица. Общая теория роста населения Земли. М., 1999.

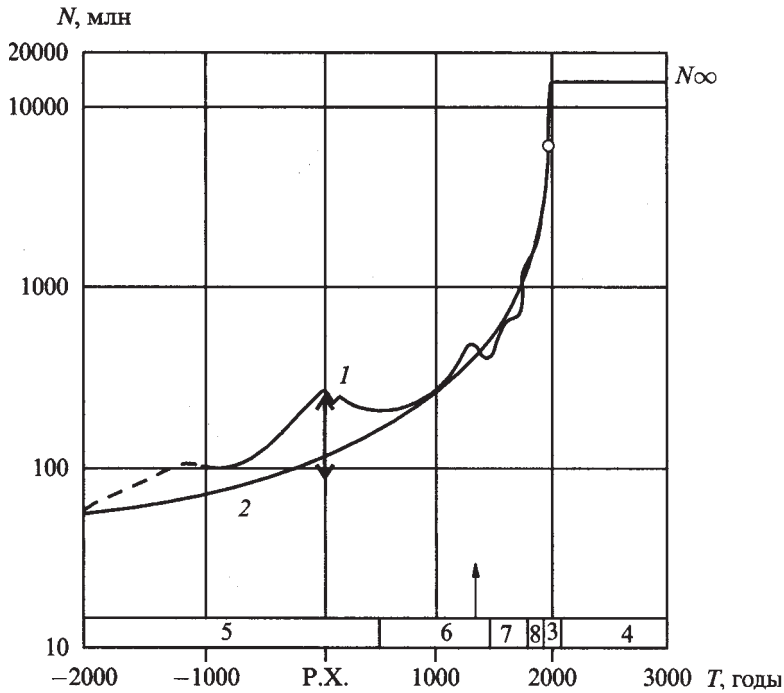


Рисунок 1. Население мира от 2000 года до н. э. до 3000 года н. э.

Предел роста $N_{\infty} = 12$ миллиардов.

1 — население мира с 2000 года до н. э.; 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; ↑ — чума 1348 года; о — 2000 год. Заметим, что на полулогарифмической сетке экспоненциальный рост изображается прямой. На графике роста по мере приближения к демографическому переходу в 2000 году видно сжатие исторического времени развития.

В этом исследовании представления демографии, в первую очередь демографический переход, будут интерпретироваться с помощью понятий современной нелинейной механики и синергетики. Методы последней — науки о сложных системах — предоставляют такую возможность и могут ввести в традиционные гуманитарные области новые понятия для наук о человеке и обществе, имеющие практическое значение для политики и истории.

Население мира как система

Население мира рассматривается как система, как единый и замкнутый объект, характеризуемый полным

числом людей, свойства которого определяются внутренними взаимодействиями. Взаимосвязанность и взаимозависимость современного человечества, обусловленная транспортными и торговыми связями, миграционными и информационными потоками, дает возможность рассматривать сегодня мир как глобальную систему. Для населения Земли как замкнутой системы не следует учитывать миграцию, вносящую свой вклад в баланс населения отдельной страны или региона, поскольку в масштабе планеты эмигрировать пока просто некуда.

Биологически все люди принадлежат к одному виду — *Homo sapiens*, у них одинаковое число хромосом — 46, отличное от всех других прима-

тов, все человеческие расы способны к смешению и социальному обмену. Местом обитания человечества служат все удобные для этого части Земли, однако по своей численности мы превышаем сравнимых с нами по размерам и питанию животных на *пять порядков* — в 100 тысяч раз. На протяжении последних сотен тысяч лет человек биологически мало изменился, развитие и самоорганизация человечества происходили в социальной сфере, при сапиентации человека, обязанной его высокоразвитому мозгу и сознанию. Теперь, 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 планете.

Математическая модель роста населения Земли

В основе модели лежит предположение об *автомодельности* развития, что выражается в масштабной инвариантности этого процесса, когда рост с большой точностью и на значительном отрезке времени описывается степенным законом:

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

где $C = 200$ миллиардам — постоянная с размерностью (человек годы), а время T выражено в годах от Р. Х. Это формула, математически и физически корректно описывающая процесс самоподобного развития, следующий *гиперболическому* закону, рост, известный в физике как *режим с обострением*.

Фактор, который не учтен в (1), есть время, характеризующее жизнь человека — его репродуктивную способность и продолжительность жизни.

Если ввести, как микроскопический параметр феноменологии, характерное для жизни человека время, то можно исключить особенность при T_I :

$$\frac{dN}{dT} = \frac{N^2}{C} = \frac{C}{(T_I - T)^2} \quad (2a)$$

$$\text{и} \quad \frac{dN}{dT} = \frac{C}{(T_I - T)^2 + \tau^2} \quad (2б)$$

Интегрируя (2б), решение (1) может быть продолжено в предвидимое будущее, за пределы особенности при T_I :

$$N = \frac{C}{\tau} \operatorname{arctg} \left(\frac{T_I - T}{\tau} \right) \quad (3)$$

Значения новых постоянных, определенные с точностью нескольких процентов,

$$C = 172 \cdot 10^9, T_I = 2000, \tau = 45$$

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

получаются на основе сравнения (3) с демографическими данными. Полученные асимптотические решения описывают рост численности человечества в течение трех эпох. Первая — наиболее продолжительная эпоха *A*, антропогенеза, начинается с линейного роста, переходящего затем в гиперболический режим эпохи *B*. В эту эпоху демографического перехода рост пропорционален квадрату численности населения мира, и она завершается взрывным развитием и режимом с обострением — эпохой *C*, демографического перехода с последующей стабилизацией населения мира. В теории основной динамической характеристикой системы становится безразмерная константа $K = 62\,000$ для численности группы людей, определяющей коллективный характер того взаимодействия, которым описывается рост на всем протяжении развития человечества.

Взаимозависимость и нелинейность сильно связанных событий и механизмов заставляет искать интегративные принципы для описания поведения системы. В феноменологическом уравнении скорость роста приравнивается выражению, определяющему развитие, которое дает меру сетевой сложности динамической системы или некое эффективное поле, действующее в системе человечества. Квадратичный рост не аддитивен и не линеен, и его нельзя применять для отдельного региона, а только для всего населения планеты.

При квадратичном росте развитие опирается на всю ранее накопленную человечеством информацию, которая играет основную роль в развитии. При обмене и распространении информации, в отличие от эквивалентного обмена в экономике, происходит ее необратимое умножение. Распространение и передача путем цепной реакции информации — технологий и знаний, обычаев и культуры, религии и, наконец, науки — есть

то, что качественно отличает человека и человечество в эволюции. Долгое детство человека, овладение речью, его обучение, образование и воспитание, когда размножение задерживается на 20, а теперь уже и на 30 лет, для формирования личности, ума и сознания, определяют специфический для человечества способ развития и самоорганизации.

Механизм культурного наследования, с помощью которого происходит передача приобретенных признаков следующим поколениям, качественно отличает социальное наследование у человека от генетической эволюции у всего остального животного мира. Скорость гиперболического роста не зависит явно от внешних условий и определена только собственными системными характеристиками — параметрами K и τ . Когда скорость прироста на протяжении поколения становится сравнимой с самой численностью населения мира, то возникает критический переход к стабилизации численности населения Земли.

Таблица 1

Рост населения мира

Год	$10^{-6} N$	$10^{-6} N M$	Год	$10^{-6} N$	$10^{-6} N M$
-4,4·10 ⁶	(0)	0	1920	1911	1998
-1,6·10 ⁶	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			

Сравнение теории с данными антропологии и демографии

Эпоха B гиперболического роста охватывает палеолит, неолит и исторический период. За этот важнейший отрезок времени длительностью в 1,6 миллиона лет число людей еще раз выросло в K раз. Ко времени наступления демографического перехода, $T_f - \tau = 1955$ год, население Земли составило уже $\frac{\pi}{4} K^2 = 3$ миллиарда человек, к 2000-му — середине демографического перехода — $\frac{\pi}{4} K^2 = 6$ миллиардов, половину от $N_\infty = 12$ миллиардов.

В течение Каменного века человечество расселилось по всему Земному шару, причем во время плейстоцена имело место 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, при этом его численность сначала медленно, а затем с нарастающей скоростью росла. В тех случаях, когда наступал длительный разрыв в популяциях, происходило замедление развития в тех анклавах мирового сообщества, 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 происходил в Евразийском пространстве, по которому кочевали племена и мигрировали народы, где формировались этносы и языки. Во время неолита взаимодействие и обмен происходили по

Степному пути. Существенную роль играли торговые связи, и наибольшее значение имел Великий шелковый путь, соединявший Китай и Европу, а также Индию. По этому пути шел интенсивный межконтинентальный обмен, распространялись технологии и мировые религии. На всем пространстве ойкумены существенным индикатором взаимодействий и миграций служат связи языков народов мира.

Данные о населении мира во всем диапазоне времен с достаточной достоверностью укладываются в предложенную модель, а сравнение модели с прогнозами демографии на 2100 год дает (в миллиардах):

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

Глобальный демографический переход

Демографический переход представляет собой самое существенное событие в истории человечества с момента появления наших далеких предков 1—2 миллиона лет тому назад. Именно разум, речь и сознание привели к исключительному, взрывному росту числа людей на Земле. Теперь же в результате глобального ограничения механизма развития рост внезапно прекратился, принципиально изменяя все аспекты нашей жизни.

Продолжительность перехода, при котором население Земли утроится, занимает всего $2\tau = 90$ лет, однако за это время, составляющее $1/50000$ всей истории человечества, произойдет коренное изменение характера его развития.

Острота перехода обязана синхронизации процессов развития и тому сильному взаимодействию,

Таблица 2

Развитие человечества в логарифмическом масштабе

Эпоха	Период	Дата (годы)	Число людей	Культурный период	ΔT (лет)	История, культура, технология
С	T_1	2150	$11 \cdot 10^9$	Стабилизация населения Земли		Переход к пределу $12 \cdot 10^9$. Изменение возрастного распределения. Глобализация. Урбанизация.
		2050	$10 \cdot 10^9$		125	
		2000	$6 \cdot 10^9$	Мировой демографический переход	45	
В	11	1955	10^9		45	<u>Настоящее время</u> Компьютеры. Мировые войны. Электричество.
	10	1840		Новейшая история	125	
	9	1500		Новая история	340	
	8	500 н. э.	10^8	Средние века	1000	Промышленная революция. Книгопечатание. Географические открытия. Падение Рима.
	7	2000 до н. э.		Древний мир	2500	
	6	9000		Неолит	7000	
	5	29000	10^7	Мезолит	20000	Рождество Христово. Греческая цивилизация. Индия, Китай, Будда. Междуречье, Египет. Письменность, Города. Одомашнивание, сельское хозяйство. Керамика, Бронза. Микролиты. Заселение Америки.
	4	80000		Мустье	51000	
	3	0,22 млн	10^6	Ашель	$1,4 \cdot 10^5$	<i>Homo Sapiens</i> . Речь, огонь. Заселение Европы и Азии. Рубила.
	2	0,60 млн		Шелль	$3,8 \cdot 10^5$	
	1	1,6 млн	10^5	Олдувай	$1,0 \cdot 10^6$	Галечная культура, чоппер. <i>Homo Habilis</i> .
А	T_0	4,4 млн	(1)	Антропогенез	$2,8 \cdot 10^6$	Отделение Гоминидов от Гоминоидов

которое осуществляется в мировой демографической системе, что служит примером и ярким проявлением глобализации. Наконец, при завершении демографического перехода коренным образом меняется соотношение между молодыми и старшими поколениями.

Подводя итог, можно сказать, что изложенный подход позволил охватить все развитие человечества, рассматривая рост его численности как процесс самоорганизации. Этот под-

ход стал возможен благодаря переходу на следующий уровень интеграции по сравнению с уровнем, принятым в демографии.

Трансформация темпов развития во времени

Существенным результатом теории роста стало представление об изменении течения времени — его сокращении по мере развития системы, давно известное историкам и

философам. Изменение масштаба времени, происходящее по мере роста человечества, можно представить, если ввести мгновенное время T_e экспоненциального роста, которое равно удалению в прошлое. Так, 100 лет тому назад $T = 100$ лет, а относительный рост составлял 1 процент в год. При начале нашей эры, 2000 лет тому назад, рост составлял 0,05 процента в год, а 100 тысяч лет тому назад он был так мал (0,001 процента в год), что общество считали статичным. При наступлении эпохи B 1,6 миллиона 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. Из-за сжатия времени время от конца цикла до перехода равно половине длительности каждого цикла. По мере приближения к критической дате T_p , T_e уже отстывает от линейной зависимости и проходит через свое минимальное значение, соответствующее росту в 1,7 процента. После 2000 года при стабилизации численности населения T_e станет быстро расти.

Наблюдения антропологов и традиции историков четко намечают рубежи эпох, равномерно разделяющие в логарифмическом масштабе время от $T_0 = 4\text{—}5$ миллионов лет тому назад до $T_1 = 2000$. В соответствии с этой периодизацией каждый новый демографический цикл оказывается короче предшествующего в 2,5—3 раза и ведет к увеличению численности населения во столько же раз. В масштабе глобальной истории видна синхронность развития — вопрос, который издавна находится в центре внимания исторической науки, а периодизация указывает на устойчивость роста и тем самым на детерминированность глобального исторического процесса.

Окружающая среда и устойчивость развития

Демографический переход как следствие сжатия исторического времени до предела, определяемого природой человека, следует рассматривать как важнейший рубеж во всей истории человечества. Принимая закон развития неизменным, следует полагать, что не исчерпание ресурсов, перенаселение или развитие науки и медицины станут определяющим фактором в изменении алгоритма роста. Заключение, к которому приводит теория, состоит в общей независимости глобального роста от внешних условий — вывод, находящийся в противоречии с традиционными и общепринятыми мальтузианскими представлениями. По утверждению экспертов Международной организации питания, в настоящее время на планете достаточно пространства и ресурсов для того, чтобы в принципе можно было обеспечить питанием 20—25 миллиардов человек.

Голод во многих регионах связан не с общим недостатком продовольствия, а со способами его распределения, которые имеют социальное и экономическое происхождение. Если в прошлом все выражалось в количественном росте, то в новых условиях при стабилизации численности населения критерием развития станет *качество* населения. Так, за изменением возрастной структуры населения последуют 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, несомненно, представляют основную проблему на новом этапе эволюции человечества, который наступит в предвидимом бу-

дущем при стабилизации населения нашей планеты после демографического перехода. Именно в этом контексте следует рассматривать концепцию устойчивого развития и *само качество жизни*.

С исторической и социальной точек зрения исключительное значение имеет системная устойчивость развития человечества как в процессе роста, так и особенно во время переходного периода. Если в канун Первой мировой войны Европа развивалась темпами, никогда

в будущем уже не превзойденными, то мировые войны привели к общим потерям около 250 миллионов человек, или 10 процентов населения мира. В прошлом следует обратить внимание на потери от Черной Смерти — страшной пандемии чумы в XIV веке, возникшей вследствие развязанной тогда войны и приведшей к значительным нарушениям роста населения мира. Тем не менее, как и в случае мировых войн XX века, человечество очень быстро восполнило эти потери.

Таблица 3

Динамика населения мира, Азии и Европы

Год	1950			2000			2050		
Регион	Мир	Азия	Европа	Мир	Азия	Европа	Мир	Азия	Европа
Население (млн)	2500	1400	590	6170	3740	730	9800	5700	700
Рост, процентов в год	1,78	1,9	0,96	1,49	1,55	0,08	0,54	0,44	-0,2
Детская смертность на 1000	156	180	72	57	57	12	17	17	6

В настоящее время возможна потеря системной устойчивости при прохождении развивающихся стран через демографический переход, который произойдет там в 2 раза быстрее, чем в Европе, и охватит в 10 раз больше людей. Так, в течение последних десяти лет экономика Китая растет более чем на 10 процентов в год, тогда как население, превышающее 1,2 миллиарда, растет на 1,1 процента. Население же Индии в 2001 году превысило 1 миллиард и растет на 1,7 процента, а экономика — на 6 процентов 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 ядерного оружия в этом регионе.

Демографический фактор, несомненно, важен для ряда мусульманских стран. Взрывное появление поколения неприкаянной молодежи и ее миграция в города дестабилизирует эти страны. При этом следует иметь в виду, что по культурологическим причинам ислам мало способствует развитию, и поэтому результирующее «столкновение цивилизаций» связано не столько с религиозным фактором, сколько с отставанием социально-экономического развития. Сравнивая динамику населения Европы и Азии, можно увидеть, как в самое ближайшее время центр мирового развития переместится в Азиатско-Тихоокеанский регион. Тихий океан станет

последним глобальным «Средиземноморьем» планеты, где Атлантика была вторым, а в Древнем мире Средиземное море — первым.

Нарастающие неравномерности развития могут стать потенциальной причиной потери устойчивости роста и, как следствие, привести к войнам. Такие возможные неустойчивости принципиально нельзя предсказать, однако указать на их вероятность не только возможно, но и необходимо. 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 века. Без такой глобальной устойчивости невозможно решение никаких 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

Если рассматривать население мира как единую, развивающуюся путем самоорганизации систему, то предложенная модель позволяет охватить громадный диапазон времени и круг явлений, в которые входит вся история человечества как информационного общества. Наша модель парадоксально указывает на глобальную независимость развития в тече-

ние всей истории от внешних ресурсов, что позволяет сформулировать, в отличие от популяционного принципа Мальтуса, *принцип демографического императива*.

В силу указанных причин и тех острых дискуссий и выводов, что делаются на основе представлений о предвидимом будущем, следует считать целесообразной постановку междисциплинарных комплексных исследований этих проблем, причем математическое моделирование вместе с другими методами должно участвовать при анализе роста численности населения мира и тех последствий, которые он будет иметь во время демографической революции.

Справедливость принципов моделирования следует видеть не только и не столько в близости результатов расчетов с наблюдаемыми данными, сколько в следствиях тех основных предположений о системности и статистической стационарности процесса автотомельного роста, которые положены в ее основу. Модель предлагает феноменологическое, макроскопическое описание явлений, в основе которого лежит представление о кооперативном взаимодействии, включающем все процессы культурной, экономической, технологической, социальной и биологической природы и приводящем к гиперболическому росту. Существенным выводом теории стало представление о кинематическом преобразовании эффективной продолжительности исторического времени по мере роста человечества.

Некоторые историки провозгласили «конец истории». Однако анализ показывает, что человечество ныне проходит критическую эпоху смены парадигм развития, никогда прежде им не переживавшуюся. Эти

представления имеют большое значение для понимания экономики развития, перехода от парадигмы баланса и равновесия к неравновесной эволюции. В настоящее время именно неравновесные процессы приводят не только к быстрому росту, но и нарастанию неравномерностей развития. Поэтому модель квадратичного роста, неравновесная и необратимая, в основе которой лежит обобщенная информация, являющаяся главным фактором роста на всем протяжении всего роста человечества, приобретает особое значение для понимания статистических законов экономического развития. Недаром к этому подходу привлечено внимание экономистов в итоговом выпуске журнала «Вопросы экономики»².

В понятиях теории, в частности нелинейных явлений, следует видеть источник образов и аналогий, которые помогут расширить круг представлений в тех областях науки, где строгие понятия точных наук не могут быть формализованы в той степени, так как того хотелось бы. В этом ряду демография занимает особое место, поскольку при всей ограниченности числа как характеристики сообщества его значение имеет четкий и универсальный смысл. Теперь в демографической проблеме можно получить результаты и новый объект для теоретических исследований физики и математики, примерами

приложений которых так насыщено научное наследие Н. Н. Моисеева.

В целом, переход после демографической революции к новой парадигме развития приведет к глубоким изменениям, предвидение которых должно привлечь внимание всех, кто всерьез задумывается о судьбах мира. Увеличение продолжительности жизни и сокращение рождаемости, при котором возрастает удельная численность пожилых граждан и уменьшается удельная

Некоторые историки провозгласили «конец истории».

Однако анализ показывает, что человечество ныне проходит критическую эпоху смены парадигм развития, никогда прежде им не переживавшуюся.

ная численность молодежи, ведут к увеличению нагрузки на систему социального обеспечения и медицинского обслуживания пенсионеров. Изменение возрастного состава и увеличение числа городских жителей приводит к изменениям структуры и устойчивости семьи, новым критериям роста и успеха, приоритетов и ценностей общества. Это происходит столь стремительно, что ни отдельные лица, ни общество в целом, ни его институты не успевают адаптироваться к новым обстоятельствам и, соответственно, прийти в результате перехода к новому режиму развития, времени, когда количественный рост сменяется либо качественным развитием, либо стагнацией. Эта дилемма стоит как перед человечеством, так и — с особой остротой — перед Россией при

² См. С. П. Капица. Модель развития человечества и проблемы экономики. — «Вопросы экономики». 2000. № 12.

переходе от индустриального развития к постиндустриальному обществу знаний, связанному с развитием культуры, науки и образования, когда происходят существенные структурные изменения в странах, завершающих переход. Так происходит смена приоритетов в экономике и ценностей в обществе, изменение взаимоотношений между поколениями и моральных установок при воспроизводстве населения и его старении.

В итоге демографический анализ мирового развития дает глобальную перспективу видения — картину, которую можно считать метаисторической, находящейся над историей по широте и времени охвата. Полученные таким образом обобщения имеют свое место и ценность как дающие достаточно полную и объективную картину развития реального мира. Таким путем, быть может, впервые возможно будет обратиться к *количественному* исследованию исторических процессов, имеющему особое значение для понимания качественных перемен.

Трудно представить, чтобы в обозримом будущем стало 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, является частью системного поведения той или иной страны или региона. Наконец, современные открытия в области молекулярной биологии и изучения генома человека предоставляют принципиальные возможности изменения самой природы человека, а следовательно — темпов развития и самих предпосылок модели. Но развитые выше представления уже дают возможность предложить новую, общую для человечества канву развития и перспективу времени — картину, пригодную для антропологии и социологии, истории и экономики. Если же мировое сообщество — от политиков до врачей — увидит в переходном периоде не только источник стрессов для отдельного человека и критического состояния для всего человечества, но и системные предпосылки перехода к новой парадигме развития *качества жизни*, то автор будет считать этот опыт междисциплинарного исследования оправданным. Более того, возникающее понимание, как это предвидел и на что, несмотря на все трудности, надеялся Н. Н. Моисеев, поможет в преодолении страхов перед будущим, возникающих при крушении прежнего порядка вещей в эпоху перемен и зарождении нового мира. ◆