

С. П. КАПИЦА

**ОБЩАЯ ТЕОРИЯ
РОСТА ЧЕЛОВЕЧЕСТВА**

**Как рос
и куда идёт мир человека**

Москва 2009

С. П. Капица
Общая теория роста человечества
Как рос и куда идёт мир человека

Аннотация

Человечество переживает эпоху глобальной демографической революции, когда после взрывного роста население мира круто меняет характер своего развития и внезапно переходит к ограниченному воспроизводству. Это величайшее по значимости событие в истории человечества с момента его появления затрагивает все стороны жизни миллиардов людей. Именно поэтому демографические процессы стали важнейшей глобальной проблемой мира и России. От их фундаментального понимания зависит не только настоящее, но предвидимое будущее, приоритеты и характер развития, устойчивость роста и глобальная безопасность. Новое понимание процессов перемен даёт феноменологическая теория роста человечества, опирающаяся на методы и модели физики в анализе причин и последствий развивающегося глобального финансово-социального кризиса.

Sergey P. Kapitza
Theory of global population growth
From the demographic revolution to a society of understanding

Abstract

Of all the global problems looming on our common horizon that of population growth comes first, as it expresses in numerical terms the outcome of all of social, cultural and economic development. In dealing with these matters a new way has to be found to comprehend the challenge of change. For one has to go beyond the agenda of demography and economics, sociology and anthropology, and see mankind as an evolving system.

In modelling global population, growth is practically described over the whole of human history by assuming self-similarity as the dynamic principle of development. This nonlinear growth rate, proportional to the square of the number of people in the world, is due to a collective interaction of an informational nature. Estimates of the beginning of human development 4.5 million years ago and of the number of people who have ever lived ≈ 100 billion are made.

Large scale cycles, defined by history and anthropology, are shown to follow an exponential pattern of growth, now rapidly culminating in the demographic transition. This is a veritable revolution, when global population is to stabilize at 10–11 billion in the foreseeable future. In this new world, not dictated by numerical growth, education and science are to become the main issues in a knowledge society of an information-dominated world. It is then, where the old outnumber the young, to be sustainable a new system of values have to develop, when the quality of life is to become the aim of development.

С. П. КАПИЦА

**ОБЩАЯ ТЕОРИЯ
РОСТА ЧЕЛОВЕЧЕСТВА**

**Как рос
и куда идёт мир человека**

Второе издание

Оглавление

От автора.....	5
I. В поисках модели роста человечества	9
1. Введение.....	10
2. Моделирование глобального роста человечества.....	17
3. Демографический переход и демографическая революция.....	30
4. Рост населения Земли.....	35
5. Преобразование собственного времени истории	41
6. Природа разрывов и демографическая революция.....	47
7. Рождаемость, старение, миграция.....	58
II. Что дает модель для понимания развития человечества.....	65
8. Энергетика и экономика мира.....	66
9. Демографическая революция и кризис идеологий и управления	71
10. Информационная природа роста.....	80
11. Потеря устойчивости роста и последствия финансового кризиса	86
12. Россия в глобальном демографическом контексте.....	90
13. Основные положения и выводы теории роста	95
14. Заключение	96
III. Очерк теории роста человечества	103
15. Теория роста населения Земли	104
Список литературы	117

От автора

При первой встрече с человеком вас всегда интересует его возраст, и в зависимости от того, кто перед вами: маленький мальчик, молодая женщина или почтенный старец, — ваше отношение к нему будет разным. Далее вас может заинтересовать состав его семьи, сколько братьев и сестёр у вашего собеседника. Отправляясь в другой город или страну, вы захотите узнать, каково их население. Если же нашу планету посетит инопланетянин, то его первым вопросом при встрече несомненно будет, сколько здесь людей и как долго они здесь живут? Данная книга, выходящая вторым изданием, посвящена именно этому вечному кругу вопросов.

Ответы мы будем искать с помощью количественного и комплексного исследования истории и предвидимого будущего человечества. Для этого автор обратился к данным, которые предоставляет демография, где объектом исследования служит численность населения стран и мира. Именно в числе людей на Земле выражен результат всей социальной, экономической и культурной деятельности, что открывает возможность для количественного анализа истории человечества. При анализе этой проблемы всё человечество рассматривается как один объект, как одна развивающаяся система. Сама же модель роста основана на методах и образах физики и обращается к математике для описания явлений прошлого. Однако связь между ростом населения мира и длительностью развития нельзя понять без учёта относительности исторического времени, когда собственный масштаб времени истории сжимается в десятки тысяч раз как результат самого развития.

В свете этого ускорения роста становятся понятными истоки глобальной демографической революции, которую ныне переживает всё человечество. С критическим переходом от взрывного роста к постоянной численности связаны современные и наиболее острые вопросы жизни народов: падение рождаемости и глобальная безопасность, финансовый кризис и изменение самой парадигмы развития при переходе к обществу знания. Новое время, отмеченное такими глубокими изменениями в нашей истории, как демографическая революция, требует нового уровня обобщения и синтеза, и поэтому представляет интерес обращение к *метаистории* и понятиям наук, самонадеянно называющих себя точными и количественными. При исследованиях роста всего человечества за все времена неизбежно происходит потеря деталей развития в пространстве и времени, а сами представления лишь приближенно описы-

вают прошлое. При таком последовательном количественном подходе к описанию истории естественно возникают трудности согласования с традициями общественных наук. Однако автор надеется, что этот опыт междисциплинарного понимания истории окажется полезным и плодотворным. Наконец, в эпоху крутых перемен особенно существенным представляется обсуждение проблем глобальной безопасности.

В современном мире глобальный кризис выражается в том, что на всех уровнях само экономическое могущество не соответствует нашему социальному развитию и управлению, что видно по расхождению наших дел и мыслей. Тем не менее автор надеется, что представленный очерк поможет взаимодействию двух главных сил, олицетворяющих наш разум и наше материальное развитие, что для России особенно существенно. Развитый в книге подход даёт возможность для анализа современного глобального финансового кризиса, который так внезапно, но не неожиданно обрушился на человечество. Однако истинным источником кризиса в нашу эпоху были назревшие перемены во всём мире. В нашей стране их был призван решать М. С. Горбачев. Его ответом вызову времени стал призыв к «новому мышлению» в эпоху крутых перемен, уже не подвластных и тем, кто их начал.

Интерес к этой проблематике у автора возник в процессе участия в Пагуошском движении ученых и дискуссиях на тему опасности ядерной войны, а затем в работе Римского клуба, когда с особой ясностью была осознана необходимость исследования глобальных проблем. Тогда стало понятно, что ключ к ним даёт динамика роста населения Земли, однако развитие этого направления исследований было понято и принято не сразу. Первая статья «Феноменологическая теория роста населения Земли» была опубликована в журнале «Успехи физических наук» (т. 106, № 1, 1996), в переводе: «Physics-Uspekhi» (v.39, № 1, 1996) и в монографии [2]. Подробности выводов, сводные данные антропологии и истории, ссылки на литературу можно найти также в докладе, который был представлен Римскому клубу и опубликован в 2007 году [3].

Данная книга адресована всем, кто интересуется этой проблематикой, но не является специалистом. Поэтому автор сделал всё для её восприятия читателями разных профессий, а ради полноты и убедительности изложения междисциплинарных проблем в ней допущены повторы существенных идей. Однако новое понимание достигается с трудом. Недаром бытует шутка, как некий профессор заметил: «Глупые

у меня студенты — я им три раза объяснял, наконец сам понял, а до них всё никак не доходит!».

Книга состоит из трёх частей. В первой части рассмотрена концепция модели и изложены основные результаты математического моделирования, которые привели к теории роста населения мира. Здесь при описании модели затрагиваются представления и данные антропологии и истории в той мере, в какой в них содержатся количественные сведения, необходимые для построения самой теории и её обоснования. Вторая часть посвящена интерпретации развития и истории человечества, где автор обращается к современности и тому будущему, которое нас может ожидать. Это обсуждение глобальных проблем не претендует на полноту анализа, и его цель — показать те возможности, которые открывает количественный анализ мировой истории. В третьей части дано изложение количественной теории роста человечества и приведены все необходимые для этого вычисления. В заключение рассмотрены некоторые вопросы развития теории роста и самоорганизации демографической системы Земли.

Развитие этих исследований было бы невозможным без обсуждений с коллегами из самых разных областей знания. Я обязан Г.И. Баренблатту за понимание автомодельных процессов, А. Г. Вишневному и Н.М. Римашевской, которые ввели меня в проблемы и методы демографии и содействовали плодотворному обсуждению в Институте демографии Высшей школы экономики. Я благодарен Л.И. Абалкину, В.Л. Макарову, А.Ю. Шевякову, Р.М. Энтову и Фонду Кондратьева за внимание и поддержку со стороны экономистов. Очень существенно было внимание историков В.С. Мясникова и А.О. Чубарьяна, ценна поддержка А.А. Кокошина и В.С. Стёпина.

Очень много для поддержки и развития работ сделали С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий и коллектив Института прикладной математики им. М.В. Келдыша. В 2001 году наши исследования были отмечены премией Правительства России. Обсуждение этой проблематики проходило на конференциях и встречах в Московском физико-техническом институте и Московском государственном университете, и я обязан В.А. Садовничему за понимание и поддержку. Существенны были встречи в университетах Амстердама, Гронингена, Эйндховена, Стокгольма, Петербурга, Дрездена, Котбуса. Встречи в Курчатовском научном центре, Объединенном институте ядерных исследований, ЦЕРНе, Массачусетском технологическом институте, Национальной лаборато-

рии в Лос-Аламосе и Институте Санта-Фе предоставили возможность выступить перед физиками. Продуктивным было участие в Пагуошских конференциях и встречах Римского клуба. Участие в Давосском экономическом форуме, Европейском деловом конгрессе и выступления в Дойче Банке и в «Первом Чешско-Российском банке» позволили понять интересы деловых кругов.

Я благодарен дирекции Московской межбанковской валютной биржи, коллегам по Никитскому клубу, предоставившим уникальную аудиторию для дискуссий по глобальной проблематике, и Н.М. Румянцевой за неизменную помощь; редактору Р.М. Пискотиной за внимание и понимание при работе над рукописью книги, сотрудникам полиграфического отдела ММВБ М.Ю. Иванюшину и М.Ю. Дикову за верстку и печать этой книги.

На разных этапах работы я обязан поддержке Российского нового университета и ректора В.А. Зернова, ЮНЕСКО, а также Лондонскому Королевскому Обществу, Кембриджскому университету и Колледжу Дарвина. Институту социально-экономических проблем народонаселения РАН, Институту физических проблем РАН и фондам ИНТАС и РФФИ.

Я также глубоко благодарен А.И. Агееву, Ж.И. Алферову, К.В. Анохину, М. Аттия, В. Вайскопфу, Р. Вайлеру, Н.Н. Воронцову, О.В. Вьюгину, О.Г. Газенко, А.В. Гапонову-Грехову, В.Ф. Галецкому, И.М. Гельфанду, В.Л. Гинзбургу, А.Я. Гольдину, А.А. Гончару, А.А. Гусейнову, П. Джонстону, И.М. Дьяконову, В.В. Иванову, Б.Б. Кадомцеву, Н.В. Карлову, Н. Кейфицу, А. Кингу, И. Коппену, Ю.Л. Климонтовичу, О.Л. Кузнецову, А.Б. Куржанскому, Е.С. Куркиной, Н.П. Лаверову, Г.В. Манелису, Г.Г. Малинецкому, Г.И. Марчуку, Г.А. Месяцу, Н.Н. Моисееву, И.В. Перевозчикову, С.В. Поповой, Р.Я. Попову, Р. Пригожину, Г. Принсу, Л.П. Питаевскому, Ф.-Й. Радермахеру, М. Ризу, Д. Ротблату, Ю.А. Рыжову, Д.И. Трубецкову, Л.Д. Фаддееву, В.Л. Фадееву, В.Е. Фортову, А.М. Фридману, Г. Харигелю, Н. Хейфицу, Д. Холдрену, Х. Шопперу, А.-М. Четго, Эль Хасан бин Талалу и А.Л. Яншину — за понимание и помощь на разных стадиях исследования.

Посвящается Тане
с благодарностью за все 60 лет
нашей счастливой жизни

I. В поисках модели роста человечества

1. Введение

В основе исследования лежит количественное описание истории человечества как динамической системы. Её рост и развитие обязано взаимодействию, охватывающему всех людей и возникшему с появлением человека, одарённого сознанием. Недаром ещё Аристотель в начале своей «Метафизики» говорит, что «все люди от природы стремятся к знанию». Именно развитым сознанием, языком и культурой мы коренным образом отличаемся от животных, и потому нас в сто тысяч раз больше, чем соизмеримых с нами тварей, — по существу, этому вопросу и посвящены изложенные ниже работы [1,2,3].

Исследования проблематики роста человечества привели к тому, что была предложена количественная модель нашего роста и развития. Однако тогда не было полной ясности, почему эта модель, математические средства которой очень просты, даже элементарны, оказалась столь содержательной и эффективной. Поэтому в данном очерке не только представлена модель роста человечества, но и показано, как полученные результаты поддерживаются представлениями антропологии и истории, как они соотносятся с выводами экономики и анализом устойчивости развития. Таким образом, изложение посвящено не столько выводу основных математических формул, сколько выяснению обстоятельств их соответствия действительности и представлениям других наук, в первую очередь общественных. Поэтому математическая часть выделена в отдельную главу 15, которая может быть опущена при первом чтении.

Впервые к этому кругу вопросов обратился Томас Мальтус. Несмотря на то, что юноша был студентом богословского факультета Кембриджского университета, он был хорошо образован математически. При посещении его мемориального кабинета в Колледже Иисуса в Кембриджском университете я обратил внимание, какое место там занимали сочинения Леонарда Эйлера. Этот великий математик развил математический анализ в том виде, в каком мы его сейчас знаем, и который поныне служит надежным инструментом физиков и инженеров. Им вполне владел Мальтус: недаром он занял девятое место на математической олимпиаде университета в 1783 году. Хотелось поэтому надеяться, что и современные обществоведы будут в состоянии овладеть математикой на уровне, продемонстрированном автором первой модели роста населения.

Подход и миропонимание Мальтуса непосредственно связаны с развитием классической механики в XVIII веке, и отвечали механистической, ньютонианской методологии и взглядам эпохи Просвещения, а также представлениям физиократов, что сельское хозяйство и производство продуктов питания определяют развитие общества. Само же предположение Мальтуса о том, что экспоненциальный рост населения ограничивается ресурсами, оказало существенное влияние на всё последующее развитие подобных исследований.

Известным обращением к такому подходу стал первый доклад Римскому клубу «Пределы роста» [4]. В 1972 году, следуя идеям американского ученого Джея Форрестера о математическом моделировании сложных систем, авторы доклада под руководством Денниса Медоуза на основе обширной базы данных сделали попытку представить развитие человечества на ближайшие 50 лет. В основе модели лежало описание глобального процесса роста как суммы пяти факторов развития. Так было привлечено внимание к глобальным проблемам, в чём состоит большая заслуга авторов первого доклада Римскому клубу. Однако их результаты, основанные на редукционизме при суммировании факторов развития, показали всю ограниченность линейных моделей и концепций ресурсного ограничения роста человечества. В этом отношении представляет интерес замечание американского экономиста Герберта Саймона:

Сорок лет опыта моделирования сложных систем на компьютерах, которые с каждым годом становились всё больше и быстрее, научили, что грубая сила не поведёт нас по царской тропе к пониманию таких систем... Тем самым моделирование потребует обращения к основным принципам, которые приведут нас к разрешению этого парадокса сложности.

Данная работа — ответ на этот вызов. Действительно, целостное описание человечества приводит нас к выводу, что социальные процессы развития непосредственно связаны с ростом населения. Однако это нелинейная связь, в которой нет простой причинно-следственной зависимости роста и развития. Поэтому такой подход возможен, только если рассматривать всё человечество как целое.

Так, большинство крупных современных историков — Фернан Бродель, Карл Ясперс, Иммануил Валлерштейн, Николай Конрад, Игорь Дьяконов — утверждали, что подлинное понимание развития человечества возможно лишь на глобальном уровне. В значительной мере ими был развит целостный взгляд на мировую историю, что стало существ-

венным опорным тезисом для данных исследований, в которых с самого начала рассматривалось развитие всего человечества. Неслучайно академик Конрад в итоговом сборнике статей «Запад и Восток» (1972) писал:

Таким образом, имеющиеся у нас знания прошлого в соединении с тем, что нам открывает наша современная наука по отношению как к прошлому, так и будущему, позволяют нам осмыслить ход исторической жизни человечества и тем самым наметить философскую концепцию истории. Сделать это можно, однако, только принимая во внимание историю всего человечества, а не какой-либо группы народов или стран...

Фактов, свидетельствующих, что история человечества есть история именно всего человечества, а не отдельных изолированных народов и стран, что понять исторический процесс можно только обращаясь к истории человечества, — таких фактов можно привести сколько угодно и во всех областях. Вся история полна ими [8].

Немецкий историк и философ Карл Ясперс в книге «Смысл и назначение истории» (1948) первую часть «Мировая история» начинает словами:

По широте и глубине перемен во всей человеческой жизни нашей эпохе принадлежит решающее значение. Лишь история человечества в целом может дать масштаб для понимания того, что происходит в настоящее время [5].

Ясперс подробно аргументирует необходимость рассмотрения истории человечества как глобального процесса, когда всё человечество в целом становится объектом исследования. Им выделяются единые процессы развития, которые охватывают весь мир. Однако историческая наука прошла долгий путь в познании общих закономерностей, которые определяют рост и развитие человечества. Надо отметить, что эти поиски были нелёгкими, поскольку, как и в демографии, попыткам уловить общие закономерности мешала разрозненность фактов и обстоятельств в постоянно увеличивающемся множестве частных. Видный экономист Фридрих фон Хайек по аналогичному поводу заметил:

Деление исследований общества на специализированные дисциплины привело к тому, что все наиболее существенные вопросы пренебрежительно относились к маргиналиям неясной философии развития общества.

Приведённые взгляды историков стали существенным подтверждением идеи, что необходим подход к росту населения мира и развития человечества как единому целому, как к развивающейся динамической

системе. Однако такой взгляд традиционно отрицался в демографии, поскольку задачу демографии видели в том, чтобы в рамках отдельной страны или региона связать рост населения с конкретными социальными и экономическими условиями, и на этой основе дать рекомендации по демографической политике. Именно это тормозило принятие глобального и феноменологического подхода и вытекающих из него выводов как для демографов, так и для обществоведов, концептуально повязанных границами стран.

Следует подчеркнуть, что феноменологический подход понимается нами так, как это принято в физике, а не в философии. Иными словами, мы обращаемся к общим принципам самоподобного развития, причинности, выраженной в статистических представлениях, и на этой основе строим теоретические модели. Поэтому мы и не обращаемся к так называемым элементарным явлениям, частично описывающим свойства составляющих систему компонент, суммируя которые можно представить целое. Опыт показывает, что даже для более простых, чем человечество, систем такой путь построения модели в большинстве случаев практически неосуществим.

Первый и наиболее успешный опыт феноменологического подхода был развит в термодинамике, когда газ рассматривался как система из многих взаимодействующих частиц. Благодаря столкновениям молекул, находящихся в термодинамическом равновесии, их состояние менялось медленно и обратимо. В этом случае можно ввести такие понятия, определяющие термодинамическое состояние системы, как температура и давление, а также обратиться к представлению об энергии и энтропии, не входя в детальное понимание свойств атомов или молекул, составляющих газ.

В дальнейшем при рассмотрении процессов развития сложных систем, далёких от равновесия, в которых происходят необратимые процессы эволюции и роста, оказалось, что феноменологический подход открывает путь к пониманию подобных систем на новой основе. Даже для такой сложной системы, как человечество, это позволяет описать процессы роста и развития населения Земли. Только поднявшись на глобальный уровень анализа, переоценив масштаб проблемы, рассматривая уже всё население мира как единый объект, как взаимосвязанную систему, удалось описать развитие человечества в целом. Более того, такое обобщённое понимание истории оказалось не только возможным, но и очень результативным. Именно с таких позиций можно не только

описать наше прошлое, включая и самое далёкое, но и понять глобальный демографический переход, который мы переживаем, и на этой основе предложить картину нашего развития в обозримом будущем.

Для этого надо было коренным образом изменить метод исследования, точку зрения как в пространстве, так и во времени и рассматривать человечество с самого начала его появления как глобальную структуру. В этом случае причину роста следует искать не в сумме всех действующих факторов, а в том коллективном взаимодействии, которое охватывает всё человечество и определяет его развитие. Как выяснилось, развитие этой динамической системы — не только нелинейное и необратимое, но и далёкое от равновесия — в настоящее время завершается демографической революцией. Это фазовый переход в новое состояние именно в физическом смысле, и за всю свою историю человечество никогда прежде не переживало столь глубокой перестройки системы, что и делает наше время уникальным.

Следует отметить, что такой вывод принимается с трудом. Замечательный математик и физик, академик Людвиг Фаддеев при обсуждении доклада автора на Президиуме РАН проницательно заметил, что каждое поколение обычно убеждено в своей исключительности. Именно поэтому он обратил внимание на необходимость последовательного утверждения сделанного вывода. В значительной мере в этом и состоит задача автора. Вот почему мы обратимся к феноменологическому, целостному описанию роста и будем рассматривать человечество как единую, сильно связанную систему, в которой действует управляющий развитием общий механизм, и таким образом поймём происходящее. Тогда достигнутое понимание станет основой действия.

Появление такой системы, как человечество, есть результат его *эволюции* и *самоорганизации*, которые привели к возникновению качественно нового объекта, выделяющего его из всего животного мира. Поэтому в исследовании этого объекта мы обращаемся к методам, использующим коллективные взаимодействия для описания причинных связей в эволюции сложных систем. Под сложными системами мы понимаем системы, развитие которых зависит от числа связей между людьми на нашей планете, и сложность системы определяется не суммой числа людей, а квадратом численности населения мира. В этом состоит нелинейность процесса роста и невозможность обращения к простым причинно-следственным связям между ростом и развитием. При этом оказывается, что течение времени в истории неравномерно, и зави-

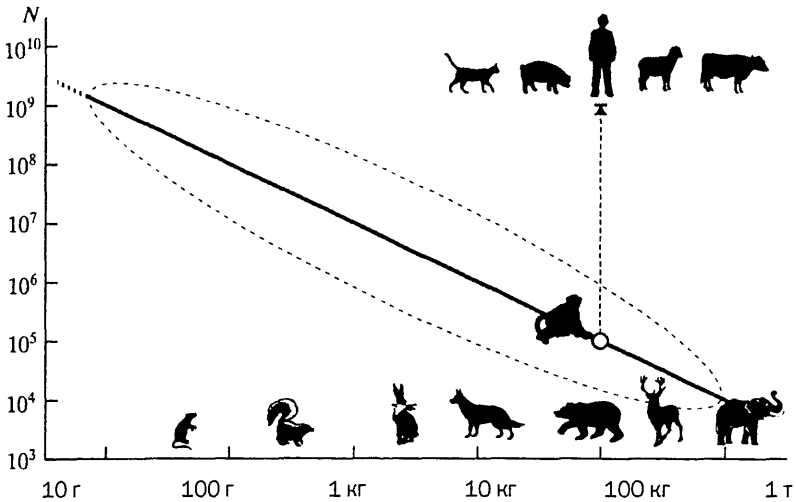


Рис. 1. Численность видов животных на Земле в зависимости от их массы

сит от самого развития. Сжатие исторического времени крайне обостряет темпы развития и придаёт особое значение всему, что происходит в эпоху демографической революции.

Таким образом, при интерпретации феноменологической теории роста населения нашей планеты необходимо использовать представления физики нелинейных явлений и неравновесных процессов, развитые уже в науке XX века, и с самого начала отбросить аддитивность и линейный подход. Отметим, что такая теория в принципе должна оперировать статистическими распределениями для переменных, но на первом этапе автор ограничился упрощённым подходом, вводя их средние значения. Обращаясь к идее сложности и взаимосвязанности системы, которой мы описываем развитие человечества, мы преследовали цель выяснить смысл сделанных выводов и пределы их применимости. В итоге выработанное феноменологическое понимание в противовес редукционизму привело к последовательной теории роста человечества. Именно это позволило предложить наши выводы как основу рекомендаций для политики в критическую эпоху мирового развития.

Обратимся к вопросу о численности человечества по сравнению со всеми другими животными. Самое главное, что нас в **сто тысяч раз** больше, чем сравнимых с нами по массе животных, таких как волки или

медведи в наших широтах, или крупных обезьян в тропических странах. Это существенный факт, и он требует пояснения. Заметим, что именно эти животные в мифологическом сознании первобытных людей почитались как наши далёкие предки. Однако между нами и ими нет промежуточных форм, которые в наивных образах могли бы объяснить происхождение и эволюцию человека, и человек как бы выпадает из животного мира. Именно такими соображениями руководствуются те, кто до сих пор так настойчиво предлагают неэволюционные пути появления человека, одарённого разумом.

Эволюционно и биологически человек очень близок к животному миру. Тем не менее ни один вид сопоставимых с человеком по биологии и питанию животных, чьи популяции занимают ограниченный ареал (а численность вида определяется динамическим равновесием с окружающей природой), никогда не развивался так стремительно, как человек. Подобный рост нашей численности совершенно необычен и происходит прямо на наших глазах. Так, 75 лет назад меня в школе учили, что на Земле 2 млрд. человек, а в настоящее время нас более 6,5 млрд. Именно это выделяет нас среди всего мира животных и делает таким особым наш вид, рост его численности и развитие. Более того, человек, начиная со времен неолита 10 000 лет назад, окружил себя домашними животными, которые также умножили свою численность, далеко опередив своих диких собратьев. Например, число голов крупного рогатого скота в мире превышает два миллиарда, а его вклад климатически активных газов (таких как метан и углекислота) в атмосферу сравним с индустриальной деятельностью человека.

Указанные обстоятельства должны учитываться, когда мы обращаемся к общим проблемам роста и развития человечества. В то же время человек, несомненно, представляет собой один вид *Homo sapiens* — человека разумного с одним и тем же числом хромосом, а представители разных рас могут скрещиваться между собой. Но именно разумом человек отличается от всего животного мира, и своим развитым сознанием он обязан стремительному росту своей численности.

В заключение заметим, что помимо фундаментального значения таких работ для понимания развития человечества в целом подобные исследования глобальной истории необходимы и для осмысления судеб нашей страны. Благодаря географической протяженности, истории и разнообразию социальных и экономических условий, Россия во многом воспроизводит глобальные процессы. Поэтому с учетом исторических мас-

штабов этих проблем для нас существенно их понимание на уровне всего человечества, что даёт возможность обратиться и к российским проблемам в критическую эпоху мировой и отечественной истории.

Таким образом, на основе количественного анализа и подхода к антропологии и истории мы приходим к новому видению прошлого. В то же время эти представления затрагивают актуальные вопросы нашего будущего, цели и устойчивость развития, и потому связаны с вопросами мировой безопасности. Это, в частности, открывает путь для понимания того социально-экономического кризиса, который так внезапно пришёл. Но важнее всего в этом стремительно развивающемся мире развить наши представления о новом мире, в который мы неминуемо войдём.

2. Моделирование глобального роста человечества

Ответ на центральный вопрос, чем человек обязан своему развитию, в результате которого его численность на пять порядков превосходит численность всех сравнимых с ним тварей, как антропология, так и история связывают с сознанием человека. Однако для автора задача состоит в том, чтобы выразить этот вывод на языке математических моделей и физических теорий, которые, тем не менее, опираются на факты истории и основные представления, принятые в экономике и науках об обществе. Для этого обратимся к тому, как за последние четыре тысячелетия исторического развития росла численность человечества, которая представлена на полулогарифмической сетке. На Рис. 2 течение времени T показано на линейной шкале, а рост населения мира N — на логарифмической шкале, поскольку население за 4000 лет возросло в 100 раз. На графике видно, как вблизи 2000 года население мира внезапно устремляется в бесконечность демографического взрыва, который так озадачил демографов, и в то же время представляет важнейшее событие в жизни человечества.

Для описания роста человечества рассмотрим три основных траектории развития. На Рис. 3. первым показан линейный рост A , где численность населения N растёт пропорционально времени T , и скорость роста постоянна, поэтому график линейного роста лучше всего отображать на линейной сетке для времени и численности населения. При экспоненциальном росте B скорость уже пропорциональна самой числен-

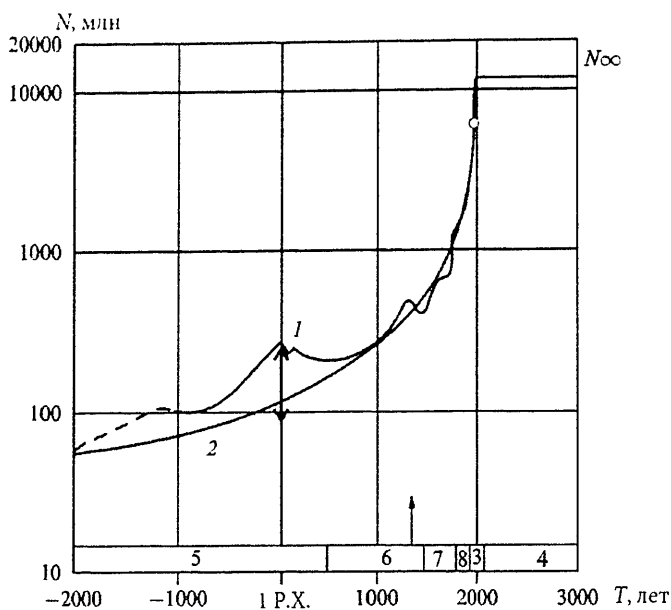


Рис. 2. Население мира от 2000 г. до Р. Х. до 3000 г.

1 – население мира от –2000 г. до нашего времени, 2 – взрывной режим, ведущий к обострению процесса роста численности населения мира, 3 – демографический переход, 4 – стабилизация численности населения, 5 – Древний мир, 6 – Средние века, 7 – Новая, и 8 – Новейшая история, ↑ — пандемия чумы 1348 г., ↑ — разброс данных, ° — $N(1995) = 5,7$ млрд., $N_{\infty} = 11,4$ млрд.

Если представить всю длительность развития человечества во временном масштабе данного графика от времени антропогенеза, то 5 млн. лет назад находится в 100 метрах влево. Это указывает на то, как неравномерно течение исторического времени, вследствие чего длительность эпох сокращается по мере приближения к моменту демографического перехода и стабилизации населения мира.

ности населения, и в этом случае появляется характерное для роста время. В математике обычно принято обращаться ко времени T_e для экспоненциального роста системы в e раз, где $e = 2,72$ — основание натуральных логарифмов. Часто прибегают к более наглядному времени удвоения $T_2 = 0,7 T_e$, которое на 30% меньше T_e . На полулогарифмической сетке экспоненциальный рост отображается прямой, на которой время представлено на линейной, а население — на логарифмической шкале. Если бы население мира росло экспоненциально, то на Рис. 2 такой рост отображался бы прямой, чего заведомо нет ни на одном этапе роста.

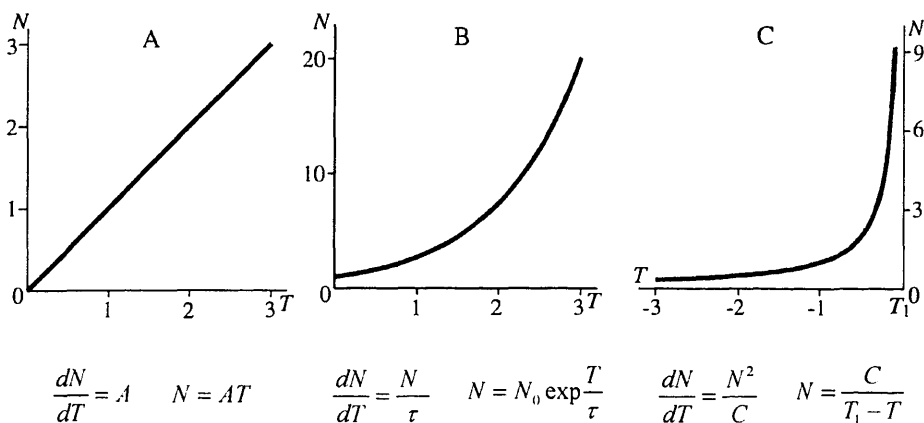


Рис. 3. Варианты роста населения

А — линейный, В — экспоненциальный, С — гиперболический.

Рост человечества происходит совершенно иначе. Мы видим, как медленный в начале, рост всё ускоряется и по мере приближения к третьему тысячелетию устремляется в бесконечность демографического взрыва, что и происходит в конечное время около 2000 года. Такой процесс отражает гиперболический график роста С. Эта закономерность, для которой также нет характерного времени роста, представляет для нас основной интерес, поскольку данные для населения мира за миллион лет с удивительной точностью описываются формулой:

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

где $C = 200$ млрд. — постоянная величина с размерностью [человек × годы], а время выражено в годах от Р.Х.

Следует отметить, что указанный закон роста очевидным образом возникает при первых попытках описать данные по росту человечества. Поэтому неудивительно, что в разное время к нему приходили многие исследователи. Одним из первых был Маккендрик, на что автору указал известный американский демограф Натан Кейфиц. Затем к этому выражению в 1960 году обратились американский инженер Форстер и немецкий астрофизик Хорнер. Именно Хорнер рассматривал возможность справиться с взрывным уходом численности населения в бес-

конечность через распространение человечества на другие планеты Солнечной системы.

С Хорнером я впервые встретился на Конгрессе Международной академии по астронавтике, проходившем в Дрездене, где я выступал с пленарным докладом по глобальным проблемам и росту населения Земли и где он рассказал мне о своих идеях. Это заседание особенно запомнилось, так как это происходило в дни объединения двух Германий в октябре 1991 года. Заметим также, что к указанной закономерности обратился советский астрофизик И. С. Шкловский в шестом, ставшем посмертным издании замечательной книги «Вселенная, жизнь, разум» [13]. На основании этой модели он пришёл к выводу, что рост определяется и ограничивается социальными и ресурсными, а не биологическими, факторами. Эти работы показывают всю широту и сложность проблем, которые следуют из рассматриваемой модели неограниченного роста человечества.

Однако в демографии выражение для функции роста, характеризующее гиперболический рост населения мира, никогда всерьёз не рассматривалось по трём причинам. Во-первых, в демографии было принято рассматривать население Земли просто как арифметическую сумму отдельных, не взаимодействующих популяций. Ведь задача демографии виделась в объяснении роста в зависимости от конкретных социальных и экономических условий, которые невозможно сформулировать для всего населения мира, и тем более связывать скорость роста с полным населением Земли. Во-вторых, выражение (1) обращается в бесконечность по мере приближения к 2025 году и не имеет смысла за пределом этой даты. Наконец, это выражение приводит к трудностям и при оценках населения в далёком прошлом. Так, 20 миллиардов лет назад при рождении Вселенной согласно представлениям космологии должно было бы уже быть десять человек, несомненно космологов, обсуждающих Большой Взрыв!

Тем не менее постоянство этого закона роста поразительно, и, если исходить из известных нам оценок населения в прошлом, он соблюдается при увеличении населения Земли в десятки тысяч раз. По существу, так описывается развитие человечества со времени появления *Homo habilis* — человека умелого полтора миллиона лет назад, однако должного внимания на это не обращали. Численность человечества на тот момент представляет большой интерес, и потому я обратился к знаменитому французскому антропологу, профессору Коллеж де Франс Иву Коппену с вопросом: сколько тогда жило людей? Его ответ был кра-

ток и точен: сто тысяч, то есть столько же, сколько крупных животных, подобных человеку. Оценка основана на наблюдении, что тогда на востоке и юге Африки существовало порядка тысячи больших семей, по сто человек в каждой.

Эта оценка не противоречит оценкам других авторов, касающихся этого существенного времени истории человечества в эпоху антропогенеза, где первые открытия были сделаны английским антропологом Лики. В дальнейшем крупный вклад в антропологию был сделан французской экспедицией, которой руководил Коппен, исследовавший раннюю эпоху становления человечества. Именно в конце антропогенеза начался гиперболический рост численности населения Земли, и с тех пор она увеличивалась прямо пропорционально квадрату населения мира вплоть до нашего времени. Медленная в начале, по мере развития населения скорость роста всё увеличивается, и в итоге происходит быстрее, чем по экспоненте, устремляясь в бесконечность в конечное время около 2025 года.

Поэтому, обращаясь к развитию населения как единой динамической системы, мы будем рассматривать выражение (1) не только как обобщение исторических данных, но и как объективную физическую закономерность и математически содержательное выражение. Оно описывает рост населения как самоподобный процесс, развивающийся по гиперболической траектории, поскольку функция роста — однородная функция. Это свойство, открытое ещё Эйлером, указывает на то, что в таких функциях нет характерного внутреннего масштаба. В частности, такой является линейная функция. Однако экспоненциальный рост этим свойством уже не обладает, поскольку определяется внутренним параметром экспоненциального времени T_c .

Однородные функции — линейная или же гиперболическая — описывают рост как самоподобный, или автомодельный процесс, в котором во все моменты времени относительный рост неизменен. Только в выделенных точках особенностей, или сингулярностей, это самоподобие нарушается. В случае роста по гиперболе это происходит в далёком прошлом, когда население асимптотически приближается к нулю, либо в то критическое мгновение T_c , при котором N обращается в бесконечность в момент обострения. В этой сингулярности, при которой функция роста стремится к бесконечности, состоит главная привлекательность этой формулы. Поскольку именно в момент особенности происходит коренное изменение в развитии системы, связанное

с демографическим переходом от стремительного роста к стабильному населению мира.

Действительно, в современной прикладной математике такие *процессы с обострением*, при которых одна или несколько моделируемых величин обращаются в бесконечность за конечный промежуток времени, вызывают большой интерес. Поэтому доклад о росте населения Земли на семинаре Сергея Павловича Курдюмова стал настоящим открытием как для меня, так и для коллектива Института прикладной математики им. М. В. Келдыша, где Курдюмов и его коллеги создали мощные математические методы [16, 17] для проблем режимов с обострением. Эти методы нашли приложение в теории взрывных процессов, ударных волн, в физике фазовых превращений, а также для описания неравновесных процессов развития систем и химической кинетики, которые, в частности, служат и для обоснования синергетики, развитой немецким физиком Хакеном [18]. Эти представления лежат в основе физики сложных систем, а теперь они применяются к человечеству в целом, став основанием для новых количественных результатов и поучительных качественных аналогий.

Прежде чем мы обратимся к выводам, следующим из закона гиперболического роста, выясним смысл постоянной величины C , которая, как можно видеть, определяет население Земли за год до особенности. Таким образом, эта постоянная зависит от выбранной единицы времени, основанной на времени обращения Земли вокруг Солнца, которая никак не выражает природу человека. Однако если в эту модель ввести собственную единицу времени, определяемую уже эффективной продолжительностью жизни человека, то это открывает путь к выявлению пределов применимости выражения (1). Это время близко к среднему возрасту человека, и в рамках модели оно возникает как полуширина глобального демографического перехода (см. Рис. 5). Тогда при построении модели время следует выражать в масштабе $\tau = 45$ лет, и вместо постоянной C целесообразно ввести константу $K = \sqrt{C/\tau} = 60\,000$.

В отличие от постоянной C , имеющей размерность времени, K — это безразмерный большой параметр, число, которое определяет все соотношения, возникающие при построении модели роста. В дальнейшем мы увидим, что во всех выводах теории это число становится главной характеристикой той динамической системы, развитие которой мы рассматриваем. Это число определяет и масштаб группы людей, племени — окружения, с которым человек отождествляет себя вне семьи.

Числом $K \sim 10^5$ определяется как начальная популяция *Ното* 1,6 млн. лет назад, так и предел, к которому стремится население Земли $K^* \approx 10$ млрд., и продолжительность развития человечества, которая оказывается порядка $T_0 \approx K\tau \sim 3$ млн. лет. Величиной порядка K определяется масштаб такой самодостаточной группы людей, как университетский город, наукоград или часть мегаполиса. Так, Москва при населении ~ 10 млн. разделена на 100 административных округов по 100 тыс. каждый. При анализе флуктуаций оказывается, что K определяет первичный масштаб корреляций в популяции, возникающих в результате самоорганизации населения.

Главный секрет гиперболического, взрывного развития состоит в том, что скорость роста пропорциональна не первой степени численности населения, как при экспоненциальном росте, отражающем способность каждого человека к размножению, а второй степени — квадрату численности населения мира. Это существенное свойство, которое непосредственно следует из того, что рост человечества описывается гиперболическим законом. Следует подчеркнуть, что изменение показателя степени от единицы для экспоненциального роста до двойки для гиперболического закона роста — это не уточнение ранее принятой модели, а появление качественно новой закономерности в описании роста популяции, в нашем случае — всего человечества.

Настоящее исследование в значительной мере посвящено изучению последствий этого подхода, который указывает на то, что в основе роста человечества следует рассматривать коллективное взаимодействие всех людей на Земле. В частности, такое взаимодействие аналогично взаимодействию Ван дер Ваальса в неидеальном газе, которое хорошо изучено в молекулярной физике, а также во многих других разделах физики. Процессы, зависящие от квадрата числа частиц, возникают при химических реакциях второго порядка в химической физике. Такие процессы могут быть описаны на примере разветвлённых цепных реакций, асимптотически приводящих к квадратичной зависимости скорости реакции от времени, рассмотренной Г.Б. Манелисом [20]. В качестве примера таких процессов с обострением приведём атомную бомбу, в которой в результате разветвлённой цепной реакции происходит ядерный взрыв. Квадратичный рост населения нашей планеты указывает на аналогичный и гораздо более медленный, но не менее драматичный, процесс, когда информация в результате цепной реакции умножается на каждом

этапе роста, определяя тем самым нарастающие темпы развития человечества во всем мире.

Такое взаимодействие можно представить как сумму всех парных взаимодействий, возникающих между N людьми. В таких системах с сильной связью частиц возникают коллективные степени свободы, определяющие структуры, зависящие в неравновесных условиях от времени. В итоге именно это приводит к квадратичной связи скорости роста с развитием системы, которое выражается исходным уравнением:

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

где время $t = T/\tau$ измерено в единицах $\tau = 45$ годам. В этом нелинейном дифференциальном уравнении, связывающем рост с развитием, развитие выражено через квадрат полного числа людей на Земле в данный момент времени, отнесённого к K^2 — квадрату константы. Это фундаментальное уравнение роста лежит в основе всех развитых далее представлений о коллективном взаимодействии и следующих из этого выводов.

Экспоненциальный рост предполагает только индивидуальную способность человека к размножению, которая не зависит от остальных людей. Поэтому для невзаимодействующей популяции экспоненциальный рост не зависит от суммарного населения, и рост, в принципе, определяется временем удвоения. Согласно новому пониманию роста человечества, рост происходит в результате *коллективного механизма* умножения нашей численности. Причины этого могут быть разными, однако мы увидим, как коллективный механизм делает их эффективными факторами роста в масштабе всего человечества.

Модель самоподобного роста, выраженная функцией роста, имеет ограниченную область применения во времени, в силу того что это выражение асимптотическое. В математике под асимптотическим методом понимают возможность пренебречь процессами, не оказывающими в первом приближении существенного влияния [14, 15]. Этот приём широко используется в физике, поскольку на основании качественных рассуждений часто можно оценить, какими процессами можно пренебречь, и таким образом построить приближённую теорию. Более того, в физике практически все теории имеют такой характер, и в этом состоит глубокое различие между физикой и математикой. В основе приближённых асимптотических методов, развитых для рассмотрения сложных систем в синергетике, лежит учёт различия процессов роста

разного временного масштаба. Применительно к человечеству это означает, что следует различать медленное, глобальное развитие, сопоставимое с собственным масштабом времени прошлого, и быстрые процессы, связанные с конкретными историческими событиями, происходящими в масштабе, соизмеримом с жизнью человека $\tau = 45$ годам. В исторических науках на это явление указывал Бродель:

Историки в последнее время стали выделять это различие в образах временных структур и связей. Первые относятся к долговременным, вторые — к кратковременным сущностям [6].

Подчеркнём, что вековой процесс роста *самоподобен*. Иными словами, на всех стадиях такого автомодельного процесса его природа не меняется, и относительная скорость роста остаётся неизменной при постоянной логарифмической скорости: $d\ln N/d\ln T = -1$, что видно на графике, построенном на двойной логарифмической сетке, адекватной рассматриваемой задаче (см. Рис. 9). На этом графике хорошо видно, как происходит смена режимов самоподобного роста и как преодолевается особенность роста при прохождении полюса при $T_1 = 1995$ г. В районе другой особенности роста в прошлом, когда окрестность около нуля также исключена, в начале антропогенеза $T_0 = 4,5$ млн. лет назад линейный рост начался с одного человека. Таким образом, рост определяет системное развитие, где движущим фактором самоподобного — автомодельного развития оказываются связи глобального сетевого информационного сообщества, охватывающие всё человечество эффективным информационным полем.

Автомодельность роста, его самоподобие, представляет существенное понятие в динамике развития. В случае процессов, протекающих во времени, оно означает общую инвариантность характера движения. Поясним сказанное примерами, взятыми для наглядности из механики. Простейший и важный пример — это движение по инерции: Галилей открыл, что свободное от воздействия сил материальное тело по инерции движется по прямой с постоянной скоростью. В этом случае можно сказать, что движение самоподобно, поскольку во все моменты времени движение происходит одинаковым образом, и только приложением внешней силы это движение может быть изменено.

Такое самоподобное движение происходит и тогда, когда действует постоянная внешняя сила, например сила тяжести при падении тела или сила натяжения верёвки, удерживающей камень при его движении

по кругу, — такие движения тоже самоподобны. Однако если верёвка внезапно оборвётся, то камень по инерции полетит по прямой. На этом основан принцип действия пращи, когда один режим движения сменяется другим, тоже самоподобным, пока камень не ударится об стенку и внезапно не остановится. При этом важно иметь в виду, что указанные режимы реализуются в течение длительного времени, а их изменения могут происходить практически мгновенно. Подобные процессы наблюдаются при росте и развитии человечества, и потому такие примеры полезны как иллюстрация различных масштабов времени при развитии системы.

Учёт различия в факторе времени и скорости для относительного роста даёт ключ к пониманию фундаментального характера информационного механизма развития человечества. Поэтому, обращаясь к понятиям физики и языку математики, важно привести эти представления в соответствие с образами и понятиями историков и экономистов, чтобы в междисциплинарном опыте сотрудничества их видение соотносилось с представлениями, лежащими в основании модели. Именно это позволило по-новому понять многие количественные особенности глобальной истории человечества. В частности, таким путём можно определить мгновенное значение экспоненциального роста в прошлом. Расчёт показывает, что это характерное время равно возрасту события, отсчитываемому от момента демографического перехода.

Анализ гиперболического роста человечества, связывающий рост численности человечества с его развитием, позволил предложить кооперативный механизм развития, когда мерой развития является квадрат численности населения мира. Эта интерпретация развития привела к центральному предположению, что коллективное взаимодействие определяется механизмом распространения и размножения обобщённой информации в масштабе человечества, задающим его самоподобное развитие. Поэтому происхождение и природу квадратичного закона роста человечества следует объяснять передачей и размножением информации. При этом нет необходимости обращаться к тому или иному конкретному механизму, в частности экономическому, который приводит к росту численности. Это вытекает из последовательного феноменологического анализа гиперболического роста населения нашей планеты.

После сингулярности — расходимости при T_1 скорость роста постепенно уменьшается до нуля, что ведёт к стабилизации населения мира.

В результате происходит удвоение численности в момент перехода $N_z = 2N_1 = 11,4$ млрд. Этот сценарий развития, следующий из модели роста, соответствует тому, к которому из эмпирического опыта и интуитивных соображений пришли демографы (см. Рис. 7). Так, опираясь на методы физики, впервые удалось описать динамическое развитие человечества более чем за миллион лет — от возникновения человека, одарённого сознанием, до наступления демографического перехода, и далее в предвидимое будущее.

Существен вопрос об устойчивости гиперболического роста. Согласно синергетике, в результате нелинейной связи быстрые внутренние процессы стабилизируют медленное, вековое гиперболическое развитие населения мира, вплоть до самой демографической революции, когда рост уже не может поспеть за развитием. Так конкретные исторические явления, имеющие локальный и даже хаотический характер, стабилизируют глобальное развитие. В рассматриваемой модели этим интуитивным представлениям придан физический смысл, когда быстрые короткопериодные процессы стабилизируют медленное, вековое движение квадратичного роста по гиперболе. Это происходит и тогда, когда быстрые процессы, процессы истории, сами неустойчивы.

Для пояснения сказанного обратимся к механическим аналогиям. Подобным образом происходит стабилизация оси волчка в пространстве от действия гироскопических сил при его быстром вращении. Эти же силы при возмущении положения оси волчка приводят к медленному, прецессионному движению вблизи положения динамического равновесия. Так же ведёт себя маятник при быстрых колебаниях подвеса, стабилизирующих медленное движение самого маятника вблизи положения равновесия. Отметим, что в теории гироскопа и маятника широко используются асимптотические методы, получившие развитие для решения подобных задач.

Хорошо известно, что умело закрученный плоский камень, брошенный под малым углом к поверхности пруда, способен многократно отскакивать от воды, совершая прыжки на большое расстояние. В этом явлении мы видим, как быстрое вращение камня стабилизирует его в пространстве, несмотря на удары о поверхность воды. С другой стороны, мы видим, как в этих условиях преобразуется движение камня по инерции и образуется устойчивая периодическая серия укорачивающихся скачков, пока движение не затухнет и камень не утонет. В этой механической модели можно усмотреть поучительные аналогии с пред-

ложенной моделью развития населения Земли, когда внутренние процессы приводят к возникновению периодических циклов, которые определяют развитие и устойчивость этого процесса. Поэтому подобные примеры, взятые из механики, помогают понять развитие такой сложной системы, как человечество, в результате которого население Земли в среднем устойчиво следует по статистически детерминированному пути автомодельного, самоподобного роста, управляемого внутренней динамикой роста, сцепленного с развитием благодаря разуму.

Таким образом, рост и развитие человечества обязаны сознанию человека, его культуре и развитой системе передачи знаний как вертикально — из поколения в поколение, так и горизонтально — в пространстве нашей планеты, которые управляют этим глобальным процессом, каким бы ни был конкретный механизм. Поэтому если разум выделяет человека среди всех других сопоставимых с нами видов животных, то именно в появлении разума следует искать ответ на эту загадку эволюции человека. Последние исследования, проведённые методами молекулярной биологии, показали, что, по-видимому, критическим событием стала мутация одного или двух генов HAR1 F, которые определяют организацию мозга на 5–9-й неделе развития эмбриона. Об этих работах рассказала руководитель международного проекта Кэтрин Поллард в статье «Что нас делает людьми?», опубликованной в журнале «В мире науки» [19].

В настоящее время есть основания считать, что такое внезапное точечное изменение в геноме наших далёких предков, произошедшее 7–5 млн. лет назад, могло привести к качественному скачку в организации мозга. Это открыло путь к развитию социального сознания и культуры, что в результате привело к необычайному численному росту человечества. Вследствие этой мутации, после длительной эпохи антропогенеза появились речь и язык, а человек овладел огнём и каменными орудиями. С тех пор биологическая природа человека изменилась мало, несмотря на стремительный процесс нашего социального развития. Поэтому понимание последнего столь значимо сегодня, когда выяснилось, что именно нелинейная динамика роста населения человечества, основанная на информационном коллективном механизме роста и подчиняющаяся собственным внутренним силам, определяет не только наше взрывное развитие, но и его предел.

На основе такого феноменологического подхода впервые удалось предложить теорию роста и количественно описать важнейшие явления развития человечества как взаимодействующего сетевого сообщества.

Это привело к понятию феноменологического принципа *демографического императива*, гласящего, что рост определяется внутренними процессами развития человечества, в отличие от популяционного принципа Мальтуса, по которому рост населения ограничен внешними ресурсами.

Это очень существенный вывод, имеющий далеко идущие последствия при определении путей развития человечества, поскольку не количественный рост, а его качественное развитие теперь становится центральным фактором нашей социальной эволюции. Более того, отсюда вытекает не менее существенный политический вывод: борьба за ресурсы больше не может рассматриваться как главная цель развития. Исторический опыт ряда развитых стран, в первую очередь Объединённой Европы и Японии, указывает на справедливость этого вывода, когда влияние определяется уже не силой, а деньгами, и смысл глобализации состоит в создании такой системы мирохозяйственных связей.

Таким образом, рост, пропорциональный квадрату числа людей, не определяется развитием независимых единиц или даже групп людей и зависит только от коллективного взаимодействия всего человечества. Более того, в рамках такого подхода рост рассматривается как нелокальное поведение всего человечества, эволюционирующего как целое, как суперорганизм. Это можно описать понятием антропосферы, а система распространяющихся и развивающихся знаний образуется посредством того, что И.П. Павлов назвал второй сигнальной системой.

В соответствии с этой концепцией, выдвинутой Павловым ещё в 1932 году, только человеку присуща система условно-рефлекторных связей, которая определяет принципиальное различие в работе головного мозга животных и человека. Вторая сигнальная система формируется в высших отделах центральной нервной системы, работает на основе первой сигнальной системы и активизируется при воздействии, в первую очередь, речевых раздражителей. Если мозг животного отвечает лишь на непосредственные зрительные, звуковые и другие раздражения или их следы, когда возникающие ощущения составляют образ действительности, то человек обладает, помимо того, способностью обобщать словом бесчисленные сигналы первой сигнальной системы. При этом слово, по выражению Павлова, становится сигналом сигналов при переходе от слов к языку. Таким образом, первая и вторая сигнальные системы — различные уровни единой высшей нервной деятельности, когда в природе человека вторая сигнальная система играет веду-

пую роль. Анализ и синтез, осуществляемый корой больших полушарий головного мозга, благодаря наличию второй сигнальной системы связан уже не только с отдельными конкретными раздражителями, но и с их обобщениями, представленными в словах и понятиях.

Способность к обобщённому отражению явлений и предметов обеспечила человеку неограниченные возможности ориентации в окружающем мире и в итоге позволила создать науку. Формирование второй сигнальной системы происходит только под влиянием общения человека с другими людьми, то есть определяется воспитанием и образованием, полученными в обществе. Поэтому для полноценного развития личности необходимо своевременное и правильное развитие обеих сигнальных систем. Это созвучно и представлениям В.И. Вернадского о ноосфере и нашло своё выражение в концепциях современного общества знаний, развитых во Всемирном докладе ЮНЕСКО [31].

В заключение заметим, что в прошлом связь между Западом и Востоком на Евразийском суперконтиненте осуществлялась торговыми путями, из которых важнейшим был Великий шёлковый путь. По этой разветвлённой сети не только перемещались товары и пряности, но и распространялись знания, идеи и религиозные представления. В частности, из Индии через Хайберский проход пришёл буддизм и двинулся на запад к Калмыкии, а на восток — северным путём в Монголию, Китай и Японию. Сеть караванных путей связывала страны и культуры Африки с Европой. В далёком прошлом шли процессы обмена и диффузии, в которых значительную роль играло переселение народов, происходящее и под влиянием изменения климата. Так развивалось информационное единство человечества, что выразилось во взаимовлиянии культур и языков мира.

3. Демографический переход и демографическая революция

Для понимания развития человечества рассмотрим в первую очередь пределы области режима самоподобного роста, ограниченного двумя главными особенностями. Во-первых, в далёком прошлом рост оказывается слишком медленным. Поэтому, чтобы исключить эту особенность роста из рассмотрения, когда время роста делается всё более долгим, а население всё медленнее стремится к нулю, следует предположить, что в эпоху антропогенеза минимальная скорость роста не может быть

меньше появления одного гоминида за характерное время. Этого простого предположения достаточно для того, чтобы ввести минимальную скорость роста и описать процессы антропогенеза как линейный рост популяции людей, одарённых разумом. Даже такая наивная гипотеза оказывается результативной и приводит к разумной оценке длительности той далёкой от нас эпохи. Более того, выясняется, что можно принять микроскопическое время, равное $\tau = 45$ годам, одинаковое как в прошлом, так и в настоящем времени демографического перехода, что указывает на постоянство этой константы, определяемой природой человека.

При рассмотрении критической эпохи 2000 г. в пике демографического взрыва и самой эпохи демографического перехода скорость роста должна быть ограничена сверху естественным пределом удвоения за время порядка $\tau = 45$ лет как длительности эффективной репродуктивной жизни человека. Ввиду невозможности дальнейшего продолжения самоподобного роста во время демографического взрыва в режиме с обострением рост завершается демографическим переходом при резком изменении всего хода нашего развития. Таким образом, демографический переход состоит в смене режима роста режимом стабилизации населения [21].

Это важнейшее явление в развитии населения страны впервые было открыто и сформулировано французским демографом Адольфом Ландри применительно к населению Франции (см. Рис. 4):

В XVIII веке Франция пережила не только свою великую политическую революцию, которая совершилась в 1789 году, но и демографическую революцию. Политическая революция отмечена такими яркими событиями, как штурм Бастилии или уничтожение привилегий; в течение нескольких лет многое необратимо изменилось и сменило существующий порядок.

Но ничего столь же сенсационного, что отметило бы наступление другой революции, не произошло. Её развитие было незаметным и относительно медленным. Тем не менее она в не меньшей степени является революцией, поскольку тогда, когда происходит изменение режима, революция и происходит.

Это верно в демографии, как и любой другой области. Внезапность изменений не является обязательной. Действительно, говоря о демографической революции, при которой происходит смена неограниченного воспроизводства на ограниченное, есть все основания придерживаться данного определения без каких-либо добавлений.

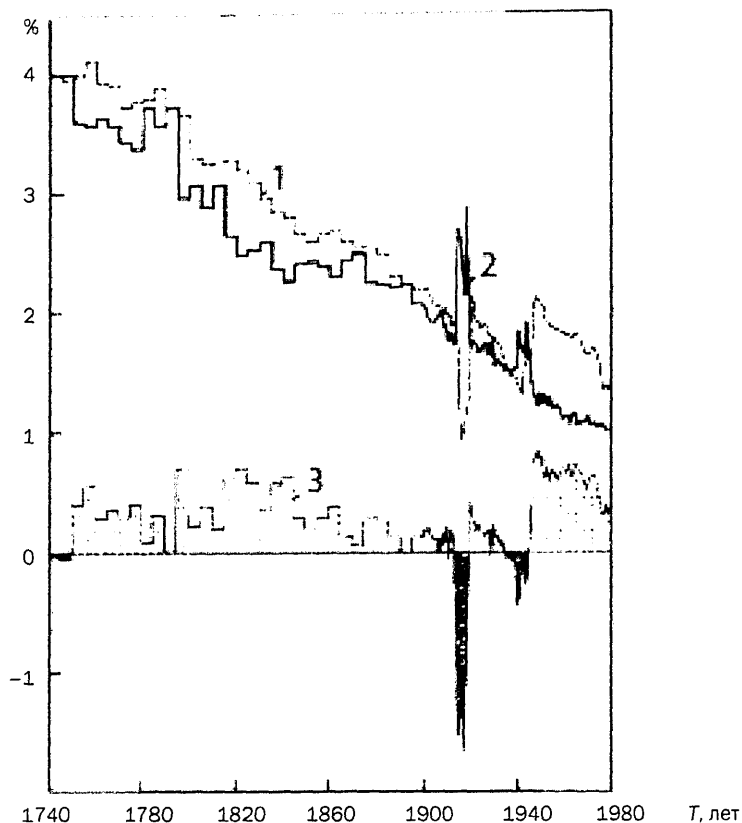


Рис. 4. Рост населения и демографический переход во Франции [21]

1 — рождаемость, 2 — смертность, 3 — рост населения, в % в год, усреднённые за декаду.

Для населения мира переход показан на Рис. 5, а для отдельных стран — на Рис. 6. Если демографы исследовали этот феномен в масштабе страны определяли его как переход, то мы обратимся к переходу как глобальному событию и, согласно определению Ландри, как к глобальной демографической революции.

На этих рисунках видно, что суммарный глобальный демографический переход происходит практически одновременно во всём мире, несмотря на разницу в истории и экономике стран, из которых состоит человечество. Действительно, переход в развитых странах протекает медленнее, и только на 50 лет опережает переход для всего населе-

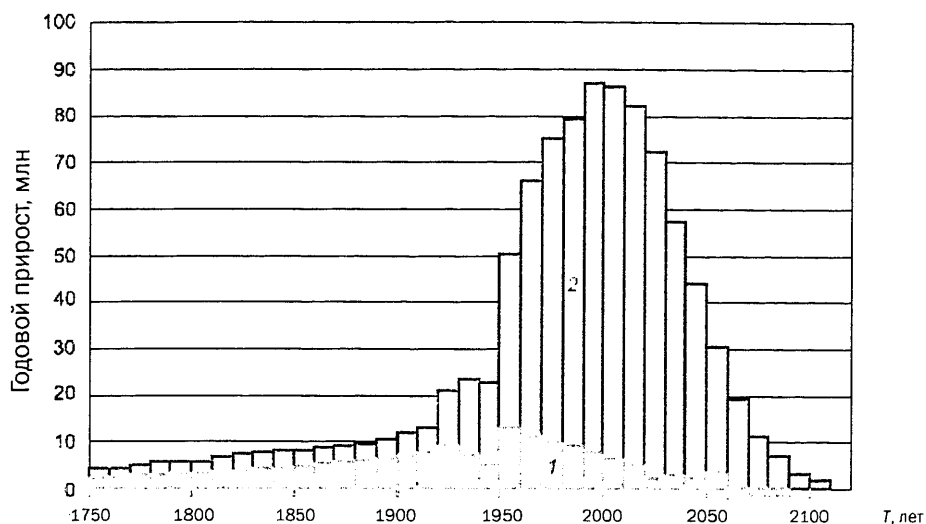


Рис. 5. Мировой демографический переход 1750–2100 гг. (данные ООН)

1 — развитые страны, 2 — развивающиеся страны. Годовой прирост, усреднённый по декадам. Видно уменьшение скорости роста при мировых войнах и демографическое эхо войны в начале XXI века.

ния Земли. Эта синхронность и эффективное сужение перехода, несомненно, выступают мощным свидетельством глобальной системности процессов роста народонаселения на Земле, проявившейся в эпоху демографической революции. Это даёт объяснение и понимание процесса глобализации, который так теперь привлекает внимание современников, потому что происходит за время одного поколения.

Однако человечество в масштабе своего векового и самоподобного развития в целом всегда было глобальной системой. Таким образом, речь идёт о новом подходе к пониманию всего хода глобальной истории человечества, неизменного в течение 1,6 млн. лет от возникновения человечества до современного кризиса в его развитии. До самого демографического перехода этот рост был динамически самоподобным и протекал так, что относительная — логарифмическая — скорость роста была постоянной и тем самым характеризовала усреднённое развитие всей популяции людей, всего человечества. Результатом этого развития стала демографическая революция, при которой в наше время произо-

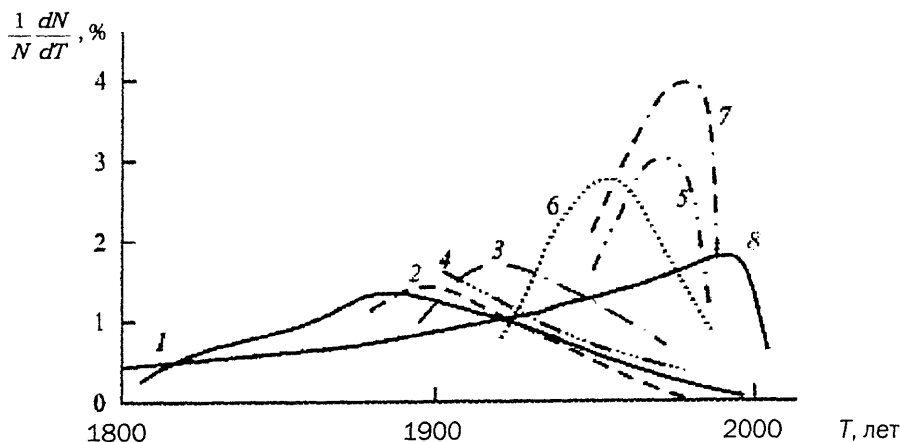


Рис. 6. Демографический переход в разных странах.
Графики сглажены, рост — в % в год

1 — Швеция, 2 — Германия, 3 — СССР, 4 — США, 5 — Маврикий, 6 — Шри-Ланка, 7 — Коста-Рика, 8 — мир в целом. На графике видно, как происходит формирование глобального перехода. Переход в Швеции и во Франции занял 160 лет; чем позднее наступает переход, тем он острее.

шёл самоподобный взрыв населения мира и резкое изменение всего векового развития человечества.

Демографическая революция и переход к постоянному населению нашей планеты, безусловно, самое крупное потрясение в развитии человечества за всю его историю. При этом изменения коснутся всех сторон нашей жизни, а мы волей случая стали свидетелями этого величайшего переворота. Поэтому всесторонний анализ этого перехода должен быть в центре внимания всего мира, и никакие события — ни эпидемии или войны, ни даже изменения климата — не соизмеримы с теми, которые разворачиваются ныне. Более того, эти события отвечают современным представлениям о роли разума и сознания человека, которые лежат в основе теории роста как модели коллективного поведения системы народонаселения Земли.

В итоге приведённое выше описание глобальной истории человечества позволяет разбить её на три эпохи. Первая эпоха А — это эпоха антропогенеза длительностью 4–5 млн. лет. Она привела к появлению исход-

ной популяции *Ното* с численностью порядка 100 тыс. В результате начинается эпоха В взрывного развития по гиперболической траектории, и благодаря квадратичному росту достигается предел $\sim K^2$, а человечество в это время расселяется по всей Земле. Затем, после демографической революции и стремительного наступления эпохи С, следует ожидать быстрого перехода к стабилизации населения нашей планеты.

Для каждой из этих эпох рост описывается асимптотически: линейный — в начале, гиперболический — в течение эпохи В и постоянный — при выходе из демографического перехода. При завершении демографической революции население Земли достигнет 11 млрд., после чего следует ожидать стабилизации населения нашей планеты. Естественно, что это глобальное расписание нашего прошлого только в общих чертах описывает рост человечества, которое, тем не менее, при минимальном числе констант в модели даёт вполне приемлемую картину развития нашего роста и развития при очень простом, но нелинейном уравнении роста.

Поэтому обратимся к тому, как наша модель описывает рост человечества, затем рассмотрим вопрос о самоорганизации и появлении структур во времени, а потом — с другими переменными, определяющими сложность демографической системы человечества.

4. Рост населения Земли

Изложенная выше картина роста даёт возможность рассмотреть в деталях развитие человечества. Всё дело в том, что гиперболический рост человечества, происходящий в режиме с обострением и превосходящий в десятки тысяч раз все сравнимые процессы, становится доминирующей функцией в решении дифференциального уравнения роста.

При этом пространственное распределение населения и всё, связанное с конкретными социальными и экономическими условиями, не может существенно повлиять на рост, когда над всем превалирует глобальное взрывное развитие. Именно такой исключительный рост числа людей объясняет, почему простая асимптотическая модель режима с обострением оказывается такой эффективной и почему в первом приближении можно пренебречь влиянием других переменных. В этом случае также не нужно учитывать миграцию населения, поскольку это внутренний процесс перемещения людей, проте-

кающийся в глобальной системе и в первом приближении не меняющий общее число людей на нашей планете. Очевидно, что это имеет место, когда рассматривается рост всего человечества, а не только отдельной страны и даже региона.

Ответ на вопрос о роли ресурсов и создания системы жизнеобеспечения состоит в том, что сам рост диктует их поиск и создание условий для жизни. В то же время рост определяется предложенным выше независимым информационным фактором роста, пропорциональным квадрату населения мира, и выраженного в принципе *демографического императива*. Таким образом, экономика подчинена развитию, а не наоборот. В этом состоит разрешение парадокса, что скорость роста прямо не связана с ресурсами, а система жизнеобеспечения такова, что, несмотря на все издержки, система человечества развивается своим автоматическим путём.

В теории это решается путём обращения к феноменологическому подходу. С одной стороны, мы описываем поведение системы в целом: ищем механизм роста, а не его причины. При этом причины могут быть разными, а информационный механизм — один. С другой стороны, искать объяснение в детальных процессах крайне затруднительно, да и не нужно, поскольку мы имеем дело с сильно связанной системой. В ней возникают свои мощные факторы, обеспечивающие устойчивый глобальный рост, и поэтому линейные причинно-следственные связи не только не применимы, но и не необходимы. Именно поэтому важно последовательно изучать демографическую историю всего человечества как целое, развивая глобальный феноменологический подход. Это ведёт к пониманию статистической природы поведения этой сложной и неравновесной системы, где рост нельзя сводить к простым линейным причинно-следственным отношениям. Наконец, необходимо учесть зависимость этих факторов от масштаба времени перемен, от их древности. Более того, далее будет показано, что само внутреннее время роста также подчинено развитию системы. Иными словами, глобальный рост определялся самосогласованным и самоподобным социальным системным развитием, обязанным коллективному взаимодействию, охватывающему всё человечество. Оно синхронизирует развитие, и за миллион лет эпохи В характер этого взаимодействия практически не изменился. Фернан Бродель в монографии «Капитализм и материальное развитие 1400–1800 гг.», рас-

сматривая развитие человечества в целом, замечает, что в глобальной истории:

Такие длительные корреляции наблюдаются и за пределами Европы. Приблизительно в одно и то же время Китай и Индия, вероятнее всего, развивались и регрессировали в одном ритме с Западом, как будто всё человечество находилось в тисках первичной космической силы, предопределяющей его судьбу. По сравнению с ней вся остальная история кажется второстепенной. Этой же точки зрения придерживался экономист и демограф Эрнст Вагеманн.

Синхронность очевидна в XVIII в., более чем вероятна в XVI в., и можно предположить её наличие в XIII в. — на пространстве от Франции Людовика Святого до далёкой монгольской державы в Китае. Это как бы «смешивало» проблемы и одновременно их упрощало. Рост народонаселения, заключает Вагеманн, следовало приписать действию причин, весьма отличных от тех, которые определяют экономический и технический прогресс и успехи медицины.

Во всяком случае, эти флуктуации, более или менее синхронные от одного конца земной суши до другого, помогают вообразить, понять, что различные людские массы на протяжении веков находятся между собой в относительно устойчивом количественном соотношении: одна равна другой или же обе вдвое превосходят третью. Зная размер одной из них, можно вычислить весомость другой и, следуя таким путём, восстановить (с погрешностями, присущими такому методу расчёта) численность всей массы людей. Интерес, представляемый этим глобальным числом, очевиден: каким бы ни было неопределённым и неточным, по необходимости оно поможет обрисовать биологическое развитие человечества, рассматриваемого как единую массу, как единый фонд, как сказали бы статистики [7].

Это свидетельство историка поражает нас ясностью понимания системной сущности истории человечества, которая лежит в основе всей развитой нами концепции.

В Таблице 1 приведены последние данные о населении Земли от возникновения человечества до предвидимого будущего [23]. На всем протяжении роста населения оценки палеодемографии согласуются с результатами модельных расчётов численности населения. Заметим, однако, что точность таких данных о недавнем прошлом для населения мира N_m от силы достигает 10%, а для скорости роста ~20%.

Таблица 1. Рост населения Земли, млн.

Год	Население N	Модель N_m	Год	Население N	Модель N_m
$-4,4 \cdot 10^5$	(0)	0	1960	3039	3245
$-1,6 \cdot 10^5$	0,1	0,1	1965	3345	3497
-35000	1–5	2	1970	3707	3778
-15000	3–10	8	1975	4086	4089
-7000	10–15	16	1980	4454	4430
-2000	47	42	1985	4851	4801
0	100–230	86	1990	5277	5198
1000	275–345	173	1995	5682	5613
1500	440–540	345	2000	6073	6038
1650	465–550	492	2005	6453	6463
1750	735–805	685	2010	6832	6878
1800	835–907	851	2025	7896	7987
1850	1090–1110	1120	2050	9298	9259
1900	1608–1710	1625	2075	9879	9999
1920	1811	1970	2100	10400	10451
1930	2020	2196	2125	10700	10745
1940	2295	2474	2150	10800	10956
1950	2556	2817	2200	11000	11155
1955	2780	3019	2500	—	11226

В частности, оценки для населения мира вблизи начала нашей эры различаются в 2–3 раза, и обязаны неопределённости населения Китая в эпоху династий Цинь и Хань. Чем более отдалённое время рассматривается, тем ниже точность оценок, поэтому речь может идти только о порядках величин. Поскольку речь идёт об изменении численности населения мира в десятки тысяч раз, то такая логарифмическая точность оказывается достаточной и в целом подтверждает расчёты. В рамках модели роста длительность перехода определяется одной постоянной — временем $\tau = 45$ годам, а переходы при разных значениях τ показаны на Рис. 8. Выбор значения τ определяется полушириной глобального демографического перехода, показанного на Рис. 9, и независимо согласуется со значением населения мира в 1995 году. Таким образом, значение $\tau = 45$ годам определяется рядом факторов в согласии с независимыми характеристиками всей системы населения мира. В результате прогнозы демографов и теория роста приводят к выводу, что население Земли стабилизируется на уровне 9–11 млрд.

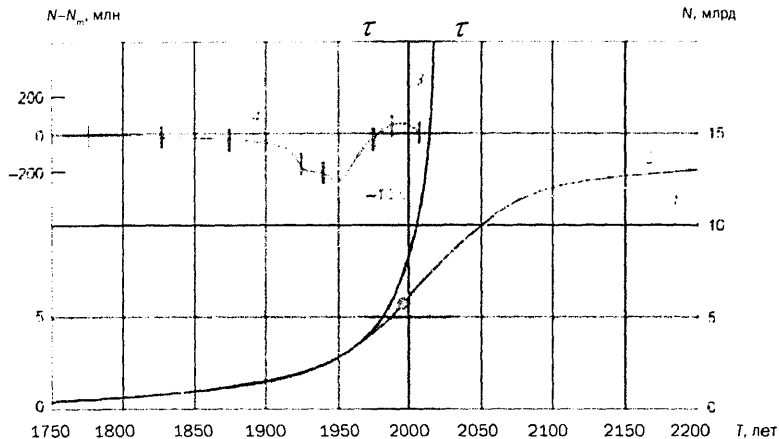


Рис. 7. Рост населения мира в течение демографической революции 1750–2200 гг.

1 — прогноз ИАША, 2 — модель, 3 — взрывной уход на бесконечность (режим с обострением), 4 — разница между расчётом и населением мира, увеличенная в 5 раз, где видны суммарные потери при Мировых войнах XX века и то, как население мира вернулось на невозмущённый гиперболический путь роста после уменьшения численности на 8%, $\circ$ — $T_1 = 1995$ г. $N_1 = 5,7$ млрд. человек.

Для описания перехода Шене ввёл демографический мультипликатор M , который указывает, насколько возрастает население мира в результате демографического перехода [21]. Продолжительность перехода составляет $2\tau = 90$ лет от начала в момент времени $T_1 - \tau = 1950$ года до его конца при $T_1 + \tau = 2040$ года. В модели $M = 3,00$, а фактическое значение $M_f = 2,95$, и от τ величина мультипликатора не зависит.

Эти результаты также подтверждают глобальный характер демографической революции, в частности то, что всё человечество может быть описано как единая взаимосвязанная эволюционирующая система. Для оценок населения Земли в предвидимом будущем результаты моделирования следует сравнить с расчётами Международного института прикладного системного анализа (ИАША), ООН и других агентств. По последним оценкам, население мира в 2050 году составит 9 млрд., что вполне соответствует теоретическому расчёту 9260 млн. Прогноз ООН на 2150 год основан на ряде сценариев для рождаемости и смертности по 9 регионам мира. По оптимальному сценарию население Земли

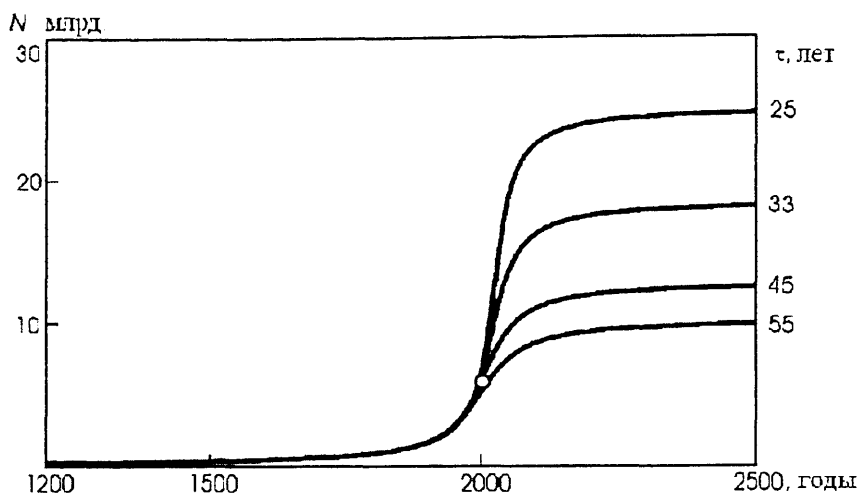


Рис. 8. Демографический переход населения мира в зависимости от t

к этому времени выйдет на постоянный предел 11 600 млн. По среднему варианту Отдела народонаселения ООН, к 2300 году ожидается 9 млрд. Таким образом, и прогнозы демографов, и теория роста приводят к выводу, что население Земли стабилизируется на уровне 9–11 млрд. и даже не удвоится по сравнению с тем, что уже есть.

Действительно, до рубежа 2000 года население нашей планеты росло с постоянно увеличивающейся скоростью. Тогда многим казалось, что демографический взрыв, перенаселение и неминуемое истощение ресурсов и резервов природы приведёт человечество к катастрофе. Однако в 1995 году, когда население мира достигло 5,7 млрд., а темпы прироста населения — своего максимума 84 млн. в год, или 220–240 тыс. человек в сутки, или 10 тысяч в час, скорость роста начала уменьшаться, что указывает на наступление заключительной стадии глобального демографического перехода и предвидимой стабилизации населения Земли.

Данные по росту населения и функция роста позволяют определить полное число людей когда-либо живших на Земле от момента начала антропогенеза T_0 до T_1 демографической революции. Это число равно 96 млрд., что вполне согласуется с недавней оценкой 106 млрд., данной Хаубом [24], и оценками других авторов. Эти расчёты указывают на то, что в истории человечества в целом было $1 + \ln K = 12$ циклов — эпох развития, и в течение каждой из них жило по 8 млрд. человек.

Это число людей является инвариантом динамической постоянной для всей системы населения мира и следует из самоподобия процесса роста. Поскольку рост и развитие сцеплены между собой, эти циклы определяют временную структуру всей истории человечества от древнейших времён до наших дней как результат её самоорганизации.

Важно понять, что в представленной картине не отражены процессы, связанные с динамикой расселения людей, ресурсов и всего, что связано с экономикой, с системой жизнеобеспечения человека. Их отсутствие в асимптотической модели требует пояснения, поскольку многие авторы именно эти факторы считали основными, определяющими рост и развитие человечества. Но если мы обратимся к динамике роста человечества, то увидим, что экономика, по сути, является производной от роста и развития, системно связанных между собой, а не их причиной или параметром порядка. Поэтому в асимптотическом приближении пространственные переменные и ресурсы не должны учитываться даже как граничные условия и в предвидимом будущем. Таким образом, как моделирование, так и эмпирические оценки демографии приводят к существенному выводу о грядущей стабилизации населения мира, при которой в режиме нулевого роста и устойчивой численности населения Земли наступит новая эпоха в истории человечества.

5. Преобразование собственного времени истории

При описании истории человечества нелинейная динамика роста населения мира приводит к тому, что само развитие преобразует течение собственного темпа времени. Это, прежде всего, видно в экспоненциальном сокращении длительности исторических периодов, в котором проявляется существенная для понимания роста *относительность времени* в истории (см. Рис. 2). Так, Древний мир длился около трёх тысяч лет, Средние века — тысячу лет, Новое время — триста лет, а Новейшая история — чуть более ста лет. Историки, в первую очередь И.М. Дьяконов [9], обращали внимание на это сокращение исторической длительности по мере развития человечества. Однако чтобы понять суть уплотнения времени, его следует сопоставить с динамикой роста населения. В случае гиперболического роста относительная скорость роста населения обратно пропорциональна давности — времени, исчисляемому от критической эпохи 2000 года. Так, две тысячи лет назад население

мира росло на 0,05% в год, 200 лет назад — на 0,5% в год, а 100 лет назад — уже на 1% в год. Максимальной скорости относительного роста 2% в год человечество достигло в 1960 году — на 35 лет раньше максимума абсолютного прироста населения мира. Следует ещё раз подчеркнуть, что ускорение роста связано с собственными внутренними процессами развития и самоорганизации человечества и не происходит из-за наличия ресурсов, которые появляются именно как результат развития.

Заметим, что отсчёт исторического времени следует вести от 1995 года — года максимума скорости роста человечества, и последние циклы, завершающиеся современной сингулярностью роста и глобальной демографической революцией, были указаны выше. Эту периодизацию экспоненциально возрастающих циклов легко продолжить в прошлое до самой первой сингулярности, связанной с появлением человека, одарённого разумом, что даёт возможность рассчитать всю последовательность циклов и сравнить её с данными, полученными поколениями антропологов и историков при установлении периодизации всей истории человечества за 4,3 млн. лет.

Периодизации глобального исторического процесса и идентификации циклов в развитии человечества в антропологии и традиционной истории посвящена громадная литература. Вся история человечества, хронология которой структурирована на основании смены культур и технологий в циклы в соответствии с общепринятыми данными истории и антропологии, дана в Таблице 2. Расчётная картина удивительно точно следует данным историков, несмотря на все трудности установления периодов, особенно в каменном веке. Так, некоторая неопределённость возникает с последней эпохой каменного века — мезолитом. Для численности населения эпох каменного века надёжных данных практически нет, и датировка переходов определяется технологическими и культурными маркерами. Ускорение роста приводит к тому, что после каждого цикла на всё оставшееся развитие приходится время, практически равное половине прошедшего этапа. Например, после нижнего палеолита, длившегося миллион лет, до нашего времени остаётся полмиллиона лет, а после тысячелетия Средних веков прошло 500 лет, и к этому моменту исторический процесс ускорился в тысячу раз. Эта трансформация длительности исторического процесса проявляется и в том, что история Древнего Египта и Китая продолжалась тысячелетия и исчисляется династиями, в то время как поступь истории Европы определялась отдельными царствованиями. Римская Империя, как это опи-

сано английским историком Гиббоном, распадалась в течение полутора тысяч лет — от падения Рима в 500 году до падения Константинополя в 1453 году [10]. Современные же империи, например Британская, распалась за десятилетие, а в случае Советской — и того быстрее. Таким образом, при неравновесном автомодельном росте происходит сжатие развития, когда скорость исторического процесса увеличивается по мере приближения к демографическому переходу, что неизбежно приводит к кризису роста.

Благодаря замедлению времени в прошлом, собственная длительность развития постоянна, но масштаб системного времени исторического развития изменяется. Именно поэтому, чтобы придать картине развития равномерность, её следует рассматривать в логарифмическом представлении времен. Отметим, что антропологи, чтобы отобразить весь диапазон времен в каменном веке от миллиона лет нижнего палеолита до десяти тысяч лет неолита, традиционно обращались к логарифмической шкале времени. В рамках же теории это следует из самой динамики роста. В связи с проблемой времени в истории значительный интерес представляет фундаментальный обзор, данный И. М. Савельевой и А. В. Полетаевым в монографии «История и время: в поисках утраченного» [25]. В частности, они ввели два понятия для времени: абсолютное Время-1 и историческое, системное Время-2. Лучше всего понятие абсолютного времени сформулировал Ньютон при создании концепций классической механики:

Абсолютное, истинное математическое время само по себе и по сущности по отношению к чему-либо внешнему протекает равномерно и иначе называется длительностью. Относительное, кажущееся или обыденное время есть или точная, или изменчивая, постигаемая чувствами внешняя, совершаемая при посредстве какого-либо движения мера продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени, как то: час, день, месяц, год. [24]

Для понимания развития населения Земли как самоорганизующейся системы существенны представления о собственном, внутреннем времени и его неразрывной связи с процессом развития и необратимостью роста, которые для эволюционирующих систем были рассмотрены в исследованиях Ильи Пригожина [28]. Понятие внутреннего времени развития справедливо было обозначено Франц-Йозефом Радермахером как *Eigenzeit* — собственное время, Время-2. Таким образом, для роста

населения Земли Время-2 есть логарифм Времени-1. Появление собственного Времени-2 в истории аналогично тому, как в общей теории относительности Эйнштейна эволюция гравитирующей системы определяет само течение времени.

Под влиянием идей Анри Бергсона французские историки школы Анналов ввели понятие *длительности*, связанное с самим процессом изменений в системе и отражающее представление об историческом времени, отличном от хода часов мирового, ньютоновского времени. Так появилось понятие *longue durée*, пространства длительности, погружаясь в которое и следует рассматривать исторический процесс. В случае самоподобного развития человечества именно таким пространством является логарифмически преобразованное Время-2, в котором системное, бергсоново время течёт равномерно и соответствует динамике роста, в отличие от внешнего, календарного времени. Отметим в частности, что неолит, когда 10 тыс. лет назад началось развитие сельского хозяйства и концентрация населения в сёлах и городах, сменившая рассеяние народов, в логарифмическом времени происходит точно посередине эпохи В. Таким образом, в этих временных рамках неолит принадлежит истории, а не предыстории — каменному веку, что отвечает современным представлениям историков и антропологов. Последующее время исторических эпох также представлено в логарифмическом масштабе, когда логарифмическое Время-2 отсчитывается от T_1 — выделенного во всей истории человечества момента демографической революции. Для самой же окрестности времени перехода изменение населения Земли лучше всего передаётся на линейной сетке для T и N , когда при прохождении демографического перехода сохраняется линейная связь времени и населения мира в течение 90 лет. Это же происходит в далёком прошлом, когда от времени появления человека, наделённого разумом, население при антропогенезе в первом приближении росло линейно в области сингулярности роста в течение 2 млн. лет. Это ещё раз подчёркивает ускорение процессов роста по мере развития человечества. Причём это происходило с самого начала развития человечества в нижнем палеолите, когда начался рост, скорость которого была пропорционально квадрату численности населения Земли.

Когда антропологи обращались к этой удалённой эпохе, длительность которой была около одного миллиона лет, то многих поражала медленность развития. Более того, утверждалось, что в то время вообще

**Таблица 2. Рост и развитие человечества
в логарифмической шкале времени**

Эпоха	Период	Дата Годы	Число людей	Культурный цикл	ΔT лет	История, культура, технология
С	T_1	2150	10×10^9	Стабилизация населения Земли		Переход к пределу 11×10^9
		2050	9×10^9		125	Изменение возрастного распределения — старение
		2000	6×10^9	Мировой демографический переход	45	Глобализация Урбанизация
В	11	1955	3×10^9		45	Компьютеры. Интернет Ядерная энергия
	10	1840	1×10^9	Новейшая история	125	Мировые войны Электричество и радиосвязь
	9	1500		Новая история	340	Промышленная революция Книгопечать
	8	500 н.э.		Средние века	1000	Географические открытия Падение Рима, Мухаммад
	7	2000 до н.э.	10^8	Древний мир	2500	Христос, 'Осевое время' Греческая цивилизация Индия, Китай, Будда и Конфуций
	6	9000		Неолит	7000	Междуречье, Египет Письменность, города, бронза Одомашнивание скота, сел. хоз.
	5	29 000	10^7	Мезолит	20 000	Керамика, Микролиты
	4	80 000		Мустье	51 000	Заселение Америки Языки, шаманизм
	3	0,22 млн	10^6	Ашель	140 000	<i>Homo sapiens</i> Речь, овладение огнём
	2	0,60 млн		Шельль	380 000	Заселение Европы и Азии Рубила
	1	1,6 млн	10^5	Олдувай	1 000 000	Галечная культура, чоппер <i>Homo habilis</i>
А	T_0	4—5 млн 7—5 млн	(1)	Антропогенез Появление гена HAR1 F	2 800 000	Начало социализации Появление гоминидов с большими возможностями мозга и сознания

не было роста и общество было статичным. На самом деле рост, несомненно, был, но происходил очень медленно, подчиняясь самоподобному ритму развития человечества, в соответствии с давностью эпохи.

Фундаментальные представления о времени, развитые в современной физике, следует принимать во внимание при интерпретации процессов истории. Это, в частности, объясняет появление структур в глобальном временном развитии человечества, которые полностью соответствуют расписанию эпох, выработанных в антропологии и истории. Наличие единой для всей демографической системы человечества последовательности указывает на те информационные связи, которые синхронизируют развитие человечества и на которые указывал Бродель. Однако всякая изолированная популяция в этих условиях неизбежно отставала в своём развитии.

Таким образом, в процессе нашего развития и роста временные эпохи перекрывают границы стран и континентов в результате социальной эволюции и самоорганизации человечества, подчинённые коллективному взаимодействию и имеющие общую информационную природу. В основе рассмотрения лежат основные представления и методы теории нелинейных процессов. Современный обзор этапов развития этих теорий и роли советских ученых дала Эвелин Келлер, но ни в демографии, ни в истории эти методы до сих пор не находили применения [49]. В то же время именно в проявлении структур во времени и пространстве осуществляется самоорганизация человечества.

На самом крупном уровне это проявляется в том, что само человечество выступает как результат его самоорганизации в виде социо-культурных эпох, идентифицируемых в антропологии и истории. Далее в более мелком масштабе мы это видим в появлении цивилизаций, в племенных структурах, часто связанных с языком. Более того, самоорганизация может проявляться и в других, менее очевидных, формах, становясь объектом уже социологии. Сами проявления самоорганизации происходят на следующем уровне детализации развития, потому в исходных уравнениях этого не видно, что и произошло с основными эпохами развития. Переход к неолиту выделяется тем, что происходил в середине развития человечества при его отображении во Времени-2 и без выделения этого перехода, которое мы отмечаем как эмпирический факт. Обоснование этого может быть реализовано только в следующем приближении теории.

Таким образом, именно процессы развития всего человечества как явления на уровне *метаистории* стали основным объектом развитой нелинейной теории. В метаистории особую роль занимают разрывы, смена режимов роста, которыми, как знаками препинания, отмечена линия жизни человечества. Рассмотрению природы этих явлений посвящена следующая глава.

6. Природа разрывов и демографическая революция

В неравновесной эволюционирующей системе в режиме с обострением и вследствие взрывного роста человечества происходят разные по масштабу переходы, которые можно классифицировать по их силе. Так, переходы между циклами при непрерывной скорости роста мы отмечаем по изменениям в культуре, которые были выработаны поколениями антропологов и историков. Как в основном уравнении (2) рост приравнен к развитию, так и сама культура и развитие оказались сцепленными с демографическим ростом, что подчёркивает неразрывность роста численности с процессами культуры. В нашем контексте понятие культуры следует понимать расширенно, как всё, связанное с нашим разумом и сознанием, включая технологию и экономику, образование и искусство, религию и науку. Именно эта связь выражена через глобальное информационное взаимодействие, определяющее синхронное развитие демографической системы мира.

Глобальная демографическая революция, когда происходит резкий скачок скорости роста от асимптотического ухода на бесконечность к нулевой скорости и стабилизации населения мира, должна привести к значительным изменениям в развитии всего человечества. Действительно, по этой классификации демографический переход — самый сильный во всей истории человечества. Это указывает на характер и масштаб перемен, которые мы должны пережить в разных измерениях нашего сознания и бытия. Демографическая революция подобна сильному разрыву в ударной волне при сверхзвуковом течении газа или взрыва, фазовому переходу в конденсированной среде, наступающему при критической температуре, — явлениям, хорошо известным в физике. Для того чтобы проиллюстрировать процессы, происходящие при разрыве развития, обратимся к аналогичным явлениям, которые наблюдаются в совершенно другой области.

Многие могли видеть, как при сплаве леса на горных реках, когда в верховьях сбрасывают запас воды, возникает крутой уступ, стремящийся вниз по реке при резком перепаде уровня, набегая на спокойное, невозмущённое нижнее течение самой реки. Разрыв происходит потому, что скорость потока, которая зависит от глубины воды, после прохождения разрыва больше, чем в более мелкой воде невозмущённого течения реки. В этом типично нелинейном явлении видно, как сам разрыв порождает новые условия для течения реки и обеспечивает условия для сплава леса вниз по реке, так внезапно вышедшей из берегов. Отметим, что эти процессы необратимы.

Разрыв режима течения в зоне скачка на реке, как и демографический переход, сопровождается местным нарушением плавности движения. На реке возникает зона турбулентности, как и при разрыве упорядоченного движения в области атмосферного фронта. Подобно этому развитие самого человечества, которое после демографической революции не может больше следовать прежним закономерностям, меняет и сам исторический процесс.

Аналогии демографического перехода с фазовыми переходами и наступлением хаоса в зоне перехода должны помочь в понимании сложности и специфики переживаемого времени, когда линейные модели не работают и привычный сценарий «Business as usual» принципиально не применим. В соответствии с этим выводом сам масштаб глобальных перемен требует нового, более глубокого понимания. От этого понимания зависят как политическая воля, так и важнейшие решения власти на уникальном рубеже всемирной истории, когда волею судеб и случая нам довелось жить.

Наступивший демографический кризис поражает своей стремительностью и синхронно охватывает всё человечество как глобальное системное явление. В эпоху демографической революции масштаб существенных социальных изменений, происходящих в течение жизни человека, стал столь значительным, что ни общество в целом, ни отдельная личность не успевают приспособливаться к стрессам от перемен миропорядка: человек, как никогда прежде, «и жить торопится, и чувствовать спешит».

В эпоху, которую Ландри справедливо обозначил как революцию, это отмечается явлениями распада порядка при резкой смене одного вида развития новым его режимом. Так и в фазовом переходе в такие моменты идёт стремительная «перестройка» при распаде старых струк-

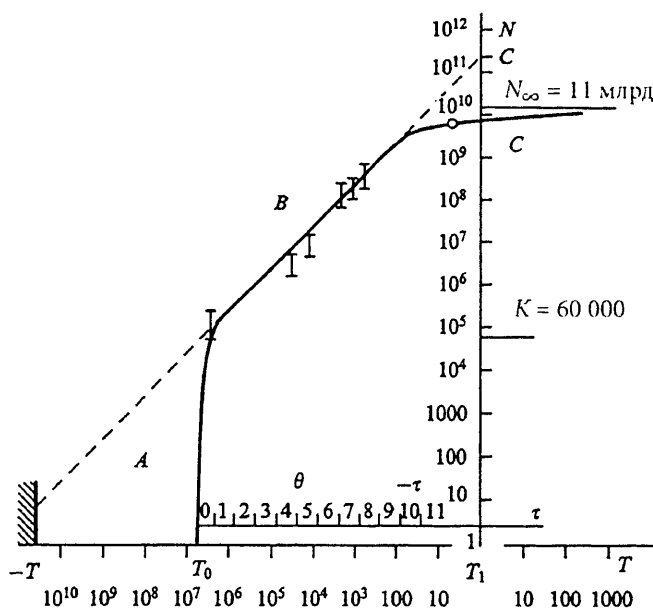


Рис. 9. Рост населения мира от возникновения человека до предвидимого будущего

График построен в двойном логарифмическом масштабе $\lg T - \lg N$, что отвечает динамике развития человечества. Демографические циклы отмечены как $\theta = \ln t$, а окрестности вблизи T_0 и T_1 выколоты.

тур и смене их новым порядком. Длительность же переходных процессов в области разрыва определяется внутренними и местными явлениями в исторических процессах перемен. Именно в силу этой бурной и неустойчивой динамики движения в области разрыва так сложно и неуютно переживаемое нами время.

Весь путь неравномерного глобального развития человечества лучше всего виден на двойной логарифмической сетке, отвечающей динамике самоподобного роста. Этот график показывает весь рост от T_0 до полюса при T_1 . На шкалах времени и населения не отображается нуль, который вместе с окрестностью (т.е. множеством, содержащим данную точку) удалён — или, на жаргоне математиков, выколот. Это понятие принадлежит теории функций комплексного переменного.

Собственно автомодельный рост человечества включает пять порядков — от 100 тыс. в начальной популяции в нижнем палеолите 1,6 млн. лет назад до 10 млрд., ожидаемых после демографической революции, где все автомодельные процессы отображаются прямыми линиями на Рис. 9.

Поскольку переход связан с глубокими изменениями развития и в первую очередь с прохождением предела скорости роста системы, он отражается в явлениях культуры и сознании, сопровождаясь распадом и кризисом ценностей. В таком случае, как во всякой сложной системе, наивный редукционизм и причинно-следственный анализ с простыми механизмами выхода из кризиса не только не объясняют природу перехода, но и препятствуют его преодолению, поскольку прямые внешние ресурсные меры оказываются малоэффективными. Именно поэтому так необходимо фундаментальное понимание природы и масштаба происходящего. В настоящее время численность населения развитых стран уже стабилизировалась на уровне одного миллиарда, и в этих странах мы можем видеть ряд явлений, которые в скором времени дадут о себе знать и в развивающихся странах. Эти процессы охватят всё человечество, когда таким путём завершится глобальный демографический переход и наступит новая эпоха истории человечества.

После перехода история, естественно, будет продолжаться, но есть все основания предполагать, что развитие станет иным. В первом приближении можно говорить о нулевом росте и более спокойном темпе развития. Возникнет новая временная структура, которая, по-видимому, будет связана с масштабом поколений и появлением новых социо-культурных черт. Поэтому важно понять, что нас ожидает и как на глобальном уровне изменится развитие человечества после наступления стабилизации населения, на приближение которой указывают как теория, так и предвидения демографов. При этом следует ожидать изменения самой парадигмы роста человечества и цели развития, а не только «конца истории», как образно полагал вслед за Освальдом Шпенглером [47] Фрэнсис Фукуяма [12].

Именно факторы культуры и сознания, выраженные в коллективном взаимодействии, определяют как развитие человечества, так и наступивший кризис. Более того, этот глобальный кризис завершится меньше чем через сто лет, а в силу своей стремительности представляется много тревожнее угроз, связанных с энергией, экологией или изменением климата. Исчерпание топлива, будь то газ или нефть, и смена техно-

логии в энергетике происходят постепенно, как и наблюдаемое сегодня широкое распространение ядерной или альтернативной энергетики. Так же постепенно происходят ожидаемые изменения климата, в отличие от уже начавшейся стремительной реакции человечества на глобальный демографический переход, в первую очередь в области социально-экономических процессов. Как было отмечено, следствием глобальности действия нелокального квадратичного закона роста стали не только синхронизация и сужение мирового демографического перехода, но и неизбежное отставание изолятов, которые оказывались надолго оторванными от остального человечества, в основном сосредоточенного в Евразии.

Подчеркнём, что рассматриваемый неизменный закон роста применим только для целостной замкнутой системы, какой представляется взаимосвязанное население мира. Поэтому закон квадратичного роста нельзя распространить на отдельную страну или регион. Напротив, развитие каждой страны следует рассматривать на фоне роста населения всего мира. Связанность и эволюцию человечества следует понимать обобщённо, как результат действия обычаев, верований, представлений, навыков и знаний, передаваемых из поколения в поколение при длительном обучении, образовании и воспитании человека как члена общества. Именно эти внутренние процессы определяют общий темп развития человечества в каждой из исторических эпох.

Представляется интересным сравнить процессы, определяющие историческую эволюцию человечества, с биологической эволюцией вида. Если в биологической, дарвиновской эволюции информация передаётся генетически и закрепляется естественным отбором при взаимодействии с внешней средой, то в социальной эволюции механизм наследственности действует скорее по принципу ламарковского процесса — прямой эпигенетической передачей следующему поколению приобретенной информации при её распространении вширь через культуру, науку и образование. В обеих моделях эволюции эти процессы разыгрываются при развитии популяции, которой в случае социальной эволюции является всё человечество. Это развитие происходит в закрытой системе и самоускоряется, а теперь завершается демографической революцией. Демографическая революция наступает, когда *Ното* достигает предела своей численности и больше не может поддерживать гиперболический темп роста, обязанный внутренним информационным процессам.

При прямой передаче и распространении приобретённая информация интенсивно размножается — именно в этом состоит смысл системы образования и средств массовой информации, кто бы их ни воплощал. До изобретения письменности это мог быть старец — носитель устной традиции, передающий мифы давно минувших веков; позже — летописец, а теперь — диктор телевидения или профессор университета и, наконец, мощная система СМИ. Это приводит к тому, что социальное развитие происходит намного быстрее, чем биологическая эволюция внутри биоценоза в сложной системе, состоящей из многих взаимодействующих видов.

Если при биологической эволюции в результате естественного отбора виды адаптируются к окружающей среде, то развитие человечества — это развитие одного вида, выделяющегося из всей совокупности живой природы своим сознанием. Все процессы, определяющие всё ускоряющийся рост, происходят внутри системы человечества и выражаются через демографический императив, в основе которого лежит диктат информационной природы роста. Это следует из имманентного асимптотического характера процессов взрывного развития человечества и в первом приближении не зависит от внешних условий. Более того, в силу масштаба численности населения Земли само человечество как популяция оказывает всё большее давление на экологические системы природы, а теперь даже на климат планеты.

Как и в дарвиновской эволюции, в социальной эволюции в процессе истории происходит отбор более удачных локальных структур по сравнению с менее жизнеспособными формами организации общества, — процесс, который может определяться и местными ресурсами. Таким образом, для социальной эволюции человечества понятию естественного отбора отвечает представление об *историческом отборе*. Появление же таких структур, ограниченных в пространстве и во времени, по существу отвечает тому, что историки традиционно связывают с понятием цивилизации.

Чтобы лучше понять характер квадратичной зависимости роста человечества, следует обратить внимание на два обстоятельства. Первое состоит в том, что как сельское хозяйство, так и промышленность на всех этапах развития обеспечивали необходимые условия для жизни и роста общества. Без этого само существование общества было бы невозможным, равно как и его рост и развитие. Естественно, что на заре человечества условия жизни предоставлялись внешней средой, когда человек

был собирателем и охотником. После неолитической революции люди уже создали сельское хозяйство и от охоты перешли к скотоводству.

В истории человечества были периоды голода и мора. Так, от пандемии чумы в 1348 году в Европе умерло не менее трети населения, а в отдельных странах, например в Норвегии, вымерла половина жителей. Не меньший урон наносили войны. Однако человечество **в целом** показало исключительную глобальную устойчивость своего роста и развития, на фоне которого указанные потери были не более чем проходящими, хотя и трагическими, эпизодами истории. Это демонстрирует удивительную системную «живучесть» человечества, устойчиво следующего по самоподобной гиперболической траектории роста вплоть до демографической революции. Если бы её не было и прежнее развитие продолжалось, то в 2010 году нас было бы 10 млрд., а не 6,8 млрд., то есть на сегодня демографическая революция «обошла» человечеству более чем в 3 млрд. человек. Эта оценка даёт представление о масштабе явлений, происходящих в мире, по сравнению с которыми многие заботы современных политиков кажутся совершенно несоизмеримыми происходящим процессам.

В частности, следует напомнить об изменениях климата Земли, пережитых человечеством в прошлом. На графиках Рис. 10 показаны параметры атмосферы Земли от конца нижнего палеолита до наших дней. Данные получены в результате обработки кернов из скважины, пробуренной в континентальном леднике Восточной Антарктики на станции «Восток», которую заложил мой брат Андрей Капица. Станция находится на высоте 3500 м над уровнем моря при средней годовой температуре -50°C . Там же наблюдалась и самая низкая температура на Земле -89°C . Анализируя керны льда, А. Капице и международной группе ученых удалось получить уникальные данные о палеоклимате на нашей планете [29]. На графике хорошо видны четыре максимума, отмечающие оледенение Земли с периодом 110 тыс. лет, и максимум, который мы переживаем в настоящее время.

Графики показывают, как устойчиво изменялись в определённых пределах климатические условия на нашей планете, при которых люди пережили девять ледниковых периодов на протяжении каменного века с момента появления *Ното* более миллиона лет назад.

В ту эпоху ледники медленно, как поршень, в течение 100 тыс. лет перемещались во время похолодания в северном полушарии на юг, а при потеплении в течение 10 тыс. лет отступали на север. Есть все основания пола-

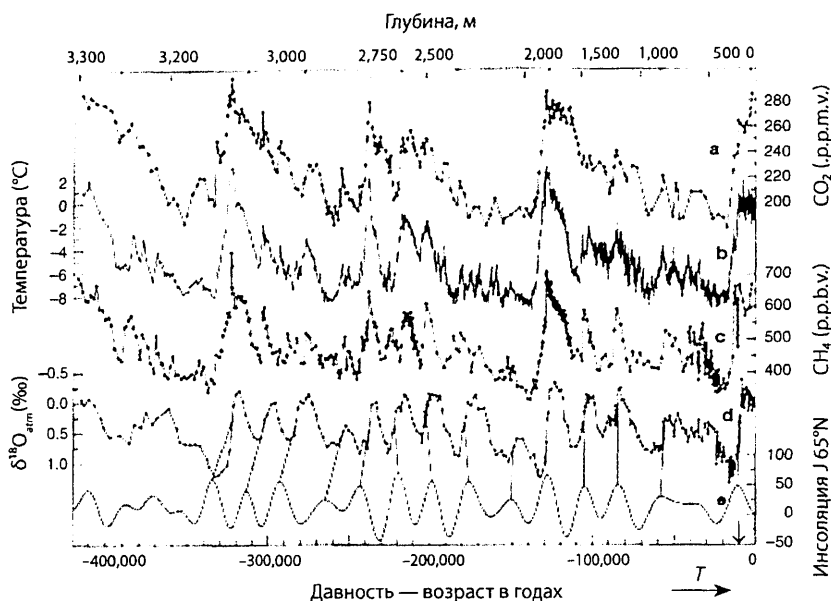


Рис. 10. Палеоклимат Земли по анализу кернов станции Восток

На графиках: а — содержание углекислоты, b — температура, с — содержание метана, d — изменение содержания изотопов кислорода-18, коррелирующие с температурой, и е — инсоляция для середины июля, рассчитанная для 65° северной широты в ваттах на квадратный метр. На нижней линейной шкале для Времени-1 стрелка ↓ указывает на начало неолита 10 000 лет назад. На логарифмической шкале для Времени-2 это соответствует середине всей истории человечества (см. Таблицу 2). Указанный интервал охватывает только четвертую часть времени от начала нижнего палеолита 1,6 млн. лет.

гать, что на протяжении доисторического времени эти изменения климата приводили к постоянным миграциям, в течение которых люди заселяли всё новые пространства и перемещались в условиях, когда уровень их социального сознания и технологий был гораздо ниже, чем в наше время.

Обратим внимание на стрелку ↓, указывающую начало неолита 10 тыс. лет назад, чтобы наглядно увидеть, как трансформируется историческое время. Если в Таблице 2 в логарифмическом представлении исторического Времени-2 неолит находится посередине всей эпохи В, то на линейной шкале времени он оказывается на самом краю графика (см. Рис. 10).

В эти же протяжённые эпохи прошлого формировались и откладывались в социальной памяти человечества системы взглядов, обычаи

и привычки, определяющие на многие десятки тысяч лет поведенческие инстинкты человечества, закреплённые наследственными механизмами сохранения и передачи социально и экономически значимой информации. Таким образом, уже на ранних стадиях развития человечества возникали запреты — табу, препятствующие тем или иным типам поведения, например кровосмешению, развивались представления об алыгтуризме. Поэтому моральные принципы поведения человека глубоко укоренены и универсальны. Так складывались и закреплялись сначала моральные нормы, а затем и религиозные представления.

При смене представлений, в первую очередь религиозных, в новых верованиях и моделях восприятия мира и поведения человека, как правило, остаются реликтами обычаи и образы из прошлого, архетипы часто очень далёкого, что указывает на эволюционное единство социобиологического развития. Так, в дополнение к генетической, наследственной памяти, в коллективной эпигенетической памяти человечества давние стереотипы поведенческих моделей могут фиксироваться как врождённые инстинкты. Эти процессы рассмотрел крупный английский биолог и эволюционист Ричард Докинз. Он и ряд других ученых предложили идею о *мемах*, которые несут, подобно генам, культурную информацию [37]. Быть может, так возникла вера как инстинкт сохранения убеждений и, по идее И. П. Павлова, инстинкт свободы.

Наследственно закреплённые нормы поведения, безусловно, могут изменяться и деформироваться под влиянием стресса. В частности, такая дестабилизация генома наблюдается у животных при их одомашнивании. Наблюдения Д. К. Беляева над лисицами показали, что стресс, вызванный неволей, приводил к глубоким изменениям не только поведения животных, но даже их окраса и сезонных изменений в циклах размножения. Поэтому, опасаясь биологизации социальных явлений, можно думать, что стресс, вызванный демографическим переходом, способен повлиять на разрушение глубоко укоренившихся социальных инстинктов человека. Причём если закрепление поведенческих инстинктов происходило в течение жизни многих поколений, то их разрушение во время стресса происходило очень быстро: как говорится, «ломать — не строить».

В настоящее время религиозную картину мира, исторически привязанную к национальной культуре, вытесняет научное мировоззрение, основанное на знаниях современной науки и ставшее уже глобальным явлением. Без учёта эволюционных представлений трудно, если вообще возможно, понять появление развитых систем религиозных представ-

лений со своей интеллектуальной культурой и духовной традицией. Перед теми и другими системами миропонимания стоит задача развития системы ценностей, поставленная уже эпохой стремительного демографического перехода.

Только обращение к общему механизму развития посредством передачи информации позволяет достичь полноты описания на основе модели, в которой действующим началом становится суммарное население Земли как главная переменная, не зависящая от каких-либо частей. Такое глобальное развитие статистически детерминировано и стабилизируется вблизи гиперболической кривой роста короткопериодными внутренними процессами, что соответствует принципам синергетики. Около этой траектории наблюдаются сокращающиеся по длительности и синхронные в пространстве планеты демографические циклы, а само наличие таких циклов указывает на устойчивость процесса глобального роста. Весь мелкомасштабный исторический процесс во времени и пространстве демонстрирует элементы динамического хаоса.

Таким образом, по мере уменьшения длительности исторических процессов в масштабе собственного времени длительности роста и равного удаления в прошлое от момента демографического перехода локальное развитие делается всё более хаотичным, неустойчивым и потому непредсказуемым. Это соотношение медленных и устойчивых глобальных циклов в развитии человечества по сравнению с быстрыми и хаотичными историческими процессами вполне аналогичны климату, с его медленными изменениями при смене ледниковых периодов, и быстрым и переменчивым сменам погоды. Те и другие явления возникают в сложных динамических системах атмосферы и океана Земли, как и в динамике роста её населения.

Именно эту разницу во временных масштабах истории человечества имел в виду и подчёркивал Бродель [6]. Как он отмечает, следует различать медленные и быстрые процессы роста. Быстрые процессы, с одной стороны, стабилизируют рост, с другой стороны, приводят к хаосу. При наступившей стохастике истории и стихии рынка обществу следует управлять теми внешними условиями, в которых происходит движение народов и капитала. На этой основе можно понять, почему скорость роста связана со сложностью системы, с идеями и культурой, а не с демографическими характеристиками, такими как рождаемость и смертность, которые в деталях описывают процесс роста и выражают его через конкретные данные. Здесь возникает парадоксальная ситуация: в прошлом детей было много, а рост — мал (см. Рис. 4). В наше время рост

и воспроизводство населения в развитых странах ограничивается уже низкой рождаемостью, что будет подробно описано ниже.

При рассмотрении основной формулы для гиперболического роста мы отмечали, что в момент рождения Вселенной должно было быть 10 человек, на что указывает траектория развития, экстраполированная в ту далёкую эпоху (см. Рис. 9). Это можно интерпретировать либо как «шалость цифр», случайность, либо как проявление *антропного* принципа, согласно которому жизнь на Земле и само возникновение разума имеют космологический масштаб времени развития. Об этом образно пишет английский физик и космолог Стивен Хокинг:

Мы видим Вселенную такой, как она есть, потому что существуем сами. Существуют два варианта антропного принципа — слабый и сильный. Слабый вариант состоит в утверждении, что в очень большой или бесконечной во времени и пространстве Вселенной условия, необходимые для развития разумной жизни, могут реализоваться только в некоторых ограниченных областях пространства и времени. Поэтому разумные существа не должны удивляться тому, что местные условия отвечают требованиям, необходимым для их существования. Это напоминает состоятельного господина, живущего в богатом округе и не видящего вокруг бедности. Так к слабому антропному принципу обращаются для «объяснения» того, почему Вселенная возникла десять миллиардов лет назад, — именно столько требуется для эволюции разумных существ [27].

Вопрос этот остаётся открытым, но интерпретация результатов моделирования в свете антропного принципа наводит на мысль о справедливости рассуждений Хокинга, а асимптотическая оценка времени развития человечества согласуется с оценками возраста Вселенной.

Результаты моделирования также показывают, как демографический фактор, выраженный в демографическом императиве, ныне приводит к коренной ломке роста. Следует обратить внимание и на то, как при демографическом переходе такая ломка выражается в остром кризисе рождаемости и нарушении экономического равновесия в развитых странах [30, 46]. В эпоху демографической революции в мире утрачивается устойчивость роста, и для взаимосвязанной системы народонаселения переход сопровождается кризисом ценностей. Из этого также видно, что причиной демографического кризиса никак не является исчерпание внешних ресурсов человечества. Если бы это имело место, то недостаток ресурсов привёл бы к постепенному и общему замедле-

нию роста, чего мы не наблюдаем. Не вызвано это и кризисом западной системы ценностей, как предполагают некоторые авторы, поскольку явление демографического кризиса наблюдается и в странах Востока, например в Японии и Южной Корее.

Поэтому мы вновь возвращаемся к тезису о том, что именно внутренние процессы роста человечества как системы определяют её глобальное и вековое развитие. При таком стремительном развитии всё время увеличиваются социальные и экономические градиенты, поскольку нет времени на установление равновесия. В силу этого неравномерность развития следует рассматривать как следствие самой динамики роста. Причём в сложной и взаимозависимой нелинейной системе человечества трудно, по существу невозможно, объяснять эти процессы в терминах причинно-следственных связей. Это отсутствие равновесия усугубляется в эпоху демографического перехода и смены парадигмы нашего развития, когда процессы, способствующие снятию внутренней напряжённости, не успевают реагировать на быстрые изменения.

Более того, кроме экономического и социального неравенства, есть генетическое неравенство, «генетическая несправедливость», на которую особое внимание обращает лауреат Нобелевской премии Джеймс Уотсон. Это новый фактор, вытекающий из представлений современной молекулярной биологии и фундаментальных открытий самого Уотсона. С другой стороны, значение социобиологических факторов возрастает в современном обществе с малым числом детей на одну женщину, разрушением самого института семьи, прогрессом медицины и геномики самого человека. Стремительное развитие науки и практики медицины ставит перед обществом крупные этические проблемы о ценности жизни человека, его ответственности и свободы.

В следующих разделах мы расскажем, как информационная модель позволяет рассматривать наше развитие в предвидимом будущем. Это изложение неизбежно будет неполным, однако его смысл состоит в том, чтобы показать, как количественный анализ роста человечества открывает новые возможности исследования природы человека и истории самого человечества.

7. Рождаемость, старение, миграция

Развитая модель даёт усреднённое описание роста человечества, и её результаты находятся в весьма удовлетворительном согласии как с дан-

ными из прошлого, так и с предвидимым населением мира. Расчёты основаны на двух постоянных: $K = 60\,000$ и $\tau = 45$ годам, привязанных к 1995 году, и дают нам картину роста как фон, на котором можно сравнивать конкретные процессы развития, происходящие в различных странах как части целого. В Таблице 3 приведены данные по КСР — коэффициенту суммарной рождаемости, росту и плотности населения для стран с населением больше 100 млн., а также для Европейского Союза и отдельно для Германии, Украины и Узбекистана [50].

Эти данные показывают локальные различия между развитыми и развивающимися странами, которые усреднены в глобальной модели. Убыль населения в Микронезии при высоком значении КСР связана со значительной эмиграцией из этой островной страны Тихого океана. С другой стороны, поражает своей интенсивностью рост населения Индии, в два раза больший, чем в Китае, где экономика предыдущие 15 лет до 2009 года росла более чем на 10% в год. Соответственно производство энергии в странах Юго-Восточной Азии увеличивается на 7–8% в год. Так с метаисторической точки зрения Тихий океан становится последним «средиземноморьем» планеты после Атлантического океана и собственно Средиземного моря.

Если в развитых странах так называемого «золотого миллиарда» уже отмечается резкое падение КСР и роста численности, при котором население не возобновляется и стремительно стареет, то в развивающемся мире пока наблюдается обратная картина — там население, в котором преобладает молодёжь, растёт в два раза быстрее, чем в Европе и других развитых странах. Одним из следствий демографической революции стало резкое сокращение числа детей на каждую женщину в развитых странах. Так, КСР в 2009 году в Испании и Италии составлял 1,20, в Германии — 1,41, в Японии — 1,21. В России минимальное значение было 1,3, сейчас увеличилось до 1,41, в то время как для поддержания простого воспроизводства населения в среднем необходимо 2,15 детей на каждую женщину — практически на одного ребёнка больше, чем в настоящее время. Таким образом, все самые богатые и экономически развитые страны, которые на 30–50 лет раньше пережили демографический переход, оказались несостоятельными в своей главной функции — воспроизводстве населения: это самый сильный сигнал, исходящий от демографии [5, 9]. Тем не менее при завершении глобального перехода во второй половине XXI века наступит стабилизация населения мира [4] (см. Рис. 11).

Таблица 3. Население стран мира и его рост (2009)

Страна	Население, млн.	КСР	Рост, % в год	Плотность, чел. на кв. км
Весь мир	6800	2,58	1,17	45
Китай	1340	1,79	0,655	143
Индия	1170	2,72	1,55	392
США	307	2,05	0,975	33
Индонезия	240	2,31	1,136	131
Бразилия	198	2,21	1,2	23
Пакистан	176	3,60	1,95	226
Бангладеш	156	2,34	1,13	1165
Нигерия	149	4,91	2,0	163
Россия	140	1,41	−0,467	8,2
Япония	127	1,21	−0,191	339
Мексика	111	2,34	1,13	57
Микронезия	107	2,89	−0,236	157
Европейский союз	490	1,51	0,108	104
Германия	82	1,41	−0,053	235
Украина	46	1,26	−0,632	76
Узбекистан	28	1,95	0,935	65

Парадокс демографического перехода состоит в том, что в прошлом на каждую женщину приходилось много детей, однако рост зависел не от числа детей, а только от малой разницы между рождаемостью и смертностью. Именно эта разница управляла нашим развитием по устойчивой траектории гиперболического роста от нижнего палеолита до начала XX века, но по мере приближения к эпохе демографического перехода число детей всё время уменьшается (см. Рис. 4).

С развитием здравоохранения снижалась детская смертность и росла продолжительность жизни, что увеличивало рост населения. Однако при наступлении демографического перехода общее число детей падает настолько, что резко уменьшается рост. Это привело к современному кризису рождаемости — самому острому противоречию «развитого» мира, когда «порвалась связь времен». Этому способствуют отмеченный выше общий кризис механизмов самоорганизации общества, выраженный в распаде традиционных ценностей в современном мире. Результатом этих процессов стало изменение соотношения пожилых и молодых людей, что привело и к сильному расслоению мира по возрастному составу. Молодёжь, которая первой активизиру-

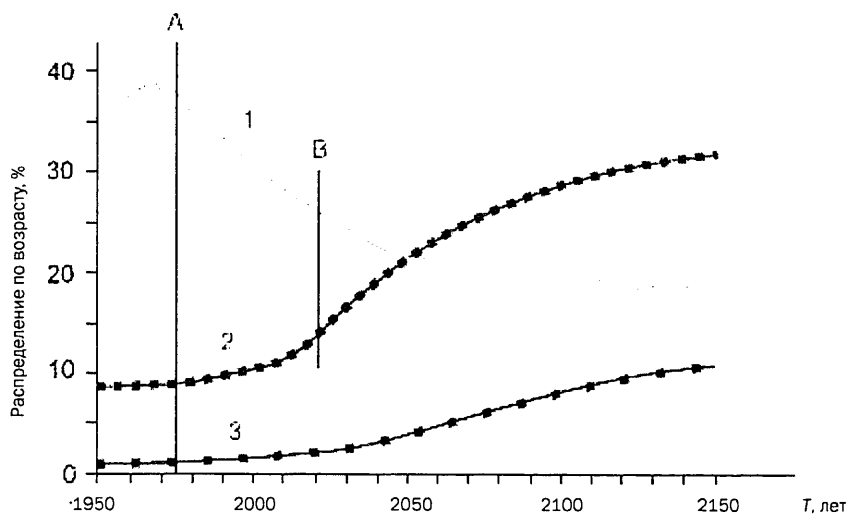


Рис. 11. Старение населения мира при демографической революции

1 — возрастная группа моложе 14 лет; 2 — старше 65 лет, 3 — старше 80 лет (данные ООН). А — распределение возрастных групп в развивающихся странах; В — в развитых странах в 2000 г.

ется в эпоху демографической революции, становится могучей движущей силой исторического развития.

От того, куда её энергия будет направлена, во многом зависит устойчивость развития. Станет ли молодое поколение, часто пришедшее из сёл в города, «пролетариатом новой промышленности» или же солдатами войн и революций; не рабочим классом, а «талибаном» — в странах, подобных Афганистану и Пакистану, где эти противоречия стремительно нарастают? Для России таким регионом стал не только Кавказ, но и Средняя Азия, наше «мягкое подбрюшье», где демографический взрыв, наличие нефти и газа, кризис водоснабжения привели к напряжённой ситуации в самом центре Евразии.

Таким образом, в настоящее время резко возросла подвижность народов, сословий и людей. Страны Азиатско-Тихоокеанского региона и другие развивающиеся страны охвачены мощными миграционными процессами. Так, в XIX и XX веках во время пика прироста населения в Европе эмигранты направлялись в колонии и Новый свет, а в России — в Сибирь и затем в республики Советского Союза, что, конечно, способствовало их экономическому росту. Теперь происходит обратное перемещение наро-

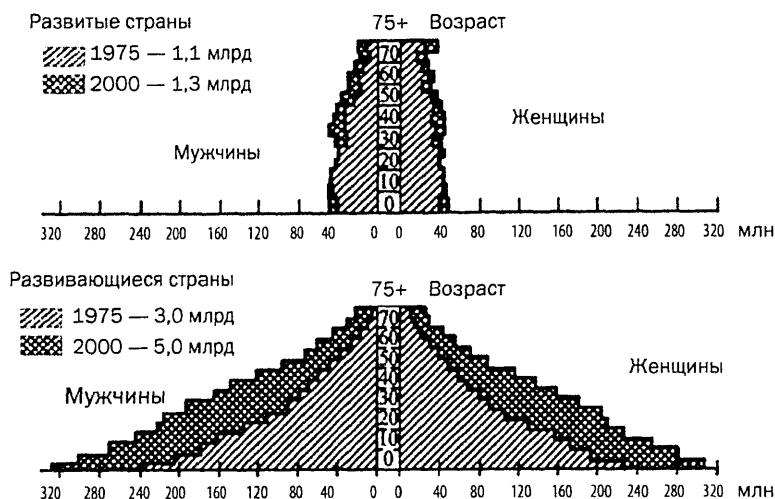


Рис. 12. Распределение населения по возрасту и полу

дов, заметно влияющее на этнический состав метрополии. Значительная и во многих случаях подавляющая часть мигрантов нелегальна, неподконтрольна властям. В России их число составляет 10–12 млн. человек, что становится существенным фактором в экономике и может привести к дестабилизации коренного населения нашей страны.

В будущем, по завершении демографической революции в конце XXI века, произойдёт существенное старение населения мира. Если при этом число детей у эмигрантов сократится и станет меньше необходимого для воспроизводства населения, то такое положение может привести к кризису человечества в глобальном масштабе. Однако можно предположить, что и сам кризис воспроизводства населения стал реакцией на стресс от демографической революции, и потому, быть может, он будет преодолен в предвидимом будущем при переходе человечества в устойчивое стационарное состояние населения мира, рост которого завершился. Эти процессы затрагивают судьбы сотен миллионов людей, и их анализ не входит в задачу автора. Цель состоит в том, чтобы показать взаимосвязь и сложность изменений, происходящих с большой скоростью в эпоху демографического перехода. Именно поэтому необходимо обращаться к интегральному, феноменологическому описанию, где результат процессов виден даже не вникая во все детали их механизмов. В таком описании причин перехода мы столкн-

ваемся с указанной выше трудностью выяснения причинно-следственных связей в развивающихся сложных системах. Примером такого парадокса служит вопрос: что было раньше — курица или яйцо? Дилемма разрешима при рассмотрении процесса во времени, когда при длительной эволюции постепенно возникли яйценесущие животные, появление которых неразрешимо в статичной системе представлений.

При описании системного поведения человечества возникает та же трудность. Более того, она видна в том, какая переменная — время T или численность населения мира N — независимая, что отражено в симметрии уравнений роста. До перехода население N была зависимой от времени переменной, а после перехода N становится как бы независимой переменной, от которой зависит время, что опровергает представления о причинно-следственных связях в развивающейся глобальной системе народонаселения мира. Это качественное различие связано с явно нелинейным процессом эволюции сложных систем. Поэтому при их моделировании следует рассматривать развитие не как малое нелинейное возмущение линейной системы, а с самого начала исходить из нелинейного закона квадратичного роста, не сводимого к сумме линейных процессов без учёта их взаимодействий.

Поскольку переход определяют не расы и не ресурсы, можно предположить, что его причину следует искать в идеях, управляющих поведением людей, в системе моральных норм, ценностей, которые формируются и закрепляются традицией в течение длительного времени. В эпоху быстрых перемен этого времени просто нет. Поэтому в период демографической революции в ряде стран, в том числе и в России, происходит распад общественного сознания и управления, эрозия власти и ответственности управления, растут организованная преступность и коррупция.

Существенным фактором, в частности, финансового кризиса стала потеря доверия. Это происходит на разных уровнях — от потери доверия друг к другу, к семье, к финансовым институтам, правосудию и, наконец, к самому государству, к принципам равенства и демократии. Потеря доверия указывает на разрушение связей в обществе, на которых в значительной мере основаны его стабильность и развитие. В прошлом институтом доверия служила церковь, однако в современном обществе образы, проповедуемые СМИ и в первую очередь телевидением в нашей стране, только способствуют эрозии доверия. Более того, ревизия прошлого, когда в угоду скоротечным политическим требованиям пересматривались такие понятия, как гражданственность, патриотизм, вер-

ность армейской присяге и долгу, разрушались исторические принципы доверия граждан к стране и обществу, способствуя тем самым атомизации самого общества.

Итак, только рассматривая развитие человечества в целом, в расширенных во времени и пространстве рамках исследования, оказалось возможным описать весь процесс истории в прошлом и обозначить характер его развития в обозримом будущем. Ибо тот, кто не умеет «предсказать прошлое», не может рассчитывать и на предвидение грядущего. Такое видение прошлого — неполное, однако оно создаёт основу для суждений о путях нашего развития. В обозримом будущем нас ожидают переход к новой парадигме развития человечества, переход к обществу, где знания и система образования будут определять развитие. Поэтому должна произойти столь же резкая, как изменение скорости роста, смена целей и ценностей в жизни человечества. Завершая изложение анализа роста населения Земли как системы, подчеркнём: именно численность населения является главной переменной, определяющей развитие, что выражено в автономном уравнении роста. Это позволило более полно и количественно описать наше развитие, отойти от частичных моделей роста и впервые предложить *общую теорию развития человечества*, основанную на *принципе демографического императива*.

На этой основе процесс развития описывается обыкновенным дифференциальным уравнением, связывающим скорость роста с квадратом населения Земли. Эта связь нелинейна, что видно и из того, что сумма квадратов всегда меньше квадрата суммы. Далее, при таком описании роста населения планеты в первом приближении распределение населения также не является определяющим. Иными словами, взаимодействие, определяющее рост, нелокально и охватывает всё человечество как единый объект и поле действия. Наконец, приведённая зависимость необратима, и эта необратимость определяет направление времени в эволюционирующей системе — «стрелу времени», по образному выражению Ильи Пригожина.

Моделирование роста человечества даёт возможность обратиться к проблемам нашего времени и процессам, происходящим в России. Именно ответственное управление обществом и «конструирование будущего» требуют понимания масштаба нынешней революции и, в первую очередь, обращения к роли сознания и культуры. В этом случае материальное развитие и тем более стремление к обществу потребления больше не могут считаться столь приоритетной целью развития, как в недалёком прошлом.

II. Что дает модель для понимания развития человечества

8. Энергетика и экономика мира

В рамках представлений, положенных в основу модели, можно оценить, как на протяжении развития человечества росло потребление ресурсов. Наибольший интерес представляет сравнение роста населения с ростом потребления энергии как главного ресурса человечества. Энергопотребление не только определяет все возможности развития общества — обеспечение пищей, уровень промышленного производства, транспорт, возможности строительства и решения экологических проблем. Как критерий развития энергия замечательна тем, что может быть измерена и выражена числом. В этом смысле энергия подобна численности населения — как объективный критерий роста. Однако хорошие статистические данные о глобальном потреблении энергии существуют только со времени промышленной революции — с начала XIX века.

Подробное исследование связи роста населения мира и глобального потребления энергии было предпринято американским ученым Джоном Холдреном¹ [44]. Обработка его данных приводит к оценке, показывающей, что суммарное потребление энергии за весь рассматриваемый период менялось пропорционально квадрату населения Земли $E \sim N^2$ и следует той же степенной закономерности, что и коллективные взаимодействия в системе человечества. Как подчёркивает Холдрен, с 1850 года относительный рост потребления энергии был в два раза выше, чем относительный рост населения мира. До демографического перехода, а практически до 1980 года, рост может быть описан квадратичным гиперболическим законом. Это означает, что сама скорость роста оказывается пропорциональной производству энергии, и на протяжении последних 140 лет с 1850 до 1990 года мировое производство энергии выросло в 17 раз, а население — в 4,3 раза.

Таким образом, энергетика прямо определяет скорость роста, как если бы человечество было гигантской планетарной машиной, движимой ее энергетической системой! При таких предположениях мощность энергоресурсов, приходящаяся на одного человека, растёт пропорционально населению мира и составляет Q (Вт) = 470 N (млрд.). В 1990 году потребляемая энергия в мире составила 13,2 ТВт (1 ТВт = 10^{12} Вт), или в среднем 2,5 кВт на одного человека. Причем 90% приходилось на про-

¹ В 2009 г. Президент США Обама назначил профессора Холдрена советником по науке.

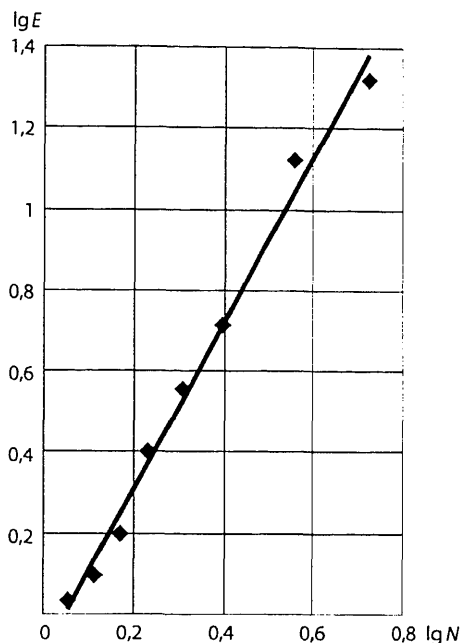


Рис. 13. Рост населения мира и потребление энергии (1850–2005 гг.)

мышленное потребление энергии во всех его формах. Опережающая рост квадратичная зависимость производства энергии от населения, по-видимому, сохранится, и с середины XIX до конца XXI века население мира вырастет в 10 раз — от 1,13 млрд. в 1850 году до 11 млрд. в 2100 году. Мощность потребляемой энергии увеличится в 100 раз — от 0,69 до 60 ТВт, хотя скорость роста населения мира из-за демографического перехода к концу XXI века существенно уменьшится. Очевидно, что в таких прогнозах потребление энергии связывают именно с численностью населения, а не со скоростью роста, которая будет уменьшаться после демографического перехода.

Сейчас есть наблюдения, что темп роста производства энергии замедляется, и это особенно заметно именно в развитых странах как следствие перехода к постиндустриальному обществу [31]. Всё большее значение придаётся энергосбережению. В монографии «Фактор 4», представленной Римскому клубу, Ловинс А., Ловинс Х. и Вейцзекер рассматривают современные возможности энергосберегающих технологий [42], указывая, что потребление энергии можно уменьшить в 4 раза.

Однако дело не столько в технологии энергосбережения, сколько в реализации таких программ при реструктуризации промышленности и изменении отношения к ценности энергии. Так, по решению Европарламента принимаются меры по ограничению применения ламп накаливания, которые в 5–10 раз менее эффективны, чем люминесцентные лампы или современные светодиоды. Иными словами, в этой важнейшей проблеме осуществление технических решений в значительной степени предопределено социальной и потребительской стороной дела. Потому уместно вспомнить как исторический пример ленинский лозунг «коммунизм есть советская власть плюс электрификация всей страны», сформулированный в других исторических условиях, когда впервые было ясно указано на взаимосвязь политики и энергетики.

В настоящее время необходима именно политическая воля в реструктуризации энергетики с учётом стратегического характера таких решений и связанных с ними долговременных инвестиций. К концу XXI века мощность мировой энергетической системы вырастет в 4,5 раза по сравнению с 1990 годом и составит 60 ТВт. Если учесть, что к этому времени скорость роста человечества существенно замедлится и будет в три раза меньше, чем сейчас, то рассматриваемую оценку следует принять за верхний предел.

Обсуждение вопроса, сможет ли наша планета выдержать подобную нагрузку, превратилось в дискуссию, где всё труднее отделить факты от тенденций, заложенных в расчёт, из которого часто торчат уши заинтересованного заказчика. В построениях такого типа на первый план выдвигаются экологические требования. Сильнее всего это выражено в провозглашении принципа экологического императива. Многими авторами рассматривался вопрос о предельной несущей способности нашей планеты. В обзоре Коэна «Сколько людей может прокормить Земля», посвящённом оценкам предельной несущей способности Земли, отмечается, что разными авторами предельное население оценивается от 1 млрд. (Пирсон, 1945) до 1000 млрд. (Маркетти, 1978) [22]. Последняя оценка не представляется реальной.

Старое, но поучительное обсуждение таких представлений содержится в сборнике IIASA, под редакцией Лутца, «Будущее население Земли. Что можно предположить сегодня?» [23]. В этом сборнике Хейлиг показал методологическую несостоятельность большинства подобных расчётов. Он полагает, что сама постановка вопроса о пределе населения в значительной мере лишена смысла, если её рассматривать в отрыве от эволю-

ции социальных и экономических условий и развития науки и техники. Он приходит к выводу, что при разумных предположениях Земля может поддерживать в течение длительного времени до 15–25 млрд. человек. После детального анализа возможностей и ограничений сельскохозяйственного производства Хейлиг приходит к заключению:

Если мы примем во внимание творческий потенциал человека, то нет предвидимых пределов основным природным ресурсам для производства пищи, которому служат пространство, вода, климатические условия, солнечная энергия и вклад самого человека. Все эти ресурсы либо неограниченны, либо их возможно расширить, использовать более целесообразно, либо в значительной мере преобразовать. Именно поэтому многие эксперты пришли к выводу, что нет предела росту населения. Таким образом, представление о «физических пределах роста» является ложным понятием. Оно даёт возможность технократам от сельского хозяйства отрицать фундаментальные проблемы увеличения мирового производства пищи. Поэтому нужны более серьёзные доводы для того, чтобы убедить людей в том, что мировое производство продуктов питания имеет пределы и может быть ограниченным [23].

Эти выводы подтверждаются последними заявлениями Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO). В связи с оценками влияния роли ресурсов и окружающей среды представляют интерес выводы видного современного историка Пола Кеннеди:

С точки зрения защитников окружающей среды, Земля находится под двухсторонним натиском человека избыточными потребностями и расточительностью богатых развитых стран и миллиардами новых ртов, нарождающихся в развивающемся мире, которые, естественно, рассчитывают всеми силами увеличить уровень потребления. Это привело к тому, что голоса таких защитников окружающей среды, как World Watch Institute, Гринпис, Фонд народонаселения ООН, заявляют, что это всего лишь вопрос времени. С их позиций, если ничего не будет сделано для стабилизации населения мира, для сокращения безотчётного потребления энергии, пищи и других ресурсов, если мы не станем как можно скорее ограничивать ущерб окружающей среде, то очень скоро Земля будет так перенаселена и разорена, что мы заплатим высокой ценой за наше небрежение. Точка зрения, которая оспаривает утверждение, что рост желателен, что экономическое развитие есть наилучшая мера материального успеха страны, вызывает резкие возражения со стороны эконо-

мистов. Оптимисты полагают, что природные ресурсы не ограничены в своей величине и не могут быть исчерпаны. Скорее верно обратное: многие ресурсы создаются трудом и изобретательностью, что в технике и технологиях есть бесконечный резерв возобновления ресурсов.

Исчезновение какого-либо товара, например, как нефть, приводит к поискам и открытию новых запасов, созданию альтернативных источников энергии. Озабоченность падением объемов производства продовольствия привела к тому, что в результате открытий в области биотехнологий существенно увеличилась производительность сельскохозяйственного труда и т.д. Как неправ был Мальтус в своих предсказаниях, так и сегодня провозвестники нашей гибели окажутся неправыми.

Только время покажет, какая из двух этих позиций окажется более верной. Однако население мира было меньше миллиарда, когда Мальтус написал первый вариант своего очерка. Теперь же население мира скоро достигнет 7 или 8 млрд. и, быть может, значительно превысит 10 млрд. Если оптимисты правы, то на Земле будет жить просто больше зажиточных людей, даже если распределение благ будет неравномерным. Если же оптимисты ошибаются, то род человеческий больше пострадает от неумного экономического роста, чем потеряет от изменения своих настоящих привычек [36].

В заключение укажем, что сегодня в развитых странах 2–3% населения может прокормить всю страну (см. Рис. 14). Более того, по утверждению экспертов ФАО, в настоящее время достаточно пространства и ресурсов для принципиальной возможности обеспечить питанием 20–25 млрд. человек, а современное производство продуктов питания уже превышает потребности мира. Проблема питания состоит не в ограниченности ресурсов, а **в неспособности распределять ресурсы** как в масштабах человечества, так часто и в пределах одной страны. Иными словами, мы имеем дело с социально-экономической проблемой, а не с прямыми ресурсными ограничениями.

Аналогичный вывод можно сделать и в отношении потребления воды. Большую часть современных источников энергии составляют так называемые невозобновляемые источники энергии: уголь, нефть, газ, в известной мере уран. Эти источники энергии в принципе исчерпаемы, в отличие от воды, которая обращается в гидрологическом цикле и, по существу, не потребляется. Более того, на водоснабжение идет 1/20 тех затрат, которые осуществляются в энергетическом секторе экономики. Сама же доступность воды приводит к очень расточительным способам её исполь-

зования. Например, в Москве на каждого жителя приходится 3 кубометра в день (с учётом промышленности). А для развивающихся стран самым расточительным изобретением Запада, по утверждениям экономистов, стал смывной туалет. Весьма неэффективна рыночная система орошения по сравнению с той, когда по полиэтиленовым трубам точечно орошают сады и виноградники. Таким образом, при ресурсных оценках пределов роста необходимо учитывать прогресс технологии.

Одним из направлений критики «Пределов роста» Медоуза были примеры ошибочного истощения ресурсов. Так, указывалось, что через 12 лет будут исчерпаны мировые запасы серебра, основным потребителем которого была кинематография. Однако изобретение магнитной и электронной записи изображений коренным образом изменило всю технологию в этой области. С другой стороны, авторы прогнозов указывали на истощение алюминия, исходя из разведанных запасов бокситов, в то время как 7% земной коры состоит из алюминия, и потому его запасы, как и железа, неисчерпаемы. В предложенной модели роста подобных противоречий нет, поскольку в её основе лежит информационный механизм глобального развития, который на всём протяжении истории человечества предлагал социально необходимые решения научных и технических проблем, стоящих перед человечеством. Более того, история технического прогресса неоднократно показывала, что многие изобретения и технологии ждали своего часа и появлялись, как заяц из шляпы фокусника, когда возникал социальный заказ.

Таким образом, в модели роста научно-технический прогресс включён в сам процесс развития, основанный на распространении и умножении информации, без конкретизации её содержания. Это даёт некоторые принципиальные основания для оптимистического взгляда на технологическое будущее человечества, если только оно справится с социально-экономическими вызовами, обусловленными самим развитием и переходом к новой парадигме развития при нулевом росте.

9. Демографическая революция и кризис идеологий и управления

В результате мировой демографической революции растёт неравновесное состояние общества и вместе с ним — социальное и экономическое неравенство как в развивающихся, так и в развитых странах. Это объек-

тивный процесс приводит к социально-политическому кризису, который носит мировой характер, и его предельной реальией, несомненно, стали ракетно-ядерное оружие и сверхвооруженность некоторых стран. Однако все бессилие концепции «сила есть, ума не надо» наглядно показали и распад Советского Союза, и вторжение в Ирак, когда, несмотря на громадные, практически неограниченные по своей мощности вооружения, именно идеология, программное обеспечение политики, оказались «слабым звеном» и не смогли обеспечить разрешение возникших противоречий. В книге «Пределы силы. Конец американской исключительности» А. Бачевич указывает на глубокий кризис, постигший Америку, экономика которой находится в полном разладе, и её уже невозможно больше поддерживать экспортом капитализма:

Правительство, преобразованное имперским стилем президента, только по форме остаётся демократическим. Вовлечение в бесконечные войны, подчинённое увлечению военной силой, стало катастрофой для политической системы. Эти нарастающие проблемы угрожают всем нам — и республиканцам, и демократам. Если страна хочет разрешить эти трудности, то это потребует возвращения к истинно американскому подходу — ныне забытой традиции реализма [39].

Таким образом, демографическая революция выражается не только в демографических процессах, но и в разрушении связи времён, распаде организации и водворении стихии хаоса. Это находит отражение в некоторых веяниях современного искусства и постмодернизма в философии, а также в распаде политических структур. Мы видим распространение лженаучных представлений — от креационизма, астрологии и телепатии до мистических учений, магии и экстрасенсов. Происходит распад организационной структуры мышления современной науки, основанной не столько на традиции и авторитетах, сколько на независимой экспертизе и всесторонней проверке результатов наблюдениями и опытом.

Столь различные, в том числе и по масштабу, явления указывают прежде всего на общие причины, возникшие в эпоху глобального демографического перехода, когда проявилось и возрастает несоответствие между «производительными силами и производственными отношениями». С одной стороны, это сопровождается растущим неравновесием в обществе при распределении результатов труда, информации и ресурсов как на местном и региональном уровне, так и в глобальном

масштабе. Следуя либеральной идее и в соответствии с термодинамической аналогией, рыночные отношения могли бы сгладить это неравновесие. Однако для смягчения возникших неравенств не останется времени на социальные процессы, а возрастающее значение развития, основанного на коллективном и квадратичном информационном развитии, будет препятствовать таким уравнилельным процессам. Этому не помогает преобладание местной самоорганизации над государственной организацией, а также кризис рынка с его коротким горизонтом видения по сравнению с долгосрочными социальными приоритетами развития и роли государства в управлении обществом.

Рассматривая гиперболический рост, следует обратить внимание на то, что такое развитие общества — это процесс, в своей основе неравновесный и необратимый. Он в корне отличается от вальрасовых моделей экономического роста, где архетипом является термодинамика равновесных систем, в которых происходит медленное, постепенное, называемое в физике адиабатическое, развитие. При этом развивающаяся система находится в квазистатическом состоянии, поскольку изменения за характерное время роста малы. В таком случае механизм рынка способствует установлению детального экономического равновесия, а процессы обмена в принципе обратимы, и понятие собственности отвечает законам сохранения. Однако эти представления в лучшем случае действуют локально и неприменимы при обосновании необратимого и неравновесного глобального процесса развития, происходящего при распространении и умножении информации. Недаром экономисты со времен раннего Маркса, Макса Вебера и Йозефа Шумпетера отмечали влияние нематериальных факторов в нашем развитии, о чём чётко заявил Фрэнсис Фукуяма:

Непонимание того, что основы экономического поведения лежат в области сознания и культуры, приводит к распространённому заблуждению, согласно которому материальные причины приписывают явлениям в обществе, принадлежащим по своей природе в основном области духа.

Пришедшие из прошлого, отвлечённые и во многом устаревшие концепции некоторых философов, теологов и идеологов приобретают значение, если не звучание, политических лозунгов. Возникает и неуёмное желание «исправить» историю и приложить опыт прошлых веков

ДЕИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ

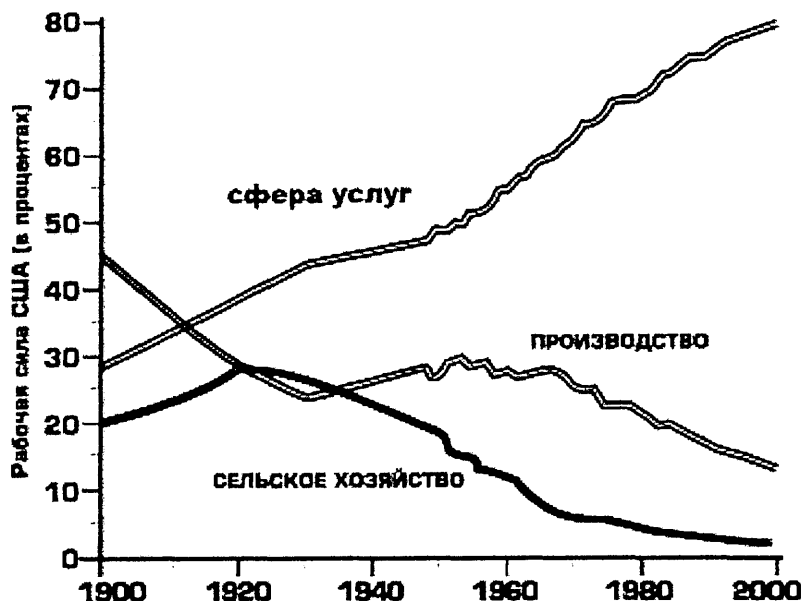


Рис. 14. Распределение рабочей силы США в XX в. по секторам экономики

к нашему времени, когда произошли принципиальные изменения исторических процессов.

С другой стороны, из-за роста производительности труда существенно снизилась численность производственных сил. По существу, именно в этом состоит основное изменение в мировой экономической системе, и возникло оно в первую очередь в результате колоссального увеличения производительности труда в современном обществе. Так, на производство одной автомашины среднего класса идет 10 рабочих часов, а танкер, перевозящий сотни тысяч тонн нефти, обслуживает команда из 30 моряков. В результате в развитых странах рабочая сила перемещается в сферу услуг. Так, в 2006 году в США занятые в сельском хозяйстве составили 1% рабочей силы, в производстве — 17%. В Германии ещё в 1999 году оборот в секторе информационных технологий стал больше, чем в автомобильной промышленности — столпе немецкой экономики. Одновременно непомерно растут затраты не только на торговлю, но и на услуги всевозможных посредников, диле-

ров, рекламных агентов и на другие, не связанные с производством виды деятельности. В современных условиях скорость смены технологий и организации экономики столь велика, что как образование работников, так и смена оборудования предъявляют новые требования ко всей экономической системе, основанной на инновации и развивающейся уже в глобальном масштабе.

Всё большее значение приобретает наука, и в первую очередь прикладная наука и биотехнологии, которые можно было бы назвать *нано*-биологией, оперирующей на молекулярном уровне генома, в отличие от *микробиологии*, имеющей дело с *микр*организмами. Именно от нанобиологии ожидают крупных достижений как в медицине, так и в сельском хозяйстве, или, лучше сказать, в производстве продуктов питания, быть может, даже и минуя наши поля и пастбища. Этот фронт исследований и их приложений требует не только биологов и биохимиков, но и ученых разных специальностей.

В связи с этим отметим, что самый большой рост числа научных работников наблюдается в Китае, где развитие науки стало национальным приоритетом, когда 150 тыс. китайцев учатся в США. Китайские ученые и те, кто получил образование в США, Европе и России, востребованы на родине, и от них можно ожидать нового прорыва в мировой науке. Опыт Японии и Южной Кореи показывает, как быстро могут модернизироваться страны Востока. Например, в Индии экспорт программного продукта в 2007 году достиг 50 млрд. долларов и стал сопоставим с затратами на закупку нефти, — так в экономике интеллектуальный продукт становится самым ценным. Для сравнения укажем, что в 2008 году Россия экспортировала программный продукт на 1,4 млрд. долларов, несмотря на общепризнанные достижения российской математики.

Именно в этом секторе экономики возникают никогда ранее не существовавшие критерии качества продукта. При этом оказывается, что представления о равновесии рынка и интеллектуальной собственности противоречат основным свойствам информации. Действительно, при распространении информации она не остаётся неизменной, а интенсивно и необратимо умножается, прежде всего, в системе науки и образования. Поэтому, в частности в рамках линейных моделей, мы приходим к невозможности сведения нелинейного квадратичного роста к сумме линейных процессов, рассматриваемых в классических математических моделях валърасовой экономики. С другой стороны, из указанной выше схемы следует невозможность управлять наукой и иннова-

циями на чисто рыночных принципах, так как время обращения идей и время обращения средств производства различаются на порядок.

Так в современном мире возникает противоречие между временем развития системы знаний, их поддержкой, распространением в обществе и временными масштабами механизмов и целями рыночно ориентированной экономики. Это хорошо видно при сравнении времени реализации результатов фундаментальных исследований, мотивированных познанием природы, общества и человека, и времени реализации инноваций и развития самой экономики.

С появлением фундаментального научного знания наука развивается уже независимо, как единое глобальное явление в мировой культуре с общим проблемным, информационным, а теперь и кадровым, пространством. Если в начале Нового времени, в эпоху Возрождения во времена Везалия и Гуго Гроция, Коперника и Ньютона языком науки была латынь, затем французский и немецкий, то теперь им стал английский. Тогда глобальный механизм развития науки и Проект Просвещения XVIII века открыли новые возможности для создания единой целостной картины мира. Поэтому в эпоху постиндустриального развития так остро востребованы современный междисциплинарный синтез представлений о мире и ответ на фундаментальные вопросы нашего бытия. К сожалению, кризис в науках об обществе (всё большая специализация, отсутствие интегрирующих и синтетических концепций) мешает развитию современных представлений о природе человека, особенно о его общественном сознании и установлении моральных норм.

С другой стороны, значительный культурный и моральный опыт человечества обобщён в наследии и сформулирован в этических нормах мировыми религиями. Более того, сравнительное исследование норм морали показывает их принципиальное единство в рекомендациях, «как правильно жить» [51]. Тем не менее конструктивному диалогу разных вероучений между собой и с наукой мешают трудно преодолимые различия, закреплённые в абсолютизме статичной догматики веры.

В настоящее время внимание приковано к глобализации, что подразумевает, в первую очередь, мировые финансовые и торговые связи. Однако модель развития человечества с самого начала исходила из его глобального характера. Со времен палеолита человек расселялся по всему земному шару, но и тогда медленно, но верно на протяжении сотен тысяч лет формировались связи, охватывающие мир. Сейчас это происходит в другом масштабе времени, быстрее, чем за одно поколе-

НАУКА И ОБЩЕСТВО

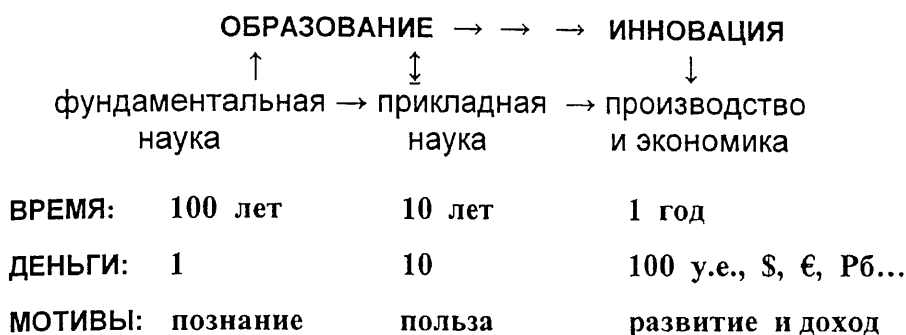


Рис. 15. Взаимодействие науки, образования и индустрии в современном мире (↑↓ потоки информации)

нис, как это случилось, например, с сотовой телефонией и распространением Интернета. Поэтому глобализация науки и технологий привела к тому, что задачей национальной научной политики становится вклад в мировую науку, отвечающий общим высоким требованиям. В то же время использование результатов мировой науки невозможно без понимания международных процессов, а это определяется мерой интеграции национальной науки в мировую.

Фундаментальная наука и художественная культура, для которой длительные приоритеты определяются социальным заказом, а не только рынком с его критерием быстрой эффективности, должны поддерживаться государством и управляться обществом. Это приводит к трудностям в реализации рыночных законов в области образования, науки и инновации при управлении на основе краткосрочных монетаристских механизмов, и эти противоречия в современном мире только обостряются. Наиболее эффективно фундаментальная наука влияет на развитие через образование, и поэтому так важна интеграция науки с университетами. Решение этого вопроса стало ключевым для развития высшего образования России в ответ на призыв к инновационному развитию страны.

В мировой науке фундаментальные открытия традиционно публикуются и сразу становятся общедоступными. В итоге то же самое происходит с крупными явлениями культуры и искусства. Весьма поучителен пример отказа от распространения патентных прав на геном человека, когда геном расшифровали практически одновременно две группы

ученых. Одна группа, в которой были и советские ученые, сотрудничала под эгидой ЮНЕСКО в большом международном проекте. Другая, — организованная американским ученым и предпринимателем Крейгом Вентером, стремилась «приватизировать» полученные результаты, поскольку информация о геноме представляла значительный интерес для фармацевтических корпораций. Однако Международной суд решил, что информация о геноме человека не может быть запатентована и должна быть в свободном доступе для всех исследователей и врачей.

Споры о пределах прав собственности на социально-значимые объекты культуры привели к правовому регулированию, предусматривающему, что владелец становится хранителем этих объектов при соответствующем ограничении его прав собственника. Опыт показывает, что монопольное ограничение прав на программное обеспечение, как видно в споре между Windows и Linux, стало тормозом в развитии, равно как и попытки распространить авторские права на такие сокровищницы знаний, как «Британская энциклопедия», от чего, как известно, со временем отказались. В США Массачусетский технологический институт предоставил в открытом доступе все издания своих трудов и методических материалов. Симптоматично решение французского правительства сделать бесплатным для молодёжи посещение всех главных музеев страны.

Результатом ограничений становится рост пиратства и нарушение так называемых авторских прав, либо это ведёт к торможению развития, к экономическому, образовательному неравенству и к возрастающему информационному монополизму. Так возникают новые социальные источники неравенства, которые могут породить и новые конфликты. В этих явлениях временной масштаб процессов стремительного роста становится определяющим фактором в оценке их значимости и способов управления.

Демографический фактор, тесно связанный с культурой и тем самым с идеологией, создаёт особую напряжённость в процессе демографического перехода, что становится постоянным источником опасности при возникновении войн и вооружённых конфликтов, прежде всего в развивающихся странах. Более того, само явление терроризма выражает состояние социальной напряжённости, как это происходило на пике демографического перехода в Европе во второй половине XIX и начале XX веков. Поэтому «война против террора» при всех её издержках, по существу, не достигает цели, поскольку террор — это симптом,

а не причина неблагополучия общества. Если бы вместо миллиардов, которые тратятся на вооружённые силы, нашлись миллионы на образование и здравоохранение, то для терроризма не было бы места. История Афганистана и сопредельных республик Советского Союза исчерпывающим образом иллюстрирует эти выводы.

Цель террориста, в первую очередь, состоит в привлечении внимания к своим идеалам, даже ценой собственной жизни. Поэтому преувеличенное значение этих актов, делающих таким образом их элементами психологической борьбы, если не войны, подчёркивает роль информационной составляющей в современной политике. К сожалению, внимание к таким событиям и позиция СМИ далеко не всегда отвечают интересам общества и только ведут к деградации ценностей в современном мире, поскольку место, отводимое этим событиям, не соответствует их значению в жизни общества. Эти вопросы Джордж Сорос рассматривает в своей недавней книге «Эпоха ошибок. Мир на пороге глобального кризиса» [38]. С другой стороны, к террору и тайным операциям прибегают как к партизанской тактике в военных конфликтах регулярных армий.

Заметим, что от терроризма гибнет значительно меньше людей, чем, скажем, в результате дорожно-транспортных происшествий. В России ежегодно на дорогах гибнет 30 тыс. человек — 85 человек ежедневно, что примерно соответствует количеству пассажиров в одном обычном авиалайнере. Мировые потери от ДТП — это 1,5 млн. в год или 4 тыс. человек ежедневно, и эти цифры почему-то предпочитают не замечать. Ведь обыватель не подозревает в каждом водителе потенциального террориста!

В оборонной политике демографические ресурсы ограничивают численность армий, и потому так возрастает значение технической вооружённости армии, что стало одним из факторов модернизации вооружённых сил. С другой стороны, исполнение армией полицейских функций и мер по установлению мира повышает интерес к тому, что принято называть психологической войной и управлением сознанием. Именно поэтому так возрастает роль идеологии и распространения идей посредством активной пропаганды, рекламы и самой культуры, в том числе и обращения к представлениям и традициям религиозных учений. Так культура становится действенным фактором в современной политике, а информация — её инструментом.

В развитых странах, завершивших демографический переход, эта тенденция уже видна в практике средств массовой информации в современных конфликтах. Не меньшее значение приобретает информаци-

онный сектор экономики и СМИ в системах образования и здравоохранения для достижения физического здоровья и душевного равновесия в обществе, нарушенного в стрессовую эпоху демографической революции. В частности, об этом свидетельствует рост психических расстройств и уменьшение средней продолжительности жизни в России.

Перечисленные в этой главе следствия процессов современной истории человечества призваны показать новое понимание некоторых явлений в прошлом и увидеть, что происходит во время демографической революции. Приведённые примеры и эпизоды, естественно, не претендуют на сколько-нибудь удовлетворительную полноту анализа и отражения масштаба проблем. Однако они должны побудить исследователей к расширению наших представлений с осознанием глубокого влияния демографической революции на нашу жизнь, учитывая, что мир переживает стремительные перемены. Здесь, быть может, существенно связать глобальную модель нашего развития с доминирующими в современной экономике и социологии представлениями и осознать всё возрастающее значение информационных факторов как в современной жизни, так и в истории человечества.

С другой стороны, изложенная выше картина взрывного развития человечества показывает его связь со спонтанным появлением одного или двух генов, определяющих сложность нашего мозга. В будущем новые горизонты развития могут открыться вследствие случайных мутаций или как результат развития современных методов воздействия на геном, когда возможности нанобиологии и генной инженерии расширяются на наших глазах. Автор обращает внимание на эти факты, однако воздерживается от каких-либо прогнозов, тем более что нам в первую очередь следует пережить текущий решительный поворот в развитии человечества.

10. Информационная природа роста

Проведённый анализ показывает, что человечество с момента возникновения гиперболического роста развивалось как общество сознания. Дело в том, что собственно экономическое развитие — производство продуктов питания и энергии, транспорт и связь, жилье и медицина — только обеспечивало условия существования, пусть даже на самом примитивном уровне, но достаточном для устойчивого поддержания жизни.

Развитие, связанное с сознанием, и особенно с общественным сознанием, хотя и происходило сначала медленно, затем всё ускорялось в соответствии с законом квадратичного роста. Более того, это развитие само уже определяло как условия для роста экономики, так и требования для устойчивых условий обеспечения жизни. Однако в настоящее время мы имеем дело не только с взрывным развитием самоорганизующегося общества, но и с исчерпанием возможностей его количественного роста, доминировавшего в прошлом.

Это парадоксальный вывод, однако он приводит к умозаключениям, имеющим всё возрастающее значение для понимания процессов, сопровождающих критическую эпоху демографической революции, и для оценок будущего, которое нас ожидает. При стабилизации населения мира дальнейшее развитие больше не может быть связано с численным ростом, поэтому следует проанализировать, по какому пути оно пойдет, и здесь пример Европы особенно поучителен.

Развитие может прекратиться, и тогда наступит период упадка, а идеи «Заката Европы» получат своё воплощение. Но возможно и другое, качественное развитие, при котором смыслом и целью станут *качество человека и качество населения*, и в их основе будет лежать *человеческий капитал*. На это указывают ряд авторов [30], и то, что мрачное предвидение Освальдом Шпенглером заката Европы пока не оправдилось, вселяет надежды на развитие, связанное со знаниями — культурой и наукой. Европа, многие страны которой, пережив мировые войны прошлого века, первыми прошли демографический переход, теперь смело прокладывает путь к реорганизации своего экономического, научно-технического и политического пространства. Такие же процессы могут ожидать и другие страны. Эта критическая бифуркация, выбор пути развития остро стоит перед Россией и сопредельными странами.

Ныне всё человечество переживает необычайный рост информационных технологий. Повсеместное распространение сотовой связи привело к тому, что половина жителей Земли уже обладает мобильными телефонами. Совершенно новым информационным феноменом стал Интернет. Его появление и стремительная экспансия обозначили новый, революционный фактор в информационном развитии человечества, значение которого только начинает осознаваться. Интернет, где число пользователей уже превысило миллиард и стремительно растёт, стал эффективным механизмом коллективного информационного сетевого взаимодействия, даже материализацией коллективной памяти, если

не самого сознания человечества, реализованного на технологическом уровне системами поиска информации, как Google и Яндекс.

Эту же цель ставил перед собой Деметрий Фалерский, основатель библиотеки в Александрии ещё в III веке до н. э., в эпоху первых Птолемеев — греческой династии, воцарившейся в Египте по окончании эпохи фараонов. Им было собрано полмиллиона свитков, что в настоящее время соответствует 50 млн. книг. Сегодня Интернет привёл к появлению глобальной связи и информационной системы, по существу, реализовав идею если не глобального разума, то глобальной памяти, которая издавна занимала умы и воображение мыслителей прошлого. Сегодня это стало явью, и теперь перед растерянным человечеством возникает множество вопросов. Автор не задаётся целью исследовать Интернет как динамичный новый фактор в информационном развитии человечества. Однако само его появление служит мощным подтверждением информационной природы человечества, которая в полной мере определяла наше развитие в прошлом, став теперь доминирующей силой в самоорганизации информационного благочества. В этой исторической перспективе важно понять всё значение происходящего.

Однако доступ к информации — это только первая ступень к построению общества знаний. Одних знаний недостаточно, и истинная цель состоит в достижении *понимания*. Именно это предъявляет новые требования к образованию, когда не знания, а их осмысление становится основной целью при воспитании ума и сознания. Недаром Вацлав Гавел заметил, что «чем больше я знаю, тем меньше я понимаю». Действительно, простое применение знаний не требует глубокого понимания, что, с одной стороны, и привело к прагматичному упрощению и снижению требований в процессе современного массового обучения, и даже, по мнению многих, к кризису современного образования.

Именно поэтому, с другой стороны, проблема воспитания понимания и связанного с этим творческого начала уже как развития высших ступеней интеллектуальных способностей всё с большей остротой будет стоять как перед системой образования, так и перед обществом. К этому же кругу вопросов относится всё, связанное с воспитанием управленцев — руководящих кадров. Так, после Великой французской революции в Париже была основана Политехническая школа. После Отечественной войны в Советском Союзе был удачный опыт организации учебных заведений такого типа, как Московский физико-технический институт и Институт международных отношений. Кадры, которые

готовили в этих институтах, определяли успех страны в высоких технологиях и в советской внешней политике. Более того, специалисты, воспитанные этими учебными заведениями, благодаря полноте их образования оказались востребованными во время создания новой экономики в 1990-х годах. Однако в настоящее время социальный заказ состоит в воспитании следующего поколения с учётом нового понимания целей, которое должно заложить фундамент общества будущего.

Следует заметить, что организация таких учебных заведений не требует значительных затрат по сравнению с текущим расширением и развитием высшего образования. Однако их создание требует политической воли и, главное, обеспечения высокого уровня подготовки и управления такими учебными заведениями. К сожалению, в России это не понято, и пока не сделаны необходимые шаги для отбора и воспитания высшего звена научных, инженерных и управленческих кадров. В свете тех фундаментальных перемен, которыми сопровождается демографическая революция, эти вопросы возникают в новом историческом контексте. В этом отношении важна инициатива по созданию школы управленцев в Сколково. Поэтому необходимо поднять на следующую ступень дифференциацию образования по уровню и целям без нарушения принципа доступности при воспитании лучших в стране умов и талантов.

Недаром французским правительством при Политехнической школе была создана Школа социальных наук по подготовке управленческих кадров республики. По традиции Политехнической школы приём в эти учебные заведения основан на конкурсных экзаменах, и образование обеспечивается государством. Надо отметить, что в настоящее время продолжительность образования всё увеличивается, и часто наиболее творческие годы человека — годы, более всего соответствующие созданию дела и семьи, уходят на учёбу. Более того, из-за несоответствия длительного образования быстро меняющимся требованиям общества возникает очередное «потерянное поколение», обременённое знаниями, но не понимающее, зачем и кому они нужны.

Различие между информацией и знаниями, с одной стороны, и пониманием — с другой, хорошо видно в различии между патентом, защищающим права на информацию, и ноу-хау — знанием, подразумевающим умение эту информацию использовать. На этих понятиях, в частности, основано лицензионное право. Поэтому важно различать понятие информационного общества и более ёмкое понятие общества

знаний как разные социальные категории, и ставить конечной целью образования и организации науки стремление к *обществу понимания*.

Различие между знанием и пониманием проявляется и в том, что стране, заимствующей знания путём покупки лицензий или технической разведки и даже успешно их реализующей, рассчитывать на дальнейшее опережающее развитие невозможно без собственной базы в виде фундаментальной науки. Это нужно как для воспитания следующего поколения учёных, инженеров и обществоведов, так и для понимания направлений развития, управления и быстрой реализации новых знаний.

В современном обществе всё большее значение приобретают средства массовой информации как мощное средство управления общественным сознанием. Однако СМИ должны осознавать ответственность перед обществом в формировании ценностей, в обеспечении общества не только развлечениями, но и воспитанием и образованием. При утверждении ценностей важен отход от культа потребления, продиктованного рынком. Некоторые аналитики определяют нашу эпоху как время эскапизма и избыточной информационной нагрузки, обязанной пропаганде, рекламе и развлечениям — бремени навязанного потребления информации, за что немалую ответственность несут СМИ.

В настоящее время всё больше осознаётся необходимость смены ценностей, которые определяют на фундаментальном уровне развитие общества и поведение человека, формирование его личности. Некоторые возлагают надежды на церковь, которая традиционно была хранителем моральных норм и утверждала их в общественном сознании. Однако в современном обществе очень велика роль СМИ в формировании ценностей. В своё время Христос изгнал торгующих из храма. Не пора ли то же самое сделать и с телевидением и перестать рассматривать СМИ только как сомнительное коммерческое предприятие, злоупотребляя рыночными отношениями? Ведь сегодня люди неизмеримо больше времени проводят перед экраном ТВ, чем у алтаря.

Ещё в 1965 году выдающийся советский психолог А. Н. Леонтьев проинициально заметил, что «избыток информации ведёт к оскудению души». Мне бы хотелось видеть эти слова на каждом сайте сети. Но с другой стороны, какие качественные сдвиги в нашей социальной эволюции последуют за очередным этапом информационной парадигмы развития человечества? Этот вопрос пока только поставлен, однако он, несомненно, потребует нового понимания и новых подходов, для того чтобы оценить последствия как информационной, так и демографической революций.

Если с самого начала, миллион лет назад, мы начали развиваться как информационное общество, то теперь на этом пути мы дошли до критического рубежа. Из этого следует вывод о приоритетах развития человечества — об их переносе в область всестороннего использования интеллектуальных ресурсов, программного обеспечения — «софта», а не «железа», если воспользоваться компьютерной аналогией. За этим естественно следуют существенные стратегические и практические выводы о приоритетах развития и устойчивости мирохозяйственной системы, когда на первый план выходит интеллектуальная информационная надстройка управления страной и экономикой, обеспеченная развитием культуры и науки. Всё в большей мере проблема выбора целей и управления становится центральной в развитии человечества, когда было бы наивно полагать, что невидимая рука самоорганизации выведет нас к неведомой цели. Для этого катастрофически не хватает времени, а это самый дефицитный ресурс человечества в годы глобальной перестройки на текущем этапе истории.

Поскольку рост ограничивается знаниями, то не материальные ресурсы в виде питания, энергии, пространства, а ресурсы сознания человечества всё в большей степени становятся фактором, определяющим наше развитие. Мы видим, что глобальный демографический переход ограничивает рост в развитых странах, и это происходит благодаря внутренним процессам и проявляется в первую очередь в резком снижении числа детей на одну женщину. В ближайшем будущем этот вопрос с неизбежностью встанет и перед развивающимися странами. Более того, мы видим, что до сих пор нет достаточного понимания возникшего положения, в то время как эти демографические процессы разворачиваются очень быстро, и их влияние скажется надолго. Именно это вынуждает нас обращать большее внимание на вопросы, связанные с потерей темпов воспроизводства населения.

Всё громче слышны голоса тех, кто предлагает в будущем ограничить рост населения нашей планеты, исходя из исчерпания ресурсов окружающей среды. Однако оценочные расчёты показывают, что с точки зрения ресурсов вполне допустимо население 10 млрд. [23]. Поэтому есть все основания рассматривать связь этого кризиса с глобальной демографической революцией, поэтому необходимо вернуться

к этому кругу вопросов с учётом сигнала от глобального экономического кризиса, который жёстко указал на то, что «что-то сгнило в датском королевстве»...

11. Потеря устойчивости роста и последствия финансового кризиса

Наш анализ приводит к однозначному выводу о причинах глобального демографического перехода, который связан с достижением информационной по своей природе демографической системой предела скорости роста населения мира, происходящего в режиме с обострением. Этот вывод очень существен, так как отрицает мальтузианский популяционный принцип, при котором лимитирующим фактором роста являются ресурсы. Однако в эпоху быстрых перемен, когда их время становится соизмеримым с временем жизни человека, возникает вопрос об устойчивости процесса роста и развития.

Мировые войны XX века были самыми грандиозными глобальными катастрофами в истории человечества, когда в течение двух поколений произошло уменьшение населения мира на 8–10% (см. Рис. 7 и 16). Накануне войны в 1913 году экономики Германии и России росли на 10% в год, а население России увеличивалось на 2% в год, и в таких высоких темпах можно видеть причину потери политической и экономической устойчивости Европы. Поэтому есть основания рассматривать мировые войны XX века как результат потери системной устойчивости, как бы механистически это ни звучало. По критерию Ляпунова максимальную неустойчивость следует ожидать вблизи начала мирового демографического перехода в 1950 году.

Влиятельный ум XX века, участник мирных переговоров в Версале, английский экономист Джон Мейнард Кейнс в поучительной книге «Экономические последствия Версальского мира» в 1920 году указывал, в частности, на роль демографического фактора в дестабилизации мира накануне Первой мировой войны:

До войны суммарное население Германии и Австро-Венгрии не только превышало численность населения Соединенных

Штатов, но практически было равно всему населению Северной Америки. Именно в этой численности населения, занимавшего компактную территорию, заключалось могущество центральных сил. Но и такая численность населения, — даже война не уменьшила ее заметным образом², — если лишить людей средств к существованию, представляет опасность для мира в Европе³. Европейская часть России увеличила своё население ещё в большей степени, чем Германия, от менее 100 млн. в 1890 г. до 150 млн. к началу войны⁴. В год, непосредственно предшествующий 1914 г., превышение рождений над смертями в России в целом было впечатляющим — более 2 млн. в год.

Этот необыкновенно стремительный рост населения России, на который в Англии не обратили должного внимания, представляется, тем не менее, одним из наиболее существенных фактов. Великие события истории часто обязаны медленному, вековому ходу роста населения, который из-за своего постепенного характера ускользает от внимания современных наблюдателей и потому приписывается слабостям государственных деятелей или фанатизму атеистов. Необычные события, произошедшие за последние два года в России — величайший переворот общества, опрокинувший то, что казалось столь незыблемым — религию, основы собственности и землевладения, а также формы государственного устройства и иерархию классов, — быть может, больше обязаны глубокому влиянию возрастающей численности населения, чем Ленину или Николаю; избыточная плодовитость могла сыграть большую роль в разрушении устоев общества, чем сила идей или ошибки самодержавия [40].

Таким образом, быстрый рост в начальной стадии демографического перехода связан с потенциальной неустойчивостью демографической системы, и эту возможность следует учитывать при анализе устойчивости роста в недавнем прошлом и обозримом будущем.

Нельзя не напомнить, как близко к потере устойчивости находился мир в годы холодной войны. Было накоплено чудовищное количество оружия массового уничтожения — около 25 000 ядерных бое-

² Общие потери Германии к концу 1918 г. в результате снижения рождаемости и увеличения смертности по сравнению с 1914 г. оцениваются на уровне 2,7 млн. чел.

³ Позиция, из-за которой Кейнс не был согласен с Британской делегацией, и потому подал в отставку. История показала всю правоту его суждений [52].

⁴ Включая Польшу и Финляндию, но исключая Сибирь, Среднюю Азию и Кавказ.

головок с каждой стороны. На каждого жителя планеты приходилось по три тонны эквивалентной взрывчатки, а климатические последствия большой ядерной войны стали бы апокалипсисом наших дней. Стратегические вооружения создавались для взаимного сдерживания — состояния виртуальной войны. Однако противостояние двух систем не могло не угрожать устойчивости, и всегда была вероятность срыва, когда даже малое возмущение могло привести к большим и даже катастрофическим глобальным последствиям. Так случилось во время Первой мировой войны, ход которой был очень далёк от планов всех генералов и их штабов.

Однако с 1980 года, вследствие демографической революции, начинается отход от гиперболической траектории роста, по которой неизменно развивалось человечество в течение миллиона лет, когда к 2009 году взрывной самоподобный рост мог привести к численности населения мира 10 млрд, вместо 6,5 млрд, как сейчас в действительности.

Таким образом, расхождение реальной численности населения с возможной при гиперболическом росте, неизменном в течение миллиона лет, превышает 3,5 млрд. человек. Эта цифра намного больше потерь человечества во время Первой и Второй мировых войн XX столетия. Те потери можно оценить, просуммировав убыль населения мира от 1914 до 1975 года, что даёт 11 млрд. человек*лет. Если принять 45 лет за эффективный возраст, то интегральные потери населения составят 250 млн. человек. В то же время население мира выросло от 1,8 млрд. в 1914 году до 4,1 млрд. к 1975 году и, что замечательно, вернулось на исходную траекторию, демонстрируя необычайную устойчивость гиперболического роста человечества. Во время демографического спада 1914–1950 годов произошёл и финансовый кризис 1929 года. Но на фоне потерь населения вследствие мировых войн выделить демографические потери, связанные собственно с экономическим спадом, было бы трудно.

Следует отметить, что для США мобилизация экономики, вызванная Второй мировой войной, способствовала преодолению последствий экономической депрессии. В 1987 году состоялась памятная для автора встреча с видным американским экономистом Джоном Гэлбрейтом. Ситуацию, когда Рузвельт дал ему «диктаторские полномочия» для управления военной экономикой, он описал так: «Я стал Царём экономики». Однако сразу после победы эта система управления была демонтирована и, как сказал с сожалением Гэлбрейт: «В вашей стране этого не произошло». Потребовалось ещё 50 лет на такую «перестройку». Заметим

в заключение, что вопреки всей либеральной догматике первой реакцией на финансово-экономический кризис стало прямое вмешательство правительства США в экономику. Одним из решений стало банкротство General Motors: как известно, что хорошо для GM, хорошо и для США!

В наше время управление обществом и его социальный и экономический рост вновь вступили в противоречие. Это несоответствие управления и роста, по существу и привело к острому кризису мировой финансовой системы в 2008 году. Ещё в 2006 году автором (см. [3], стр. 164) было замечено:

Вблизи границы устойчивости малые возмущения усиливаются прежде, чем система теряет устойчивость. В системе, охваченной сильными связями, подобной глобальному финансовому рынку, виртуальные деньги, циркулирующие в системе, значительно больше, чем те, которые действительно инвестируются. Большие флуктуации в финансовых системах указывают, что система находится вблизи границы её устойчивости. Введение небольшого налога на эти бесполезные операции, предложенное Тобином, могло вызывать затухание и стабилизировать систему, что, однако, кажется маловероятным, несмотря на то что глобальная спекулятивная финансовая пирамида движется к большому кризису.

Это замечание основано на соображениях об устойчивости сложных сетевых систем. Приведёт ли этот кризис к глубоким потрясениям экономики, спаду производства и массовой безработице или даже к политическому коллапсу, ещё предстоит увидеть. В частности, для отдельных стран развитие кризиса может привести к дальнейшему снижению рождаемости и уменьшению продолжительности жизни. Однако количественный анализ устойчивости развития глобальной демографической системы указывает, что максимум неустойчивости развития уже пройден.

Таким образом, наступающая эпоха стабилизации населения мира с новой структурой времени будет устойчивой. В эту эпоху следует ожидать стремления к *качеству* жизни и развития вместо *количественного* роста, доминировавшего прежде. К таким неожиданным результатам и выводу о том, что ресурсы в целом не ограничивают рост, можно было прийти только исходя из общего анализа динамической модели. Поэтому для автора была так существенна оценка крупного историка В. С. Мясникова и развёрнутый анализ основных положений теории в рецензии под названием «Российский антимальтус» [11]. В будущем,

по мере долговременной стабилизации населения и коренного изменения исторического процесса, можно ожидать демилитаризации мира при уменьшении демографического фактора в глобальной стратегической напряжённости.

Масштаб проблемы, безусловно, требует более детального рассмотрения альтернатив развития на основе комплексной междисциплинарной и международной программы исследований нашего будущего. При этом следует учитывать, что в обозримой перспективе экономический и политический центр сил в Евразии и в мире будет всё больше связан с Востоком, в первую очередь с Китаем и Индией. Из-за быстрого развития этих стран таким образом могут возникнуть условия для потери системной устойчивости. Мир может только полагаться на их политическую мудрость и исторический опыт и надеяться, что они не пойдут по пути Европы в прошлом веке.

Европа останется в активе из-за её прошлого могущества, культурного и научного потенциала. И, наконец, последнее замечание: не приведут ли потрясения, вызванные демографической революцией, к появлению совершенно неожиданных форм развития и действующих лиц на мировой арене? Так или иначе, неизбежна коренная перестройка не только сознания человека и общества, но, вероятно, и природы самого человека в результате процесса его саморазвития и самоорганизации.

12. Россия в глобальном демографическом контексте

Обращаясь к демографическим проблемам России, отметим значение подробного и систематического исследования человеческого потенциала России в аналитической записке «Россия перед лицом демографических вызовов», написанной коллективом авторов под редакцией А.Г. Вишневого и С.Н. Бобылева [32, 33]. Выполненный в рамках Программы развития Организации Объединённых Наций (ПРООН), доклад является вкладом в глобальную сеть ООН в области развития, выступающую за позитивные изменения в жизни людей, за предоставление странам-участницам доступа к источникам знаний, опыту и ресурсам. Эконометрический анализ процессов в рамках программы демографического развития России также дан А.Ю. Шевяковым [34] и коллективом авторов во главе с В.И. Якуниным [35].

Наиболее важные проблемы, стоящие перед Россией, выделены в Послании Президента В. В. Путина к Федеральному собранию 2006 года. На первое место президент поставил кризис рождаемости, заключающийся в том, что в среднем на одну женщину в стране приходится 1,3 ребёнка, — практически на одного меньше необходимого. При таком уровне рождаемости страна даже не может сохранить численность населения, которое в настоящее время в России ежегодно уменьшается на 700 тыс. человек [33]. Но, как мы видели, малая рождаемость сегодня характерна для всех развитых стран, что можно рассматривать как следствие самого демографического перехода. Кроме того, в этих процессах в России значительную роль играют материальные факторы из-за сильного и растущего имущественного расслоения общества. Поэтому, как это следует из мирового опыта, предложенные меры и в том числе материальные пособия могут лишь частично исправить высокую степень неравномерности в распределении доходов в нашей стране, угрожающую в условиях кризиса уже её целостности и безопасности. Наконец, основная и даже главная роль принадлежит моральному кризису в современном развитом мире — кризису системы ценностей. К сожалению, политика в области СМИ ведёт к углублению этой ситуации и усиливает дальнейшую атомизацию, распад сознания общества.

Более того, мы совершенно бездумно импортируем и даже насаждаем представления, только усиливающие раскол семьи и разрыв связей между поколениями, забыв о судьбе детей и молодёжи, что стало существенным фактором в ухудшении демографической ситуации в России. На Рис. 16 и 17 показано, как на протяжении 30 лет, с 1980 до 2010 года, изменялись рождаемость и смертность в России. Графики интересны тем, что они чётко показывают зависимость важнейших демографических изменений от происходящих в стране исторических и социальных процессов при прохождении демографического перехода.

В первой половине 90-х годов, точнее, в 1992 году, кривые чисел родившихся и умерших на графике пересеклись, при этом первая из них продолжала опускаться, а вторая — подниматься. Это явление получило название «Русский крест» (см. Рис. 17). Появление этого «креста» означало, что естественный прирост населения России стал отрицательным. Чистая миграция, увеличивавшая население России, стала сокращаться, и эта тенденция сохраняется по сей день. Сейчас «раствор» «креста» сокращается, и главная причина этого — временно благоприятные возрастные соотношения в населении России. Однако ситуация скоро изме-

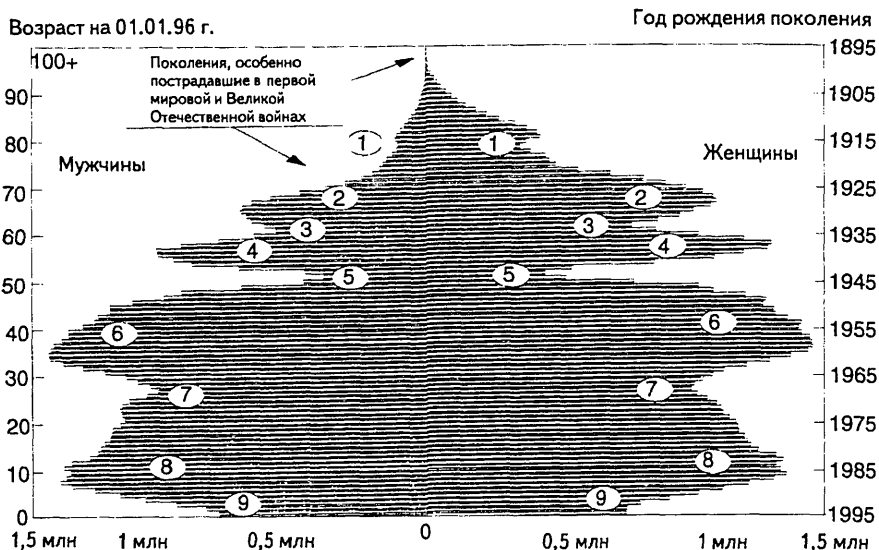


Рис. 16. Возрастная пирамида для России в 1995 году

1 – снижение рождаемости в годы Первой мировой и Гражданской войн; 2 – компенсационное повышение рождаемости после Гражданской войны; 3 – коллективизация, раскулачивание (1928 г.) и голод 1933 г.; 4 – запрещение аборт в 1936 г. и natalistическая политика; 5 – падение рождаемости в Великую Отечественную войну; 6 – рост рождаемости после войны и в «хрущевскую оттепель»; 7 – демографическое эхо Великой Отечественной войны; 8 – новая семейная политика и повышение рождаемости при Горбачеве; 9 – современное понижение рождаемости и второе эхо войны.

няется, поэтому избавление от «русского креста» (впрочем, такой «крест» характерен и для многих других стран — Венгрии, Германии, Латвии, Украины и т.д.) в обозримом будущем маловероятно, тем более что глобальный кризис усиливает эти процессы. Для России существенным фактором стала миграция, которая даёт до половины приращения численности населения.

С возвращением на родину русских страна получает людей, обогащённых опытом других культур. Не менее важен и приток экономических мигрантов из сопредельных стран, которые в основном пополняют рабочий класс. Миграция стала новым и очень динамичным явлением в демографии России, и это несёт свои проблемы. Можно только отметить, что в российском контексте многие из них имеют схо-

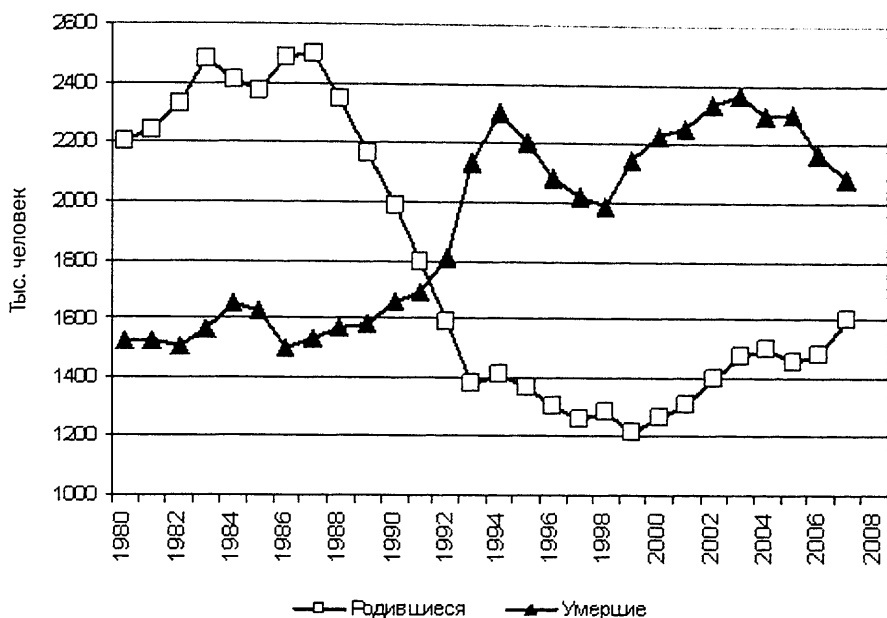


Рис. 17. «Русский крест» — число родившихся и умерших за год жителей России за 30 лет

жий с другими странами характер. Таким образом, происходит замещение коренных этносов новыми, обладающими, как правило, большей плодовитостью [34]. Миграция и подвижность переселяющихся в Россию связана не только с экономическими факторами, но и с относительно высоким образовательным уровнем части мигрантов. Их численность меньше, чем *гастарбайтеров*, занимающихся неквалифицированным трудом, но их роль значима как в экономическом, так и в культурном отношении.

Среди развитых стран Россия выделяется высокой смертностью мужчин. Для них средняя продолжительность жизни составляет 59 лет — практически на 20 лет меньше, чем в Японии и США. Причина — в печальном состоянии системы здравоохранения, которое, несомненно, усугубил бездумный монетаристский подход к организации этой области социальной защиты граждан, а также в крайне недостаточном пенсионном обеспечении граждан страны. В 2008 и 2009 годах значительные средства были направлены на решение указанных проблем, и это

привело к увеличению КСР и увеличению средней продолжительности жизни. Однако наступивший в 2009 году финансовый и экономический кризис, приведший, в частности, в конце 2008 года к росту числа абортов, может помешать этим благоприятным изменениям в демографии России, поэтому существенно сохранить наметившиеся положительные сдвиги в этой области.

Последствием вышеперечисленных процессов стал распад семьи, катастрофический для истории России рост числа беспризорных детей, принявший эпидемические размеры. Это также связано со снижением роли моральных факторов и ценности жизни человека в общественном сознании. Данные процессы сопровождаются ростом алкоголизма и самоубийств, невозможностью самореализации и трудностями адаптации к новым социально-экономическим условиям при растущей безработице, особенно при наступлении финансового кризиса и депрессии в промышленности. В современном мире людям всё труднее справиться со стрессом, пережить экстремальные условия современной жизни, в частности послевоенный синдром — вьетнамский, иракский, афганский или чеченский. Поэтому так дорого обходится проведение «маленькой победоносной войны», — история представляет тому много примеров. Однако в обстановке нарастающего кризиса нельзя исключить и возможность «большой войны», а наличие ядерного оружия во всё большем числе стран придаст такой войне катастрофический характер и возвращает нас к ядерному противостоянию СССР и США времен холодной войны. В те годы произошёл чудовищный рост числа накопленных боеголовок, и потребовались решительные шаги для их сокращения.

Симптоматичны явления, происходящие с языком. При распаде империй и выделении национальных образований языки становятся инструментами национализма. С другой стороны, в результате миграции и глобализации язык засоряется иностранными словами, сленгом. Распад сознания приводит к проникновению в язык ненормативной лексики, клипового строя речи и SMS-письма. Можно, конечно, спорить о том, расценивать это как симптом кризиса или же мы наблюдаем «нормальную» эволюцию языка. Здесь существенна роль и социальная позиция интеллигенции, которая, получив свободу, вообразила, что это освобождает её от ответственности перед обществом за судьбы культуры и языка в критический момент истории нашей страны и мира.

В заключение подчеркнём: при глобальном рассмотрении в первом приближении рост и развитие не ограничены энергетическими ресур-

сами и внешней средой, но это не означает, что данными факторами можно полностью пренебречь. Их учёт возможен во втором приближении, когда следует опираться на модель роста и развития человечества. Однако это не изменит основной вывод о влиянии обобщённого информационного фактора на процессы, протекающие в годы демографической революции, и квадрата численности населения мира как управляющего *параметра порядка*.

13. Основные положения и выводы теории роста

Подведём итоги нашего анализа:

- С момента, когда 5–7 млн. лет назад произошла мутация гена HAR1 F, ответственного за рост мозга, человечество развивалось как единая система, как популяция одного вида *Ното*. Новое качество сознания привело при передаче и умножении информации к новому глобальному механизму развития.
- Коллективное информационное взаимодействие последние 1,6 млн. лет определяло социальную эволюцию человечества. В результате его численность возросла в 100 тыс. раз по сравнению с популяциями подобных человеку по размеру и ареалу обитания животных, не одарённых языком и сознанием.
- Это взаимодействие, пропорциональное квадрату населения Земли, приводит к гиперболическому росту, устремляющемуся в бесконечность в 2020 году. Такое взаимодействие нелинейно, нелокально, и при усреднении вносит память в уравнение роста. Результирующий рост — неравновесный и неравномерный, и эти свойства нарастают по мере развития демографической революции и выражен в растущей бедности бедных при росте богатства plutократии.
- Глобальный квадратичный рост детерминирован и в «большом» устойчив. На это указывают экспоненциально убывающие циклы развития, в полном согласии с той периодичностью, которая установлена историками и антропологами. Однако развитие в «малом», ограниченное в пространстве и времени, неустойчиво и являет все признаки динамического хаоса.
- Течение исторического времени оказывается неравномерным, ускоряясь в режиме с обострением по мере приближения к моменту демографической революции. Поскольку челове-

ство не может больше поддерживать ускорение роста, наступает фазовый переход, и рост прекращается. Так происходит коренная перестройка режима развития человечества — переход к постоянному населению мира ~10 млрд. при возрастающем приоритете качества человека и общества.

- Переход происходит благодаря внутренним процессам кинетики роста, которые определяются продолжительностью репродуктивного возраста порядка 45 лет. Истощение ресурсов или изменения в окружающей среде при всей важности этих факторов не являются определяющими. Фундаментальный сдвиг в парадигме развития в критическое время глобальных перемен оказывает глубокое влияние на все аспекты жизни человечества. Эти внутренние системные факторы, обусловленные развитием, должны быть в фокусе внимания и ответственности мировых и национальных политических кругов и органов управления.

14. Заключение

Исследование и обсуждение глобального демографического процесса привело к открытию информационной природы механизма роста и расширению наших представлений обо всём развитии человечества, включая и современность. Существен вывод о том, что человечество на всём пути неизменного гиперболического роста в целом располагало необходимыми ресурсами и энергией, без чего невозможно было бы достигнуть нынешнего уровня развития. При этом растущий потенциал производительных сил обеспечивал рост, но принципиально не ограничивал его, как это предполагалось в мальтузианских моделях.

Проблема заключается не в ресурсном ограничении, не в глобальном недостатке энергии, а в социальных механизмах управления и распределения знаний, богатства и земли, и особенно остро она проявляется в России. Действительно, как это следует из модели, в мире существуют региональное перенаселение и очевидная бедность, нищета и голод, но это местные, локальные явления, а не результат глобальной нехватки ресурсов. Сравним Индию и Аргентину: площадь Аргентины на 30% меньше площади Индии, население которой почти в 30 раз больше. Однако по своим ресурсам Аргентина могла бы производить достаточно пищи, чтобы прокормить весь мир. В то же время в Индии

производительность сельского хозяйства такова, что собранный урожай в иные годы в два раза превышает потребности. Тем не менее в ряде индийских провинций голодают, так как нет эффективной системы распределения продуктов.

В мире, охваченном глобализацией, проблемы продовольствия, здравоохранения и образования, энергетики и экологии требуют разработки конкретных политических рекомендаций, от которых зависит развитие и безопасность стран и мира в целом. Ведь в современном мире производительные силы достигли такого уровня, что на жизнеобеспечение человечества достаточно 15–20% его рабочей силы. Поэтому происходит перераспределение приоритетов развития, и всё большее значение приобретают культура и наука во всех своих проявлениях. Россия в этой области, благодаря традициям в системе образования, пока обладает значительным заделом, однако существенно отстаёт в развитии и эффективности как сельского хозяйства, так уже и промышленности. От того, насколько успешно она сможет преодолеть это несоответствие, во многом зависит наше будущее. Это определит, какое место займёт наша страна в глобальном мире, в том числе какую роль ей предстоит играть в судьбе сопредельных стран после того, как Россия освободилась от обязательств прошлого. Поэтому в постсоветском пространстве, как и в Европе, можно предвидеть экономическую интеграцию стран, за которой последует взаимодействие в области образования и культуры, без которого нет перспектив развития этого региона.

Во время Великой экономической депрессии в 1929 году Кейнс, обращаясь к внукам, говорил:

Представим себе, что через сто лет мы будем в восемь раз богаче, чем сегодня. Если предположить, что не будет больших войн или значительного роста населения, то экономическая проблема будет решена... это означает, что экономическая проблема не является, если мы заглянем в будущее, неотступной заботой человечества.

«Почему, — вы можете спросить, — это так удивительно?» Это поражает, потому что если мы обратимся к прошлому, то обнаружим, что экономика, борьба за выживание была не только насущной задачей человечества, но была таковой для всего царства живого, с тех пор как в своих самых примитивных формах возникла жизнь. Мы с самого начала развивались в природе со всеми нашими устремлениями и глубокими инстинктами для решения экономических задач. Если же экономические проблемы будут решены, то человечество лишится своей первородной цели. Поэтому я с

ужасом думаю о том, как следует переориентировать привычки и инстинкты обычного человека, которые складывались в его сознании в течение многих поколений и от которых мы теперь просим отказаться за нескольких десятилетий. Выражаясь современным языком, не должны ли мы ожидать «нервного срыва»?

Таким образом, впервые с момента своего появления человек стоит перед вызовом: как использовать свободу от насущных экономических вопросов, как занять досуг, который ему завоевала наука и растущий доход, для того чтобы жить мудро, в согласии и мире...

Будут и другие перемены в других областях, которые несомненно придут, когда накопление богатства перестанет быть общественно значимым, глубокие изменения произойдут и в моральных установках. Мы сможем отбросить многие псевдоморальные принципы, которые преследовали нас в течение двухсот лет, когда мы возвели некоторые наиболее отвратительные свойства человеческой природы в ранг наивысших добродетелей. Жажда денег как средства накопления, в отличие от способа достижения радостей и целей жизни, будет рассматриваться как то, чем она в действительности является, — как болезненная страсть. Как одна из тех полууголовных и полупатологических склонностей, изучение которых с содроганием следует предоставить специалисту по душевным болезням.

Однако не спешите! Время ещё не пришло. Ещё сто лет мы должны убеждать себя и других, что то, что белое — чёрное, а чёрное — белое, а подлое — полезно. Так что алчность, скупость и страх пока ещё остаются нашими божествами [41].

Эти пророческие мысли приходят на ум сегодня, когда предвидение Кейнса становится действительностью — тем будущим, которое уже пришло. Производство энергии уже достигло уровня, указанного Кейнсом, а ряд из рассмотренных выше следствий демографической революции подтверждают предвидения великого экономиста, который многое сделал для преодоления экономического кризиса 1929 года и к наследию которого мы все чаще обращаемся. Быть может, самое существенное то, что проблемы ценностей человека и целей человечества резко обострились.

Анализ роста численности населения позволяет описать суммарный результат всей экономической, социальной и культурной деятельности человечества, что впервые открывает путь к *количественному* пониманию истории. В этом состоит основной результат опыта фундаментального исследования развития человечества и его последствий в предви-

димом будущем, где временной масштаб происходящего определяет переход от хаоса к управлению. Этот подход привёл к необходимости преобразования понятия времени в истории, когда время и развитие оказываются соподчинёнными переменными. Поэтому в данной работе центральное место отведено глобальной кинетике численного роста человечества и принципу демографического императива — тому механизму, к которому мы обращаемся при объяснении процессов в истории, демографии и экономике.

В развитии человечества, как во всякой сложной системе, происходят явления самоорганизации. К каким разнообразным формам приводит самоорганизация в сложной нелинейной системе, видно на примере атмосферы Земли и на снимке, вынесенном на обложку книги. На вращающейся планете регулярная глобальная циркуляция атмосферы порождает громадный антициклон. Он, в свою очередь, окружён облаками разного масштаба, представляющими как упорядоченные структуры, так и хаос явлений в атмосфере, определяющей уже погоду на Земле.

Так и в истории человечества неуклонный рост и развитие сопровождается появлением устойчивой временной структуры эпох (см. Таблицу 2). В рамках развитой теории эта структура рассчитана как последовательность сжимающихся во времени циклов, завершающаяся глобальной демографической революцией и фазовым переходом к новой парадигме развития человечества. С другой стороны, хаос структур, составляющих нашу локальную и изменчивую историю как форму самоорганизации человечества, так же образом развивается и в пространстве. Это приводит, в частности, к появлению стран, где основой идентификации служит такой информационный фактор, как язык. Описание этих процессов потребует как расширения теории, так и обращения к представлениям, выработанным в истории и экономике. Однако в основе неоклассической рыночной экономики лежит представление о квазиравновесном состоянии общества. Но это в корне противоречит тому, что модель гиперболического роста и квадратичного взаимодействия указывает на существенно не равновесное состояние человечества, возрастающее по мере приближения к моменту демографической революции. Это противоречие несомненно требует своего разрешения, поскольку с ним связан, в частности, вопрос о происхождении социально-экономических кризисов. Являются ли они неизбежным результатом хаоса развития, и в чём тогда состоит роль управления развитием?

Иными словами, предлагаемый метод даёт жёсткий скелет количественных представлений о развитии человечества. Однако костям предстоит обрести мускулами и нервами, наконец, найти место для души и мыслей, чтобы полноценно представить образ человечества. В этом хотелось бы надеяться на понимание и сотрудничество с общественными науками. Поэтому изложенный подход должен получить развитие в общественных науках и общественном сознании. Ведь здесь идёт речь как о теории человечества в целом, так и о самых близких к нам обстоятельствах нашей жизни. Поэтому уместно спросить, какое место занимает наука и какова роль и ответственность ученых?

Физики создали оружие, способное уничтожить человечество, — и не пора ли им и обществу понять последствия бездумной гонки вооружений и взять на себя решимость прекратить её, чтобы исключить риск глобальной катастрофы? С другой стороны, предложенные исследования роста населения подобны современной космологии. Этой проблематике посвящено множество работ по фундаментальным проблемам устройства мира, видимого и невидимого, понятого и ещё постигаемого, но ставшего в то же время способом уйти от ответа на вечные вопросы, стоящие перед нами. Развитый же здесь подход может стать естественным шагом к описанию и предвидению, а следовательно, и к активному управлению будущим, в котором в обществе знания ведущая роль принадлежит культуре и науке.

Однако есть ли время на такие размышления и будут ли они востребованы обществом? Или станут ещё одним приютом для плодов раздумий? Предельное сжатие исторического времени приводит к тому, что время виртуальной истории слилось с временем реальной политики. Временем, когда исторический процесс выработки идеологий и достижения экономического равновесия и социальной справедливости, ранее занимавший века и многие поколения, теперь обострился и требует нового осмысления, а не слепого служения прагматизму текущей политики.

Автор понимает возникающие при этом противоречия со многими общепринятыми представлениями, однако его целью было возможно более полное выяснение механизма развития, которое обязано коллективному взаимодействию. Оно основано на потенциале нашего разума, как на индивидуальном уровне, так и на социальном, и выражено в общественном сознании, в культуре и реализуется через обмен информацией

и образованием. Именно это принципиально отличает нас от животных с их врождёнными инстинктами.

Новый подход к глобальным проблемам должен опираться на сотрудничество ученых, обладающих необходимым интеллектуальным потенциалом, принадлежащих разным традициям, обладающих разным социальным опытом. В поисках нового синтеза как основы новой политики следует, в частности, возродить традиции междисциплинарных исследований и в русской науке. Поэтому ответом на вызов времени, приоритетной задачей мировой науки, системы образования и СМИ должны стать комплексные исследования на междисциплинарной основе. Это потребует новой инициативы для международного сотрудничества, действенной пропаганды представлений о глобальных проблемах, в том числе и в самой системе ООН.

Таким образом, более глубокий анализ системных процессов и расширение понятийного пространства анализа должны стать основой нашего понимания в уникальную эпоху величайшего кризиса за всю историю человечества. На это неотвратимо указывают как история, так и динамика роста населения Земли. Эти процессы очень стремительны, изменения происходят за время одного или двух поколений, в отличие от более медленных изменений климата и экологии, оказавшихся в центре внимания политиков. Поэтому сегодня такому социальному заказу из будущего должна отвечать система исследований, организация науки и образования, прежде всего для воспитания наиболее способных и ответственных членов общества, выработки новых представлений в науках об обществе и современного миропонимания.

В заключение заметим, что обсуждение разных аспектов истории показывает всё многообразие влияния информации и знаний на развитие человечества, которое с самого начала было самоорганизующимся информационным обществом. Однако решение проблем развития и устойчивости роста, как глобальное, так и в масштабе страны, невозможно без координации усилий, без политической воли. При этом для достижения эффективности экономики при управлении ростом должны быть использованы стохастические и локальные рыночные механизмы. То же относится к культивированию системы ценностей, когда можно предвидеть более активное вмешательство и гражданского общества, и государства в стихию хаоса и частные интересы, доминирующие в массмедийной системе. Для России архиважно сохранение традиций и развитие наших позиций в системе образования, показавшей свою

состоятельность в эпоху перемен. Это в первую очередь связано с приматом понимания как цели образования, а не накопления знаний, которые все быстрее обесцениваются.

Значимым фактором является геополитическое пространство, где для России естественной ареной служит Евразийский суперконтинент. При сохранении давних связей с Европой для нас, учитывая растущее значение потенциала и традиций Китая и Индии, восточное направление становится приоритетным вектором развития — не даром наш герб увенчан двуглавым орлом. При этом науке и культуре принадлежит роль политических факторов, выражающих диктат демографического императива в глобальном развитии человечества. С этим связаны надежды России и человечества, а также основания для исторического оптимизма по поводу выхода из кризиса, вызванного эпохой глобальной демографической революции, в которой нам довелось жить. Ибо «Блажен, кто посетил сей мир в его минуты роковые...»

...

История человечества подобна судьбе человека, который пережил бурную молодость, время приключений и поисков, учился, воевал, обогащался и, наконец, женится, обретает семью и покой. Эта тема в мировой литературе существует со времен Гомера и сказок «Тысячи и одной ночи», Святого Августина, Стендаля и Толстого: как и в живой природе, развитие особи повторяет эволюцию вида. Быть может, теперь и человечеству после драматических времён роста и перемен предстоит одуматься и успокоиться. Только будущее это покажет, и ждать его не придётся долго.

III. Очерк теории роста человечества

15. Теория роста населения Земли

Население мира $N(T)$ будет описываться функцией от времени T , определяющей состояние демографической системы Земли. Тогда *параметром порядка* — ведущей переменной, подчиняющей все остальные переменные, станет полное число людей N . Таким образом, в этом приближенном функциональном соотношении не учитывается ни распределение населения на нашей планете, ни его экономическое и возрастное состояние или расовый и национальный состав. Сам процесс роста также будет рассматриваться на значительном интервале времени T — большом числе поколений. Иными словами, мы будем рассматривать усреднённые значения переменных и усреднённые функции. Этим, в частности, вносится в уравнения память о прошлом, определяемая временем усреднения переменных.

Такое выделение главных переменных N и T и их усреднение характерно для системного подхода. Оно получило развитие в синергетике и лежит в основе асимптотических методов, разработанных для решения задач большой сложности, появляющихся при рассмотрении систем со многими степенями свободы. Существенно, что эти переменные, которые представляют все социально значимые факторы возраста и пола, образования и развития, доходов и т.д., описываются статистическими распределениями. Поэтому, когда рассматриваются такие многофакторные проблемы, можно полагать, что в известных пределах развитие системы статистически стационарно, и потому происходит динамически самоподобно. Это сильное предположение означает, что остаются неизменными пропорции между относительными изменениями времени и населения.

Смысл этой основной гипотезы автомодельности состоит в том, что утверждается постоянство относительной скорости изменения системы, аналогично принципу инерции. В таком случае можно показать, что такой самоподобный рост должен описываться степенной функцией без характерного параметра, такого как масштаб времени. Такие процессы обладают масштабной инвариантностью — скейлингом, подобно развитой турбулентности в потоке жидкости. Эти понятия мало знакомы историкам и обществоведам, однако они должны помочь в расширении образов, которыми мы описываем исторический процесс.

Выше показано, как данные демографии приводят к формуле:

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

Это выражение как степенная функция обладает масштабной инвариантностью — отсутствием собственного масштаба времени, свойством, открытым Эйлером и указывающим на автомодельность роста. В нашей задаче о росте населения эта формула является лишь первым приближением. Как асимптотическое выражение оно ограничено областью применения, и задача теории в первую очередь состоит в установлении этих пределов как вблизи особенности, когда эта функция устремляется в бесконечность, так и в далёком прошлом, когда её уменьшение происходит слишком медленно. Иными словами, асимптотика ограничена в прошлом нулём, в настоящее время — полюсом.

Чтобы описать переход, следует учесть время, характеризующее внутренние процессы и определяемое продолжительностью жизни человека и его репродуктивной деятельностью. Эти факторы при прохождении через демографический переход ограничивают скорость роста по мере приближения к моменту, когда скорость роста приближается к своему пределу. Для этого следует обратиться к выражению для скорости роста в зависимости от времени, продифференцировав (1):

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

и затем ввести в это расходящееся выражение характерное время τ , ограничивающее скорость роста:

$$\frac{dN}{dT} = \frac{C}{(T_1 - T)^2 + \tau^2} \quad (3)$$

Этот приём может показаться произвольным шагом, однако полученное выражение очень хорошо описывает глобальный демографический переход. Так мы обратились к методам теоретической физики, которые развиты для регуляризации расходимости, появившейся при анализе демографического перехода.

Интегрируя (3), получим выражение для описания перехода:

$$N = \frac{C}{\tau} \cot^{-1} \left(\frac{T_1 - T}{\tau} \right). \quad (4)$$

При обращении к последним данным демографии были получены уточненные значения постоянных, что учтено в последующих вычислениях: $C = 163 \cdot 10^9$, $T_1 = 1995$ г., $\tau = 45$ лет и безразмерное число

$$K = \sqrt{C/\tau} = 60\,000. \quad (5)$$

Из-за введения конечного τ полюс в T_1 сдвигается к новому значению $T_1 = 1995$ г., которое принято при расчётах, описывающих как демографический переход, так и рост населения мира за пределы T_1 в выражении (4) (см. Таблицу 1).

В недалёком прошлом выражение (4) асимптотически непосредственно переходит в автомодельный гиперболический рост (1). Однако применительно к очень далёкому прошлому скорость роста должна быть ограничена снизу. Этого предположения достаточно для того, чтобы приписать далёкому прошлому линейный рост, при котором в первом приближении скорость роста не может быть меньше появления одного гоминида за характерное время τ , пока численность населения не достигает порядка 100 тыс. В популяционной генетике — число K , характерное для численности стабильного вида, биологически подобного человеку, и именно с числа K 1,6 млн. лет назад начинается квадратичный рост, который с тех пор становится доминирующим до эпохи перехода.

Величина K определяет не только масштаб численности человечества в начальной эпохе роста, но также даёт оценку численности когерентной группы людей или племени — самодостаточной единицы населения. Как большой параметр задачи постоянная K определяет все соотношения между населением и длительностью процессов роста, а значительная величина константы K приводит к высокой эффективности асимптотических решений [14, 15]. В результате скорость роста населения Земли определяется нелинейным автономным дифференциальным уравнением:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{N^2}{K^2}, \quad (6)$$

где время $t = T/\tau$ выражено в единицах времени τ и в решениях уравнения (6) отсчитывается от момента прохождения через демографи-

ческий переход T_1 . Это характерное время одинаково для фазовых переходов в прошлом и настоящем. Сделанные предположения упрощают задачу, сводя всё к одной переменной $N(t)$, рост которой зависит от состояния системы N в момент времени t . Формула роста (6) выражает природу того коллективного нелинейного взаимодействия, которое ответственно за рост человечества в эпоху его взрывного развития между двумя сингулярностями, когда реализуется промежуточная асимптотика, предложенная Баренблаттом [14]. В уравнении для усреднённых переменных t и N скорость роста приравнена к развитию, которое равно квадрату численности населения мира как меры системной сложности, выражающей информационное коллективное взаимодействие. Его можно рассматривать как результат парного взаимодействия N человек, или $n = N/K$ групп, а также как эффективное поле, феноменологически определяющее рост.

Полное решение для роста человечества описывается промежуточной асимптотикой в течение трёх эпох. Первая эпоха антропогенеза начинается с линейного роста с указанной выше минимальной скоростью. Когда население достигает величины порядка 100 тыс., наступает эпоха В взрывного роста со скоростью, пропорциональной квадрату населения Земли. Начиная с этого момента, человек заселяет всю планету. Когда скорость квадратичного роста достигла своего предела при удвоении за характерное время τ , наступил мировой демографический переход в эпоху С стабилизации населения мира. В результате на основании (3) максимальная абсолютная скорость глобального роста во время демографического перехода равна:

$$\left(\frac{dN}{dT}\right)_1 = \frac{K^2}{\tau} = 80 \text{ млн. в год} \quad (7)$$

при относительном росте:

$$\left(\frac{dN}{dT}\right)_1 = \frac{2}{\pi\tau} = 1,40\% \text{ в год}, \quad (8)$$

достигнутом в 1995 году, что согласуется с данными ООН, но даёт несколько меньшее значение для абсолютной скорости роста при сравнении с Таблицей 1 (см. Рис. 18).

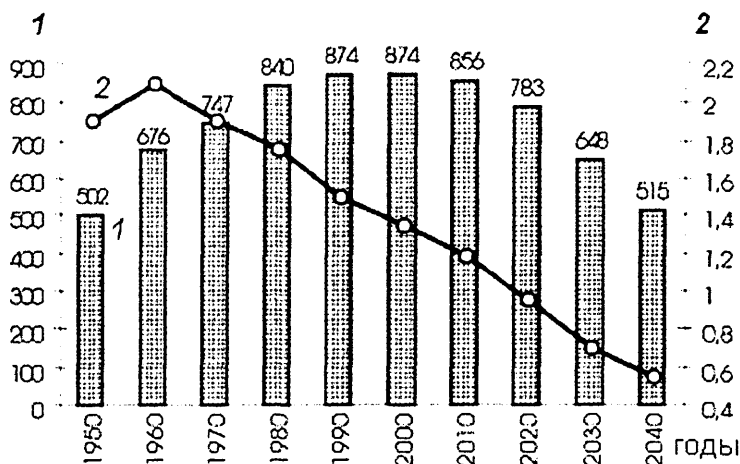


Рис. 18. Мировой демографический переход вблизи 2000 г. (данные ООН)

1 — абсолютный прирост населения, усреднённый за декаду, млн.,
2 — относительный прирост % в год.

Население нашей планеты в этот критический момент перехода T_1 равно:

$$N_1 = \pi K^2 / 2 = 5680 \text{ млн.} \quad (9)$$

На основе этих выражений легко определить предел N_∞ , в два раза больший, чем N_1 , к которому в эпоху С асимптотически стремится население Земли:

$$N_\infty = 2N = \pi K^2 = 11360 \text{ млн.} \quad (10)$$

В рамках сделанных предположений это число представляет верхнюю оценку населения Земли в предвидимом будущем. Таким образом, глобальное взаимодействие приводит к ускорению и синхронизации процессов, и на заключительной стадии демографического перехода — к сужению перехода и тем самым к снижению предела для населения Земли. Этот вывод согласуется с эмпирическими наблюдениями демографов. Рассмотрение $N(T)$ как аналитической функции указывает на асимптотическое поведение при $T \rightarrow \infty$, когда $N \rightarrow \infty$ в предположении

об отсутствии особенностей — полюсов или нулей в обозримом будущем. Появление полюса означает в асимптотике стремление к бесконечности, а нуля — к уменьшению населения. Всё развитие человечества заключено в пределах этих главных сингулярностей роста — вывод, который указывает на стабилизацию населения мира в предвидимом будущем.

Начальный линейный рост даёт оценку времени для эпохи антропогенеза — критической сингулярности в начале предыстории человечества, которая случилась:

$$T_0 - T_1 = \pi/2 \cdot K\tau = -\tau \sqrt{\pi N_1/2} = 4,2 \text{ млн. лет назад}, \quad (11)$$

если использовать известное значение N_1 и одно и то же значение $\tau = 45$ лет для сингулярности в далёком прошлом и настоящем. Несмотря на сделанные упрощения, данная оценка вполне согласуется с оценками времени T_0 в антропологии.

Представляет интерес определить полное число людей, живших на Земле. Если переставить переменные в (6) и проинтегрировать:

$$P_{0,1} = \int_{t_0}^{t_1} N dt = K^2 \int_K^{K^2} d \ln N = K^2 \ln K, \quad (12)$$

то получим число людей, живших от T_0 до нашего времени T_1 . В оценках других авторов длительность поколения принята равной 20 годам, что ведёт к оценке $P_{0,1} = 106$ млрд. [10]. Поэтому необходимо ввести в (12) множитель $45/20 = 2,25$:

$$P_{0,1} = 2,25 K^2 \ln K = 90 \text{ млрд.} \quad (13)$$

Таким образом, в течение каждого из $\ln K = 11,00$ выделенных периодов жило по $2,25 K^2 = 8$ млрд. людей. Это число является инвариантным для числа людей, живших в экспоненциально сокращающихся циклах, а $1 + \ln K = 12$ указывает на число циклов.

Циклы можно получить, обобщая решение (6) в область комплексных переменных или просуммировав экспоненциально сокращающиеся циклы:

$$\Delta T = K\tau \exp(-\theta), \quad (14)$$

где $\theta = |\ln t|$ — номер цикла, и определить длительность развития при $K \gg 1$:

$$T_1 - T_0 = K\tau \sum_0^{\ln K} \exp(-\theta) = K\tau [\exp 0 + \exp(-1) + \exp(-2) + \dots + \exp(-\ln K)] \cong \frac{e}{e-1} K\tau = 1,582 K\tau \quad (15)$$

и сравнить её с (11), где длительность равна $T_0 - T_1 = \pi/2 \cdot K\tau = 1,571 K\tau$.

В первом случае рост суммируется по гиперболической траектории, во втором — по росту в эпоху антропогенеза (4) — $N = K \tan t/K$. Демографические циклы определяют периодичность развития всего человечества за 4–5 млн. лет, включая проходящий по гиперболическому закону рост от конца антропогенеза до наших дней.

Для дальнейшего обзора результатов перейдём к переменной $n = N/K$:

$$\frac{dn}{dt} = \frac{n^2 + 1}{K}, \quad n = -\cot \frac{t}{K} \quad (16a)$$

$$\frac{dn}{dt} = \frac{n^2}{K}, \quad nt = -K \quad (16b)$$

$$\frac{dn}{dt} = \frac{K}{t^2 + 1}, \quad n = -K \cot^{-1} t \quad (16c)$$

$$\frac{dt}{dn} = \frac{t^2 + 1}{K}, \quad t = -\cot \frac{n}{K} \quad (16d)$$

когда мерой численности становится K . Тогда уравнения для роста приобретают симметричный вид, и видно сопряжение переменных n и t . Смена зависимой переменной в (16a) и (16d) видна при прохождении перехода, когда n становится независимой переменной вместо времени t , что выражено в уравнении роста (3).

Рост населения можно иллюстрировать геометрическим построением функции тангенса:

$$\tan \varphi = \frac{AB}{OA} = \frac{N}{K} = n, \quad (17)$$

где угол $\Delta\varphi = \tau$ отображает течение времени, а приращение населения $\Delta N = 1$ (Рис. 19).



Рис. 19. Построение функции тангенса, показывающее пределы асимптотик роста

Линейный рост будет продолжаться до $\varphi_{AB} = K\tau$ и $N_B = K \tan l$ в точке В на касательной АС. Дальнейший рост $N = K(\pi/2 - \varphi)^{-1}$ будет проходить по гиперболе, при которой время асимптотически стремится к $\pi/2$, а население достигнет значения $N_c = K^2$. Когда система приближается к моменту особенности, то от уравнения (16а) следует переходить к уравнению (16d), чтобы описать рост при прохождении особенности при переходе к эпохе С. Построение показывает, что после перехода от линейного роста к гиперболическому на эпоху В остаётся в два раза меньше времени, чем на начальную эпоху А. Вывод этого соотношения для всей эпохи В дан ниже.

График на Рис. 19 построен при $K = 7$, когда время от T_0 до T_1 разделено на 11 интервалов, и поскольку $\pi/2 = 11/7$, то $N_c = K^2 = 49$. Однако даже при таком малом значении K , когда $\ln K = \ln 7 = 1,95$, можно получить хорошую оценку для числа демографических циклов $1 + \ln K \approx 3$. Таким образом, нулевой цикл антропогенеза продолжался 7 единиц времени, первый цикл длился 3 и последний — 1 единицу времени. Это построение показывает, как дискретность времени и населения приводит к появлению периодичности роста, выраженной в демографических циклах как главных эпохах развития человечества.

Линейный рост описывает поведение системы вблизи начальной сингулярности роста, начинающейся с $N_0 = 1$ и положительных значений N . Далее следует рост по гиперболе, и в конце — сингулярность демографического взрыва. Построение, когда переменные n и t при прохождении перехода меняются местами, мы оставляем читателю.

На Рис. 20 показаны функции, описывающие рост системы при $K = 1$, которые появляются при построении решения АВС, начинающегося с сингулярности в эпоху А, переходящего затем в эпоху В гиперболического роста и завершающегося эпохой С. Асимптотический переход

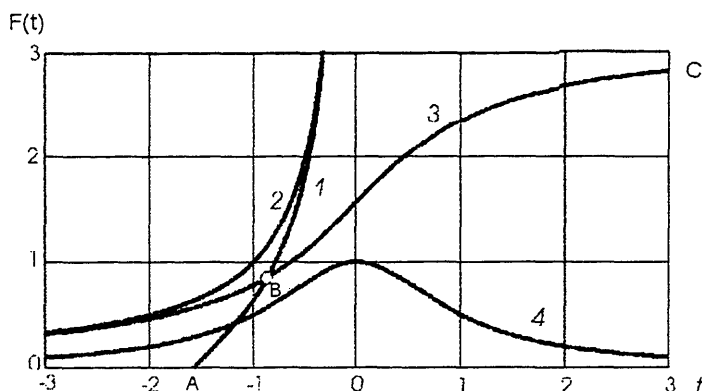


Рис. 20. Функции $F(t)$, описывающие рост:

$$(1) - \cot t, \quad (2) - \frac{-1}{t}, \quad (3) - \cot^{-1} t, \quad (4) - \frac{1}{t^2 + 1}$$

решений, описывающих рост в начале развития и на его конечном участке, получим, обратившись к рядам для функции $\cot(t/K)$ и $\cot^{-1}(t/K)$:

$$n = \cot\left(\frac{t}{K}\right) = -\frac{K}{t} \left(1 - \frac{1}{3t^2} + \frac{1}{5t^4} - \dots\right), \quad t^2 \geq 1 \quad (18a)$$

$$n = \cot^{-1}\left(\frac{t}{K}\right) = -\frac{K}{t} \left(1 - \frac{t^2}{3K^2} - \frac{t^4}{45K^4} - \dots\right), \quad t^2 \leq \pi K^2 \quad (18b)$$

Эти функции AB и BC пересекаются в точке B , посередине роста при логарифмическом представлении времени между T_0 и T_1 , соответствующей наступлению неолита:

$$t_{1/2} = -\sqrt{K} \quad \text{и} \quad N_{1/2} = K\sqrt{K}, \quad (19)$$

пересекаясь под малым углом $2/(3K)$ практически гладко при больших значениях K .

Очевидно, что решение можно строить, отсчитывая время от T_0 — эпохи A , начинающейся в точке A при $t=0$. Исключив t из (16с), получим одно автономное дифференциальное уравнение, описывающее рост в зависимости от состояния системы, которое определяется населением Земли, где последний член добавлен, чтобы в эпоху антропогенеза линейный рост был бы не меньше одного гоминида при $\Delta t = \tau$:

$$\frac{dn}{dt} = K \sin^2\left(\frac{n}{K}\right) + \frac{1}{K} \quad (20)$$

Интегрируя (20) при начальных условиях $t_0 = n = 0$ и значениях $K > 1$, получим:

$$\tan \frac{n}{K} = \frac{1}{K} \tan \frac{t}{K}. \quad (21)$$

Это решение показывает симметрию переменных N и T — населения и времени. Для развития в течение эпохи В вдали от особенностей роста это выражено в (16b) и следует из сложности причинных связей в рамках развитых представлений о нелинейной динамике глобальной системы населения нашей планеты.

Чтобы выяснить устойчивость развития, следует обратиться к уравнению роста человечества (20). На основании (15) в линейном приближении устойчивость роста к возмущениям:

$$\delta N = \delta N_0 \exp(\lambda t) \quad (22)$$

определит показатель Ляпунова λ развития неустойчивости в системе населения:

$$\lambda = \frac{\partial}{\partial n} \left(\frac{dn}{dt} \right) = \sin \left(\frac{2n}{K} \right). \quad (23)$$

По этому критерию при $\lambda > 0$ движение неустойчиво до перехода при T_1 . Только после него развитие системы становится асимптотически устойчивым и остаётся таким впредь. Отметим, что в этих решениях значения констант роста K и τ не эволюционируют. Более полное определение устойчивости потребует введения распределений для n и τ и обращения к методам статистической физики при обобщении развитой выше модели. Максимальная неустойчивость при значении $\lambda = 1$ приходится на 1950 год и соответствует минимальной скорости прироста населения на рис. 5.

При гиперболическом росте мгновенное значение экспоненциального роста:

$$T_e = \left(\frac{1}{N} \frac{dN}{dT} \right)^{-1} = T_1 - T \quad (24)$$

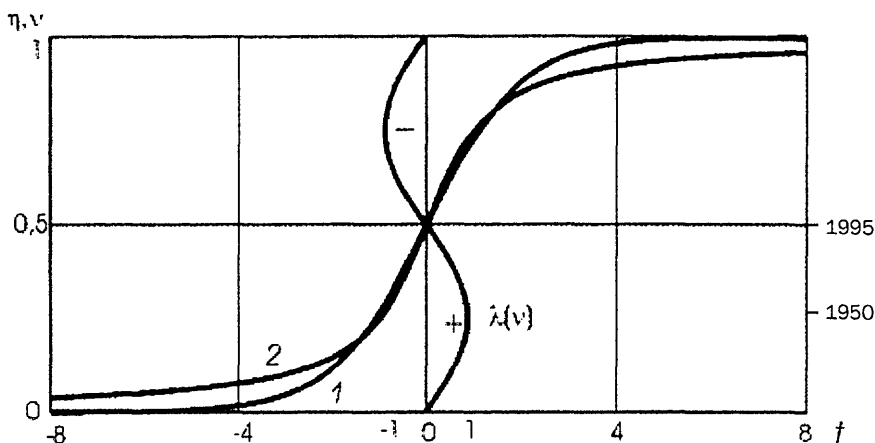


Рис. 21. Переходные процессы и устойчивость роста в линейном приближении

- 1 — логистический переход $\nu = 1/(1 + e^{-t})$;
 2 — демографический переход $\eta = 1/\pi \cdot \cot^{-1} t$ и $\lambda(\nu)$

равно древности, что и определяет скорость процессов развития в момент времени T . В гиперболической хронологии мгновенный экспоненциальный масштаб времени роста линейной неустойчивости по Ляпунову зависит от древности, и до демографического перехода равен удвоенному времени роста неустойчивости:

$$T_e = 2\tau/\lambda. \quad (25)$$

Однако само наличие выделенных антропологами и историками демографических циклов указывает на глобальную устойчивость с малыми отклонениями системы от предельной траектории роста.

Наконец, из (15) следует, что после каждого цикла до демографического перехода остаётся приблизительно половина времени от длительности предшествующего цикла:

$$\frac{e}{e-1} - 1 = \frac{1}{e-1} = 0,583 \approx 0,5, \quad (26)$$

что вполне подтверждается данными истории и антропологии (см. Таблицу 2).

...

Представленная модель роста по существу является теорией развития человечества. Несмотря на все упрощения, она описывает все основные процессы роста и базируется на представлении о феноменологическом нелинейном квадратичном взаимодействии, ответственном за наше развитие. Это опирается на предположение об информационной природе коллективного взаимодействия, обязанной сознанию и языку человека — важнейшему отличию вида *Ното* от всех животных.

Изложенная выше количественная теория основана на асимптотическом подходе к описанию сложных систем. Асимптотические решения для нелинейных задач, как заметил Я. Б. Зельдович, приобретают то же значение, что и частные решения для линейных задач, где действует принцип суперпозиции [14]. В нашей задаче развитие рассматривается как автомодельные решения, имеющие асимптотический характер. При этом значение некоторых параметров оказывается несущественным, подобно тому как в частных решениях линейных задач происходит вырождение по некоторым параметрам. Так, например, частота гармонических колебаний в линейном приближении не зависит от их амплитуды. Эти обстоятельства позволяют в определённых пределах упростить задачу.

В нашем случае эта независимость от пространственного распределения населения даёт возможность перейти от уравнений в частных производных к обыкновенным дифференциальным уравнениям. Так, в первом приближении перемещение — миграция населения при конечной по размерам Земле не влияет на полное число людей.

Наличие сингулярностей позволяет описать взрывной характер роста как режим с обострением который в первом приближении доминирует в развитии человечества. Введение характерного времени человека позволяет описать временную структуру всей истории человечества, в которой существенным оказывается понятие длительности исторических процессов. Это выражено в том, что историю следует рассматривать в логарифмически преобразованном времени, согласно наблюдениям самих антропологов и историков. При анализе развития человечества значительный интерес представляют также нелинейные явления самоорганизации.

Изложенная теория последовательно и с большой полнотой описывает глобальное развитие человечества. В приближении промежуточной асимптотики мы приходим к парадоксальному выводу, что ресурсы,

поддерживая развитие, непосредственно не влияют на устойчивые процессы глобального роста. Поэтому текущее наступление демографической революции и последующий переход к стабилизации населения мира обязаны внутренним процессам, выраженным в принципе демографического императива, и не определяются внешними ресурсами или доступностью территорий.

В демографической проблематике, несомненно, открывается обширное поле для исследования во всеоружии современных методов статистической физики, теории фазовых переходов и неравновесных систем. Более того, эти задачи во многом подобны задачам космологии. Но они гораздо ближе к нам, поскольку имеют огромное значение для фундаментального понимания истории и экономики. Поэтому выразим уверенность, что эта проблематика приведёт к развитию своего места и методов в теоретической физике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Капица С. П., Курдюмов С. П. и Малинецкий Г. Г.** Синергетика и прогнозы будущего. М.: Наука, 1997.
2. **Капица С. П.** Общая теория роста человечества. М.: Наука, 1999.
3. **Kapitza S. P.** Global Population Blow up and After. The demographic revolution and information society. A Report to the Club of Rome. Hamburg: Global Marshall Plan Initiative. Moscow: Tolleranza, 2007.
4. **Медоуз Д.** и др. Пределы роста. М.: ИКЦ, 1990.
5. **Ясперс К.** Смысл и назначение истории. 2-е изд. М.: Республика, 1994.
6. **Braudel F.** On History. Chicago: University of Chicago Press, 1980.
7. **Бродель Ф.** Материальная цивилизация, экономика и капитализм XV–XVIII вв.: В 3 т. М.: Весь Мир, 2007.
8. **Конрад Н. Е.** Запад и Восток. 2-е изд. М., 1972.
9. **Дьяконов И. М.** Пути истории. От древнейшего человека до наших дней. М.: Восточная литература, 1995.
10. **Гиббон Э.** История упадка и разрушения Римской империи. СПб.: Наука, 2000.
11. **Мясников В. С.** Российский анти-мальтус. Вестник Российской Академии Наук. № 7. 2000.
12. **Fucuyama F.** The End of History and the Last Man. New York: 1992.
13. **Шкловский И. С.** Вселенная, жизнь, разум. 6-е издание. М.: Наука, 1987.
14. **Баренблатт Г. И.** Подобие, автомодельность, промежуточная асимптотика. Предисловие Я. Б. Зельдовича. М.: Наука, 1985.
15. **Баренблатт Г. И.** Автомодельные явления — анализ размерностей и скейлинг. Долгопрудный: Интеллект, 2009.
16. **Самарский А. А., Галактионов В. А., Курдюмов С. П. и Михайлов А. П.** Режимы с обострением в задачах для квазилинейных параболических уравнений. М.: Наука, 1987.
17. Режимы с обострением. Эволюция идеи. Под ред. Г. Г. Малинецкого. М.: Наука, 1999.
18. **Хакен Г.** Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир, 1985.
19. **Поллард К.** Что нас делает людьми? В мире науки. № 7. 2009.
20. **Манелис Г. Б.** Частное сообщение.
21. **Chesnais J. C.** The Demographic Transition. Stages, Patterns and Economic Implications. Translated from French. Oxford: Oxford university press, 1992.
22. **Cohen J.** How many People can the World Support? New York: Norton, 1995.
23. **Lutz W.** with foreword by N. Keyfitz. The future population of the world. What can we assume today. Heilig: How many people can the Earth feed? L. IASA: Earthscan Press, 1994.
24. **Haub C.** Population Reference Bureau. Washington D. C., 2003.
25. **Савельева И. М. и Полетаев А. В.** История и время: в поисках утраченного. М.: Языки русской культуры, 1997.
26. **Ньютон И.** Математические начала натуральной философии, с примечаниями и пояснениями А. Н. Крылова. Крылов А. Н. Собр. трудов, т. 7. М.– Л.: АН СССР, 1936.
27. **Хокинг С.** От большого взрыва до черных дыр, или Краткая история времени. М.: Мир, 1990.
28. **Пригожин И., Стенгерс И.** Время, хаос, квант. К решению парадокса времени. М.: УРСС, 2003.

29. **Petit J. R., Kapitza A. P.** et al. Climate change and atmospheric history of the past 420 000 years from Vostok ice core. «Nature», vol.399, pp.429–436, 1999.
30. Culture matters. How values shape human progress. Eds. L. E. Harrison and S. P. Huntington. New York: Basic Books, 2000.
31. К обществам знания. Всемирный доклад ЮНЕСКО. Редактор Дж. Биндэ. Предисловие Генерального директора ЮНЕСКО К. Мацуура. Париж, ЮНЕСКО, 2005.
32. Демографическая модернизация России, 1900–2000 гг. Под ред. А. Г. Вишневого. М.: АСТ, 2005.
33. Россия перед лицом демографических вызовов. Доклад о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации. Под ред. А. Г. Вишневого и С. Н. Бобылева. М.: UNDP, 2008.
34. **Шевяков А. Ю.** Социально-экономические аспекты решения демографических проблем в системе стратегического развития России. М.: Институт социально-экономических проблем народонаселения РАН, 2007.
35. Государственная политика вывода России из демографического кризиса. Ред. В. И. Якунин. М.: 2007.
36. **Кеннеди П.** Готовясь к XXI веку. Пер. с англ. М., 2005.
37. **Докинз Р.** Бог как иллюзия. Пер. с англ. М.: Колибри, 2008.
38. **Сорос Дж.** Эпоха ошибок. Мир на пороге глобального кризиса. М: Альпина Бизнес Букс, 2008.
39. **Bacevich A.** Limits of power. The end of American exceptionalism. N. Y.: Macmillan, 2008.
40. **Кейнс Д. М.** Экономические последствия Версальского мира. М., 1922.
41. **Keynes J. M.** Economic possibilities for our grandchildren. In Essays in persuasion. London: Macmillan, 1933.
42. **Ловинс А., Ловинс Х., и фон Вайцзекер Э.** Фактор четырех. Удвоение доходов и уменьшение затрат на ресурсы. Ред. Г. А. Месяц. М.: Наука, 2000.
43. World energy assessment report. Ed. J. Goldemberg, UN Development programme. World energy council, 2000.
44. **Holdren J.** Population and the energy problem. Population and environment. Journal. of interdisciplinary studies. 12, № 3, 231–255, 1991.
45. **Smil V.** Energy at the crossroads. Global perspectives and uncertainties. MIT Press, 2003.
46. **Бьюкенен П. Дж.** Смерть Запада. Чем вымирание населения и усиление иммиграции угрожает нашей стране и цивилизации. М: «АСТ», 2004.
47. **Шпенглер О.** Закат Европы. М: Мысль, 1993.
48. **Римашевская Н. М., Галецкий В. Ф., А. А. Овсянникова, др.** Население и глобализация. М: Наука, 2002.
49. **Keller E. F.** Organisms, machines, and thunderstorms: A history of self-organization. Part two. Complexity, emergence, and stable attractors. HSNS, 39, № 1, pp. 1–31, 2009.
50. **World fact book – 2009.** Washington D. C., 2009.
51. **Kung H.** Weltethik, 1999.
52. **Скидельски Р.** Джон Мейнард Кейнс. 1883–1946. Экономист, философ, государственный деятель. Т 1–2. М: Московская школа политических исследований, 2005.
53. Глобалистика. Международный междисциплинарный энциклопедический словарь. Гл. Ред. И. И. Мазур, А. Н. Чумаков. М.– СПб.– ИЦ «Елима», ИД «Питер», 2006.

Отклики на исследования С. П. Капицы по «Общей теории роста человечества»

Полная и убедительная теория, развитая Сергеем Капицей, открывает путь к новому и объективному пониманию глобальных проблем, стоящих перед человечеством.

Лауреат Нобелевской премии, Академик Жорес Алферов
Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург

Необычайная элегантность новой парадигмы Сергея Капицы объединяет ценности человека и культуру, с «демографическим роком» подчёркивая, что истина и красота суть две стороны одной медали. Это существенный прорыв, который коренным образом повлияет на всю современную дискуссию о росте и перспективах человечества.

Профессор Михайло Месарович
Восточный Университет Кейс Резерв, Кливленд, США

Блестящий трактат по популяционной динамике, основанный на строгом математическом анализе.

Профессор Эрнст Ульрих фон Вайцзекер
Декан Школы экологии, Университет Санта Барбара, США

Только один автор с его широким и уникальным опытом популяризации науки мог развить в такой оригинальной форме теорию популяционной динамики, в которой строгость и доходчивость идут рука об руку. Я полностью разделяю подход к развитию через культуру, когда каждый человек обладает уникальной способностью мыслить и творить. Эта отличительная черта делает поведение непредсказуемым, что вселяет надежду на будущее.

Профессор Федерико Майор
Генеральный директор ЮНЕСКО (1987–1999), Испания

Анализ, проведённый Сергеем Капицей, показал, что человечеству предстоит пройти глубокий переход. Мы его несомненно преодолеем, но предвидение перемен поможет нам ответить на их вызов. Однако к чему приведёт наше развитие?

Профессор Франц-Йозеф Радермахер
Университет Ульма, Ульм, Германия

Одним из важнейших достоинств этой работы С.П. Капицы является то, что он не только заявляет об особой ценности рассмотрения всего населения мира как «единого объекта», единой системы, но и успешно реализует этот принцип в своих исследованиях и прогнозах.

Академик РАН Андрей Кокошин
Декан Факультета мировой политики, МГУ

Открытие в социально-гуманитарных науках всегда событие. К таким событиям относится и книга профессора С.П. Капицы, посвящённая проблеме роста народонаселения планеты. Автор открыл закономерности этого роста и построил эффективную модель изменения населения планеты. Самое удивительное, что открытия профессором С.П. Капицей закономерности действуют на всех этапах человеческой истории, от первобытных времен до наших дней. Его прогноз планетарной демографической ситуации приводит к ряду важнейших следствий социокультурного, экономического и политического характера.

Академик Вячеслав Стёпин
Академик-секретарь Отделения философии, социологии, психологии и права РАН

Никитский клуб

Н62 Цикл публичных дискуссий

«Россия в глобальном контексте» Выпуск 44.

Общая теория роста человечества. Как рос и куда идёт мир человека
—М., 2009.—120 с.

Человечество переживает эпоху глобальной демографической революции – время, когда после взрывного роста население мира круто меняет характер своего развития и внезапно переходит к ограниченному воспроизводству. Это величайшее по значимости событие в истории человечества с момента его появления в первую очередь проявляется в динамике народонаселения. Однако оно затрагивает все стороны жизни миллиардов людей, и именно поэтому демографические процессы стали важнейшей глобальной проблемой мира и России. Новое понимание процессов перемен даёт феноменологическая теория роста человечества, опирающаяся на методы и модели физики, разработанная С. П. Капицей.

УДК 60.7

ББК 28.7

Никитский клуб
Цикл публичных дискуссий
«Россия в глобальном контексте»

Выпуск 44
Общая теория роста человечества
Как рос и куда идёт мир человека

Редактор выпуска Н. М. Румянцева, редактор В. Ю. Григорьева
Вёрстка М. Ю. Иванюшин

Подписано в печать 5.10.2009.

Формат 70х100/16. Бумага мелованная. Гарнитура «Гарамон».

Усл.-печ. л. 11,09. Заказ 03494. Тираж 250.

Отпечатано в ЗАО «Московская межбанковская валютная биржа».
125009, Москва, Большой Кисловский переулок, 13

© С. П. Капица, 2009

© ММВБ, 2009

На обложке книги использована фотография облаков над Землёй,
сделанная космонавтом Юрием Батуриным во время работы
на орбитальной станции «Мир».



Сергей Петрович Капица родился 14 февраля 1928 г. в г. Кембридже (Великобритания), где жили его родители: отец, выдающийся физик, впоследствии лауреат Нобелевской премии, Петр Леонидович Капица, работавший в то время в лаборатории Резерфорда, и мать — Анна Алексеевна, урожденная Крылова, дочь академика Алексея Николаевича Крылова, известного математика и кораблестроителя. В 1935 г. семья переехала в Советский Союз, где в Москве П. Л. Капица основал Институт физических проблем и открыл явление сверхтекучести гелия.

Сергей Капица окончил Московский авиационный институт; начало его научно-исследовательской деятельности связано с работой в области аэродинамики в ЦАГИ; затем занимался геофизикой и магнетизмом в Институте Физики Земли, далее — прикладной электродинамикой в Институте физических проблем. В результате это привело к созданию эффективного ускорителя электронов — микротрона и к исследованиям физики деления ядер. С. П. Капица одним из первых привлёк внимание к синхротронному излучению как инструменту исследования. Под его руководством вырос ряд докторов и кандидатов наук; в течение многих лет он — редактор журнала «В мире науки».

С 1963 по 1998 г. заведовал кафедрой физики в Московском физико-техническом институте. Его интерес к истории науки привёл к написанию книги «Жизнь науки». С 1973 г. С. П. Капица — неизменный ведущий телепередачи «Очевидное-невероятное», посвященной проблемам науки и общества. Ведёт широкую общественную деятельность, с 2000 г. — президент междисциплинарного дискуссионного клуба «Никитский клуб учёных и предпринимателей». Последние годы, вследствие участия в международной дискуссии об опасности ядерной войны, С. П. Капица обратился к исследованию проблемы роста населения Земли, позволившему получить фундаментальные результаты количественного анализа истории человечества.

С. П. Капица избран членом Европейской академии, Международной академии астронавтики, Манчестерского философского и литературного общества, Европейского физического общества, он президент Евразийского физического общества. Удостоен премии Калинга (ЮНЕСКО), Государственной премии СССР, премии Правительства России, награждён орденами Почета и Св. Станислава, а также медалями Оппенгеймера и С. И. Вавилова, другими знаками отличия.