

Методология. ИСТОРИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА. ВЗГЛЯД С ПОЗИЦИЙ СИНЕРГЕТИКИ

Автор: С. П. КУРДЮМОВ, Г. Г. МАЛИНЕЦКИЙ, А. В. ПОДЛАЗОВ

Со времен Ф. Броделя ведущим процессом в исторической науке стала дифференциация и специализация. Развивались экономическая история, историческая демография, историческая культурология, историческая география и т.д. Как и предсказывал французский исследователь, родились историческая психология и историческая социология. Сейчас настоятельно ощущается потребность в междисциплинарном синтезе, в подходах, позволяющих из множества аспектов, изучаемых различными науками, выделить главное, найти ключевые причинно-следственные связи и важнейшие переменные.

В качестве основы для такого подхода наиболее естественно использовать теорию самоорганизации, или *синергетику*. Здесь возникает новый взгляд на традиционные исторические проблемы, связанный с реконструкцией прошедшего, с попыткой увидеть неожиданные, парадоксальные связи в событиях прошлого. И напротив, в событиях прошлого, кажущихся случайными и труднообъяснимыми, удастся проследить универсальные системные механизмы. Вместе с тем создаваемые модели исторических процессов могут оказаться принципиально важными для анализа мировой динамики и для стратегического планирования.

При этом прошлое выступает как своеобразный полигон, обеспечивающий верификацию создаваемых концепций и математических описаний. Это позволяет взглянуть на историю не только как на ретроспективную науку, подобную астрономии или эволюционной биологии, где эксперимент невозможен и приходится лишь восходить от следствий к причинам. История оказывается также и перспективной наукой, то есть такой, где существует и обратный ход - от выявленных при анализе исторического материала взаимосвязей, типичных сценариев событий к задачам прогноза.

Параметры порядка в исторических процессах

Для использования представлений и методов синергетики принципиально наличие *параметров порядка* (одной или нескольких ведущих переменных, определяющих динамику всех остальных процессов) [Малинецкий, 2000; Малинецкий, Потапов, 2000].

Курдюмов Сергей Павлович - член-корреспондент РАН.

Малинецкий Георгий Геннадьевич - доктор физико-математических наук, заместитель директора Института прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН.

Подлазов Андрей Викторович - кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник того же института.

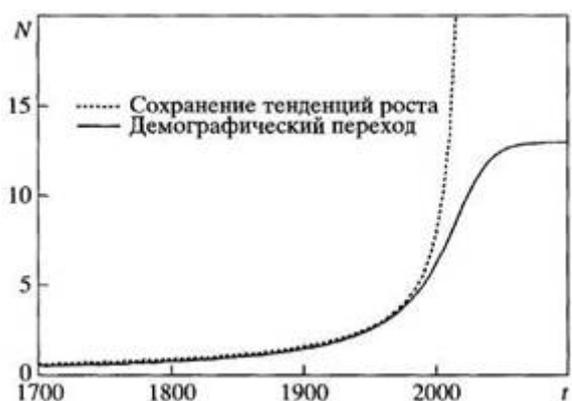


Рис. 1. Рост народонаселения мира.

Графики, представляющие два различных сценария будущего развития, стремительно расходятся.

При сохранении тенденций, действовавших в течение всей предшествующей истории, численность человечества стала бы бесконечной приблизительно к 2025 г.

При демографическом переходе происходит замедление роста с вероятной стабилизацией народонаселения.

Таким параметром при анализе многих исторических процессов является численность населения.

Математическое моделирование демографических процессов восходит еще к XVIII в. Как известно, Т. Мальтус сформулировал *популяционный принцип*, в соответствии с которым рост человечества описывается геометрической прогрессией, в то же время производство пищи растет по арифметической прогрессии. Исходя из этого, Мальтус делал вывод о неизбежности войн, в которых будет истребляться значительная часть человечества.

Исследования С. Капицы [Капица, 1999] показали, что Мальтус был неправ. В течение всей истории человечества его численность росла быстрее, чем по геометрической прогрессии, как утверждал Мальтус.

Она росла по гиперболическому закону

$$N(t) = \frac{C}{\Delta t} \quad (1)$$

где $\Delta t = t - 2025$, N - численность человечества, а C - постоянная, равная приблизительно 200 млрд. чел. год. Это очень быстрый рост. К примеру, в 1700 г. жителей на Земле было в 10 раз меньше, чем теперь. В начале царствования Петра I Россию населяли всего 10 млн. человек. В настоящее время население мира растет более чем на 1% в год при среднегодовом приросте свыше 70 млн.

Быстрый рост населения прежде всего в развивающихся странах в 1950 - 60-е гг., вызванный увеличением продолжительности жизни вследствие повышения качества медицинского обслуживания, получил название *демографического взрыва*. В эти годы наличие на Земле более 1 млрд. голодающих (по данным ООН) заставляло многих ученых считать, что и в последующие годы рост населения будет ограничиваться нехваткой продовольствия.

Однако ситуация оказалась совсем иной. Анализируя рост населения разных стран и мира в целом, ученые столкнулись с важным и интересным явлением - *демографическим переходом*. Это - постепенное изменение закона роста численности населения, замедление этого роста и последующая стабилизация численности (см. рис. 1,2).

Впервые демографический переход наблюдали в прошлом веке во Франции и Швеции. В настоящее время он произошел в большинстве европейских стран. В некоторых

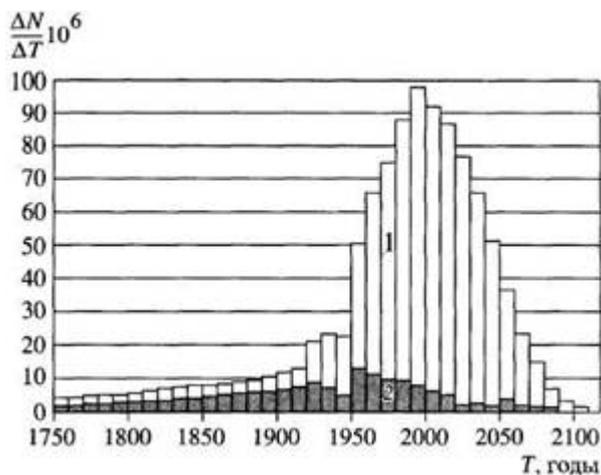


Рис. 2. Демографический переход.

Прирост населения мира с 1750 по 2100 гг., усредненный за декады. 1 - развивающиеся страны, 2 - развитые.



Рис. 3. Распределение населения мира по возрасту и полу в 1975 и 2000 гг. При демографическом переходе меняется возрастная структура. Общество стареет, у него появляются новые проблемы.

из них, например в Норвегии и Германии, рождаемость оказалась в последние десятилетия настолько низкой, что правительства этих стран начали активно привлекать иммигрантов для работы в ряде секторов экономики. Естественно, демографический переход кардинально меняет возрастную структуру общества (см. рис. 3). Продолжительность жизни возрастает, а население стареет, что непосредственно отражается на экономике и социальной структуре общества.

Ожидающие нас в XXI в. изменения радикальны. Страна или город, в которых из десятилетия в десятилетие живет одно и то же число людей, должна иметь совсем другие технологии, другую мораль, другие культурные нормы. Банальнейший аналог здесь -

средневековье, когда люди столкнулись с ситуацией, при которой деревням оказалось не под силу прокормить слишком большие города.

С позиций теории демографического перехода и теории режимов с обострением¹ была проанализирована география расселения и выявлены условия, при которых возможно качественное изменение системы расселения - переход "экспансия-сосредоточение" [Курдюмов, Белавин, 2000; Белавин, Курдюмов, 2000]. Для миграции населения был введен некоторый феноменологический нелинейный закон. Проведенный анализ модели показал, что стадия экспансии, происходящей с уменьшением плотности населения, может быть характерна не для ослабленных этносов, как можно было бы предположить, а для обществ, имеющих большой потенциал развития. И затем случайные субъективные факторы могут прервать этот процесс, резко увеличив концентрацию населения в одном или нескольких городах или регионах.

Демографический переход и жизнеспасающие технологии

Нелинейность, присущая закону роста числа людей на планете, в соответствии с концепцией Капицы, обусловлена "информационным взаимодействием", действовавшим и миллион лет назад, и ныне. Эта теория имеет ряд внутренних трудностей и не объясняет непротиворечивым образом демографический переход, осуществляющийся в последние десятилетия. Кроме того, эта теория не позволяет выявить другие параметры порядка и предсказать траекторию развития мирового сообщества в случае их изменения.

В последние годы была предложена альтернативная теория, связывающая нелинейность демографических процессов с развитием жизнеспасающих технологий (то есть технологий, помогающих спасать людей и увеличивать продолжительность их жизни). С этих позиций, демографический переход связан с "насыщением" имеющихся технологий. На этой основе удастся выявить системные механизмы гражданских войн, объяснить неоднократно наблюдавшийся в истории эффект "насыщения имперских технологий" (поздний Рим, крушение ряда других империй) и предсказать "полосу нестабильности", в которую вступает человечество в начавшемся веке [Подлазов, 2000; 2001]. Обсудим этот результат более подробно.

Формулу (1) можно переписать в виде дифференциального уравнения

Его вид говорит о самоускоряющемся росте N или, что то же самое, о сокращении масштаба времени, на котором происходят существенные демографические изменения, то есть об ускорении хода истории.

Ключевым для описания процесса роста народонаселения является понятие *жизнеспасающих технологий*, под которыми понимаются любые знания, навыки или традиции, которые могут быть использованы для спасения человека от смерти или продления его жизни. Уровень развития жизнеспасающих технологий p будем характеризовать уменьшением среднего коэффициента смертности k_d , достигнутым благодаря их действию, то есть $p = Ak_d = k_d - k_d$, где $k_d \sim 0,06 \text{ год}^{-1}$ коэффициент смертности первобытного человека [Подлазов, 2000; 2001].

В предположении постоянства среднего коэффициента рождаемости для скорости роста народонаселения получаем уравнение

$$N = pN. (3)$$

¹ Пример величины, растущей в режиме с обострением дает гиперболический закон [Режимы... 1998].



Рис. 4. Развитие технологий в последние века.

В отличие от общего технологического уровня, уровень жизнеспасающих технологий выходит на насыщение.

Жизнеспасающие технологии не требуют для своего создания какого-то специального механизма. Будучи основой существования человечества, сутью человеческой культуры, они создаются людьми в процессе повседневной жизнедеятельности, то есть на основе уже имеющихся жизнеспасающих технологий. Соответственно, для скорости их появления можно записать уравнение

$$p = pN/C, (4)$$

константа C в котором определяет трудозатраты, необходимые на увеличение p в e раз при постоянном N .

Интегрируя систему (3)-(4), получаем основное уравнение теоретической демографии

$$N = Cp, (5)$$

которое означает, что уровень развития жизнеспасающих технологий p , описывающий скорость роста народонаселения, характеризует в то же время размер экологической ниши человечества.

Может так случиться, что предписанный уравнением (5) баланс между уровнем жизнеспасающих технологий и населением по каким-то причинам где-то локально нарушается. Если в результате войн, эпидемий, стихийных бедствий и иных катаклизмов население уменьшается, то *status quo* восстанавливается в течение всего лишь нескольких поколений. Если же, напротив, по каким-то причинам произошло чрезмерное увеличение численности населения, не сопровождаемое одновременным развитием технологий, то для появляющихся людей может просто не найтись места в социальной структуре общества, адекватной достигнутому уровню развития жизнеспасающих технологий. Возникающий при этом избыток населения обычно снимается посредством войн, которые в своем большинстве имеют демографическую, а не экономическую природу [Подлазов, 2000; 2001]. Подстановка решения (5) в уравнение (3) немедленно приводит к уравнению (2), полученному ранее путем анализа демографических данных.

Развитие жизнеспасающих технологий имеет естественный предел, обусловленный тем, что нельзя спасти от смерти больше людей, чем число живущих. То есть уровень жизнеспасающих технологий должен выйти на насыщение, в то время как рост общего технологического уровня будет продолжаться, как показано на рисунке 4. Прекращение развития жизнеспасающих технологий означает, что уравнение (4) справедливо лишь до определенного предела.

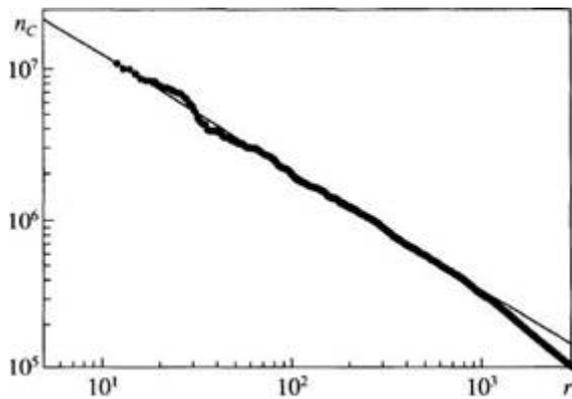


Рис. 5. Зависимость ранг-размер для городов, насчитывающих свыше 100 тыс. жителей.

Степенная зависимость населения от ранга хорошо описывает порядка 30% крупнейших городов (по данным [Demographic...]).

Сегодня средний коэффициент смертности в наиболее развитых странах приближается к значению которое, по-видимому, определяется биологическим пределом продолжительности человеческой жизни.

Соответственно, предельный уровень развития жизнеспасающих технологий есть Данное обстоятельство не означает ограниченности возможностей технологического развития вообще. Просто создаваемые технологии становятся все менее эффективными (по отношению, скажем, к их экономической значимости) с точки зрения спасения жизней.

Как следует из формулы (5), предельная численность человечества составляет Это значение не может быть превышено, поскольку избыток населения, не востребованный жизнеспасающими технологиями, будет неизбежно уничтожен. При этом способы устранения "лишних людей" могут быть самыми разными (войны, эпидемии, геноцид, крестовые походы, переселение народов).

Универсальные системные механизмы в исторической динамике

Единство всемирного исторического процесса, лежащее в основе многих историко-философских концепций, имеет количественное выражение. В соответствии с теорией Броделя, это относительное постоянство численности населения различных регионов [Бродель, 1986]. Однако есть не менее важное свидетельство в пользу трактовки мира как целостной развивающейся системы. Это степенной характер зависимостей, характеризующих систему расселения. Так, зависимость между числом жителей города и его рангом (номером в списке городов, упорядоченном в порядке убывания населения) представляет собой обратную пропорциональность (закон Ауэрбаха), то есть имеет степенной вид (см. рис. 5). Такой же вид имеет зависимость ранг-размер для населения крупных стран (см. рис. 6).

Аналогичные степенные формулы известны в экономике (закон Парето), лингвистике (закон Эсту-Ципфа), наукометрии (законы Брэдфорда и Лотки) и ряде других областей. Степенной характер распределений говорит об отсутствии для рассматриваемых систем характерных масштабов, то есть о сложности систем и наличии у них целостных свойств [Вак, 1996; Малинецкий, Подлазов, 1997]. Для простого системного объяснения этого важного факта построена и изучена соответствующая математическая модель.

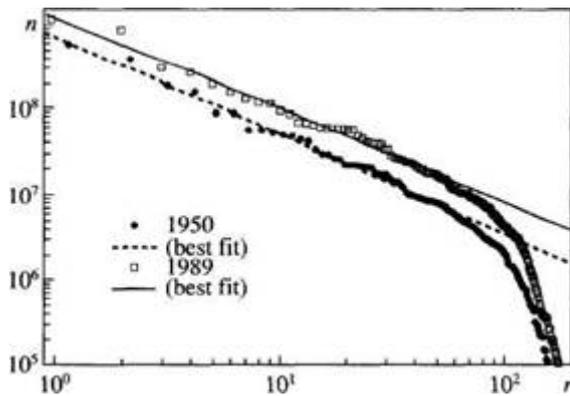


Рис. 6. Зависимость ранг-размер для распределения стран по населению. Зависимость имеет степенной вид для пяти-шести десятков сотни крупнейших стран. Наблюдающееся далее отклонение от степенной зависимости можно интерпретировать как "нехватку" небольших стран или как недостаток населения в них (по данным [Rank...]).

Развитие многих социально-экономических систем происходит таким образом, что скорость роста составляющих их объектов тем больше, чем больше сами объекты (по принципу "на деньги деньги бежит"). Причем прирост, как правило, оказывается прямо пропорционален уже достигнутому уровню, то есть, с математической точки зрения, такие системы являются линейными. Вместе с тем, как известно, процессы самоорганизации, приводящие к сложному поведению, имеют место только в нелинейных системах (например, в открытых нелинейных системах с локальными правилами степенные распределения могут возникать в результате самоорганизации в критическое состояние [Вак, 1996]). Таким образом, должен существовать механизм, обеспечивающий сложность линейных систем, не связанный с самоорганизацией.

Как было показано [Подлазов, 2000; 2002], для возникновения степенных распределений в линейных системах достаточно, чтобы их части обладали информацией об интегральных характеристиках системы. Иными словами, необходимо, чтобы система обладала "зачатками" целостности, которые в результате действия линейных механизмов "распространяются" на ее свойства. Таким образом, сложность может возникать либо в результате самоорганизации в нелинейных системах, либо в линейных системах с элементами целостности. Можно сказать, что целостность и нелинейность в каком-то смысле комплементарны.

Этот результат синергетики имеет для истории и ряда других гуманитарных дисциплин принципиальный характер. "Информация о целом", когда ею располагают отдельные элементы, становится "материальной силой". При этом сами элементы могут оказываться простейшими сущностями. Естественно, неверная информация о целом способна кардинально изменить объект, лишив его тех свойств, которыми он обладал бы при нормальном представлении целостности. Можно сказать, что выявленный системный механизм создает основу для анализа информационного управления обществом.

Русла, джокеры и исторические альтернативы

Начиная с работ А. Тойнби, историки все чаще анализируют исторические альтернативы. Нами вместе с коллегами ранее была выдвинута исследовательская программа, получившая название "историческая механика", или "теоретическая история" [Малинецкий, 1996; 1997].

В свое время Тойнби написал очень короткую работу, некую "историческую ересь", как он ее потом называл в своих воспоминаниях. Работа называется так: "Если бы Фи-

липп и Артаксеркс уцелели" [Тойнби, 1994]. Известно, что Александр Македонский пришел к власти в результате заговора, который, как говорят, устроила его мать. Именно поэтому мать очень быстро погибла. По мнению Тойнби, история сложилась бы радикально иначе, если бы не было Александра Македонского и, соответственно, его оппонента. В этом случае не было бы и Рима, а история пошла бы совсем иначе, и наступила бы не эпоха громадных империй в Европе, а на длительное время сложились бы очень хорошие перспективы развития у городов-государств. В то же время восточные деспотии медленно трансформировались бы, сохраняя стабильность.

Те техники, методики, формализм, которые предлагаются в нелинейной динамике и которые сейчас активно развиваются, позволяют для неких простейших модельных ситуаций рассматривать альтернативы исторического развития [Капица, Курдюмов, Малинецкий, 1997; 2000; Подлазов, 2000; Малков, Ковалев, Малков, 2000; Чернавский... 1996]. Приведем пример, относящийся к ситуации, рассмотренной Тойнби. Компьютерные расчеты дают два варианта (см. рис. 7). Это плотность населения для Средиземноморья. Левый вариант: у нас есть Рим, и история сложилась именно так, как сложилась. И действительно, в 96% случаев компьютерные расчеты дают именно этот вариант. Но есть еще 4% случаев, когда история идет совсем иначе. Правая картинка: у нас нет Рима, значит нет римской цивилизации, а форсированно развивается Греция.

Иначе говоря, компьютерный анализ показывает существование обеих возможностей, которые увидел Тойнби. Разумеется, эти простейшие модели весьма условны. Они учитывают только элементарные взаимосвязи между природными, социальными, демографическими факторами - очень небольшой набор в сравнении с огромным массивом данных, которыми оперируют профессиональные историки. Однако важно то, что учет этих немногих взаимосвязей позволяет увидеть исторические альтернативы. Можно надеяться, что более сложные модели такого типа будут полезны в стратегическом планировании, что история со временем станет все чаще играть роль "прикладной науки", роль оселка, на котором оттачиваются модели мировой динамики, значение которых в связи с концепцией устойчивого развития возрастает.

Опыт исследования сложных систем методами нелинейной динамики, анализ их устойчивости, живучести, способности к саморазвитию показал ограниченность "механического" подхода. "Динамический", а не "вероятностный" прогноз удастся дать лишь для систем с небольшим числом степеней свободы, причем обычно на ограниченный

промежуток времени, называемый *горизонтом прогноза* [Малинецкий, 2000; Малинецкий, Курдюмов, 2001; Пределы... 1997]. Эта трудность принципиальна и носит общий характер. С нею сталкивается человек, который в состоянии принимать в расчет не более 5 - 7 меняющихся во времени величин. С нею сталкиваются специалисты по стратегическому планированию, вынужденные экстраполировать нынешние тенденции на времена, превышающие горизонт прогноза. С нею сталкиваются сотрудники аналитических центров, которые могут содействовать принятию только достаточно простых решений, потому что более сложные варианты, предлагаемые компьютерными системами, как правило, не удастся объяснить руководству.

Как же решается эта важная проблема на разных уровнях? По-видимому, достаточно близким образом. В пространстве возможных состояний исследуемой системы (прогноз поведения которой нас интересует) интуитивно или сознательно выделяются области, где состояние объекта характеризуется несколькими ведущими переменными. Связь между ними описывается некой детерминированной системой (системой дифференциальных уравнений, отображением, конечным автоматом, логической схемой), причем горизонт прогноза в этих областях не слишком мал. Такие области были названы *руслами*. В их пределах ситуация может быть "просчитана", может быть дан достоверный прогноз. Наряду с руслами в пространстве состояний существуют *области джокера*, где ситуация меняется очень быстро, принимаются ключевые решения и на первый план выходят игровые, вероятностные, субъективные факторы. Здесь ожидания, опыт экспертов, культурный климат, смыслы и ценности лиц, принимающих решения, могут оказаться решающими [Малинецкий, Потапов, 1999; 2000].

В развитии общества политика имеет приоритет по сравнению с экономикой, а стратегия - по сравнению с политикой. Что же обеспечивает "упорядочение", самоорганизацию в области русел в новейшей истории? К. Маркс полагал, будто непрерывность исторического процесса (его русло, в нашей терминологии) обеспечивается тем, что потомкам достаются те производительные силы и те производственные отношения, которые они получают от предков.

Однако возрастание роли ожиданий, массового сознания, развитие методов информационного управления делают историю в значительной мере "виртуальной" (неважно, что происходит, важно, как это показывают и как об этом говорят). По-видимому, в этих условиях ожидания, представления о будущем (в том числе и далеком) приобретают функцию обеспечения упорядоченности движения вдоль русла [Куракин, Малинецкий, 2000]. Всю эту совокупность надежд, мифов, смыслов и ценностей, нравственных норм, непосредственно связанных с представлениями о будущем, назовем "большим проектом".

Распространенная иллюзия - ощущение отсутствия проекта ("просто жили как все", "так уж сложилось"). Например, большинство "прорабов перестройки" настойчиво убеждают в отсутствии проекта слома Советского Союза. Отбрасывая случаи чистого обмана, это разумно трактовать как типичную иллюзию участников исторических событий ("большое видится на расстоянии"). В этом смысле во многих случаях историки лучше знают и понимают происшедшее, чем непосредственные участники событий. Более того, существует техника исследования, позволяющая анализировать существовавший большой проект.

"Проект" как историческое "русло" не всегда отвечает каким-то научным трудам, планам, концепциям, не предполагает наличия сговора или "агентов влияния". В обыденной жизни он выступает в виде ограничений, которые воспринимаются как естественные. Двигаясь в пределах русла, в нормальной ситуации мы его просто не замечаем.

Несомненно, большим проектом, сыгравшим огромную историческую роль, был советский проект, реализовавшийся в социалистических и многих развивающихся странах и оказавший огромное влияние на мировую историю. Одним из главных "исторических рисков" начавшегося XXI в. является, на наш взгляд, отсутствие принимаемого большинством исторических субъектов большого проекта. В 1990-х гг. после катастрофы Советского Союза (то есть после достижения конца соответствующего истори-

ческого русла) многие отечественные специалисты и зарубежные аналитики обсуждали возможность нового "большого проекта", мировой империи с лидирующей ролью США, в которой:

- объединение будет делаться не огнем и мечом, а только с помощью финансовых инструментов;
- основным методом управления будет информационное;
- глобализация позволит обеспечить наиболее эффективную работу 20% населения и накормить всех остальных;
- "виртуальная экономика" и "виртуальное бытие" позволит элиминировать ряд разрушительных технологий;
- главная страна империи будет не "мировым кредитором", а "мировым должником", как США в настоящее время.

Это будущее в обличи "конца истории", обрисованное Ф. Фукуямой и обоснованное А. Гором в книге "Земля на чаше весов", предполагало эволюционное движение вперед. О возможности двигаться по этому "руслу" к "суперкапитализму с человеческим лицом" писали многие известные специалисты [Global...].

Однако США и ряд других исторических субъектов выбрали, судя по всему, несколько иное будущее. Бомбардировки Югославии и месть "стране-изгою" Афганистану, то есть использование войны в качестве главного финансового инструмента управления экономикой и обществом, показали системную неустойчивость текущей траектории. Неустойчивость эта проявилась по-разному и на разных уровнях: от кризиса "новой экономики" - главного локомотива американской хозяйственной системы - до слома системы коллективной безопасности, фактического выхода из договора по ПРО, культивирования "технологического фетишизма" в сферах, где приемлемых технологических решений нет и т.д. По-видимому, в дальнейшем провокации и силовые акции придется совершать во все более и более крупных масштабах.

Выбор силового противостояния, предпочтение "войны цивилизаций" компромиссу и стабильности отбрасывает человечество к императивам даже не республиканского Рима, а восточных деспотий. Однако попытка решить цивилизационные, нравственные, идеологические проблемы технологическими средствами на основе морали далекого прошлого заведомо обречены на неудачу.

По терминологии Тойнби, у нас происходит новый цикл "вызов-ответ". И ответ снова оказывается неадекватен - для новой, более сложной задачи предлагается тривиальное решение, которое не годилось даже для более простых задач. В республиканские времена Рим мог посылать легионы усмирять германские племена, живущие на краю Земли, потому что серьезные ответные акции германцы способны были предпринять только через несколько веков. Сейчас ответ придет гораздо быстрее, и стабилизировать нынешнюю ситуацию гораздо труднее, чем прежнюю. И какую цену придется заплатить за эту стабильность в новой исторической реальности, сегодня даже трудно представить.

В этой связи возникает проблема поиска нового "большого проекта", совместимого с реалиями современного мира. Его создание - главная задача современной науки и культуры. Важно, чтобы он появился существенно ранее того момента, когда провал большого проекта, начатого США, станет очевидным для всех. Поскольку прогноз на завтрашний день России неутешителен, самое время подумать о дне послезавтрашнем, о дальней перспективе.

Формации, аттракторы, бифуркации

Первые компьютерные модели мировой динамики, давшие исторический прогноз на XXI в., имели дело с нестационарными явлениями (исчерпание ресурсов, уменьшение населения мира и т.д.). Однако концепция устойчивого развития призвала выявить и реализовать алгоритмы развития мирового сообщества, ориентированного не на ближайшие десятилетия, а на века.

Поэтому особую роль приобретает стабильность и стабилизация, а значит, устойчивые стационарные состояния моделей, описывающих мировую динамику. Принципиальную роль здесь сыграла работа, выполненная В. Егоровым в Институте прикладной математики АН СССР. В ней было показано, что "мир Форрестера" может быть стабилизирован только если будут созданы гигантские отрасли промышленности (в частности, связанные с рекультивацией новых и переработкой уже созданных отходов) [Форрестер, 1978; Егоров... 1980].

Этот подход был развит в научной школе Д. Чернавского применительно к макроэкономике и "исторической экономике" [Малков, Ковалев, Малков, 2000; Чернавский... 1996]. Разным состояниям общества соответствуют разные аттракторы. При этом изменение параметров (описывающих доступные ресурсы, эффективность используемых технологий, экономические отношения в обществе) может привести к изменению как числа таких состояний, так и их устойчивости (это явление в нелинейной динамике называют бифуркацией). Модели такого типа исследовались в проекте для замкнутого феодального общества. Развитие этого подхода позволяет анализировать "экономические чудеса" - "Новый курс" Ф. Рузвельта, реформы Л. Эрхарда, рождение "тихоокеанских тигров" и экономические катастрофы - реформы Е. Гайдара и др.

При этом следует иметь в виду и конечный горизонт прогноза [Малинецкий, 2000] как неотъемлемое свойство большинства сложных систем и появившиеся в последнее время возможности "сценарного прогнозирования" [Управление... 2000]. Опыт Госплана СССР в настоящее время подробно изучен, понят и высоко оценен в мире [Global...]. Однако в постиндустриальную эпоху этого опыта уже недостаточно, и во многом прогнозирование, и в частности планирование госзаказа на специалистов, должно строиться по-иному. Анализ японского, немецкого, корейского и других "экономических чудес" показывает, какие специалисты нужны были для такого рывка, для перевода экономики в "высокопродуктивное состояние". По-видимому, эта работа должна быть проведена и для России.

В настоящее время ситуация с прогнозированием экономического развития в России представляется парадоксальной. С одной стороны, в ряде академических институтов существуют прогнозные модели, существенно отличающиеся по структуре и получаемым с их помощью результатам друг от друга, а все вместе коренным образом от тех моделей, на основе которых была построена известная программа Г. Грефа. С другой стороны, имеющиеся статистические данные зачастую неполны, несистематизированы и недостоверны [Малинецкий, Курдюмов, 2001]. Вместе с тем в эпоху глобализации и виртуальной экономики все чаще прогноз оказывается "самосбывающимся", то есть прогнозы, ожидания, надежды, угрозы оказываются реальной экономической силой. Известный финансист Дж. Сорос в книге "Алхимия финансов" называет эту силу решающей в современной экономике в противовес реальному сектору.

В этой ситуации, имея в виду ограниченные цели прогнозирования экономики, разумно обратиться к более простым и легко верифицируемым моделям, таким, где основное внимание уделяется устойчивым состояниям экономики - аттракторам. Если классический подход, излагаемый в курсах *economics* предполагает единственное устойчивое состояние рыночного равновесия, то в этих моделях для современной экономики состояний равновесия оказывается три (см. рис. 8). Первое - нерыночное состояние отвечает натуральному хозяйству и полному распаду промышленности, второе - низкопродуктивное состояние характеризуется низкими уровнями производства и жизни. Такой рынок характерен для многих развивающихся стран и современной России. Наконец, третье состояние равновесия описывает высокопродуктивную экономику с относительно высокими уровнем производства и жизненным уровнем.

Реформы Гайдара перевели экономику России из высокопродуктивного состояния в низкопродуктивное, однако в принципе возможен и обратный переход, соответствующий в обыденном сознании экономическому чуду. Созданные модели позволяют строить различные сценарии развития экономики и указывают наиболее важные параметры, с помощью которых можно направлять ее развитие. Исходя из этих сценариев, мо-

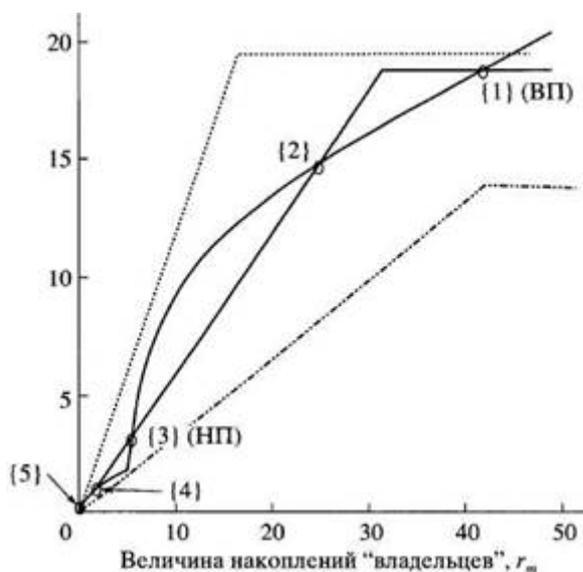


Рис. 8. Типичный вид функций потребления и производства.

При различных параметрах производства (кусочно-линейные графики) графики могут иметь различное количество пересечений, соответствующих устойчивым состояниям экономики.

Для сплошного графика функции производства устойчивыми являются точки 5, 3 и 1.

жет быть проанализирована, например, экономика образования и ее роль, которая при одних образовательных политиках может быть активной и ускоряющей рост, а при других - сдерживающей экономическое развитие.

Рассматривая проблему прогнозирования, представляется разумным обратиться, следуя традиции академиков В. Коптюга и Н. Моисеева, к целям более высокого порядка, связываемым с *парадигмой устойчивого развития* [Россия... 1997; Российское... 2001; Левашов, 2001; Паршев, 2000; Вайцеккер, Ловинс, Ловинс, 2000; Курдюмов, 2000]. Исходя из этого, многие проекты, экономически выгодные для отрасли на небольших отрезках времени, могут давать существенный проигрыш в долгосрочной перспективе. Здесь необходимы новые модели типа "мировой динамики", которые учитывают управляющие воздействия в сфере образования и инновационной политики, направленные на повышение устойчивости системы в целом. Особого внимания заслуживают в этом контексте процессы глобализации, остаться в стороне от которых Россия не сможет, а также принципиальные ресурсные ограничения, существующие у нашей страны.

Особенно важными представляются здесь два обстоятельства. Меняя параметры, характеризующие технологии или среду, мы с необходимостью меняем характеристики аттрактора, что естественно трактовать как переход от одной исторической формации к другой. Вместе с тем в ряде случаев при одних и тех же внешних параметрах возможны несколько состояний (например, высокопродуктивное или низкопродуктивное состояние экономики), выход на одно из которых определяется действиями элиты. Исследование также показало, что в этих и во многих других моделях увеличение степени подробности описания не меняет качественную картину (что типично для удачных моделей синергетики). Это свидетельствует об определенной "устойчивости теоретических выводов" относительно типа описания.

Историческая психология, модели восприятия, субъективная реальность

Очевидно, что человек в различные исторические эпохи был разным. В частности, это наглядно показал приведенный ретроспективный анализ реакций общества на бедствия и катастрофы. Можно даже сказать, что сама эта реакция - важный индикатор состояния общества.

При этом, как и в других сложных системах, ключевую роль играет выявление параметров порядка, доминант, механизмов самоорганизации в общественном и в индивидуальном сознаниях, в шкале ценностей. В последние годы было построено несколько математических моделей, которые, мы надеемся, окажутся полезными в *исторической психологии*. Первый класс моделей связан с описанием рефлектирующих систем, в которых самоорганизация происходит не только в "физическом пространстве", но и в пространстве поведенческих стратегий [Куракин, Малинецкий, 2000; Куракин, 1999]. Это можно считать в определенном смысле формализацией идей В. Аршинова о "субъективной синергетике" или "синергетике-II".

В ряде случаев такие модели позволяют учесть взаимовлияние происходящих событий и реакции на них общества (например, идущие реформы и одновременная оценка их общественным мнением, от которой зависят перспективы реформ). На основе информационной теории эмоций академика П. Симонова была построена модель эмоционального отклика людей с различным психопрофилем на происходящие события [Управление... 2000]. Наряду с этим была построена модель распространения слухов, которые в ряде исторических событий сыграли важную роль [Колядин, 1999; 2000; Митин, 1999].

От исторического исследования к стратегическому планированию

Анализ исторических процессов с позиций синергетики был, в частности, необходим для оценки возможностей использования построенных концептуальных и математических моделей в целях стратегического планирования, создания долгосрочных прогнозов и систем "проектирования будущего", которыми располагают все развитые страны, а также большинство транснациональных корпораций. Полученные к настоящему времени результаты были использованы в следующих областях:

- разработка теории управления рисками (особое значение эти результаты имеют для разработки сценариев вывода России из системного кризиса, для анализа кризисов в социально-технологических системах, оценки взаимного влияния нестабильностей в природной, техногенной, социальной сферах) [Управление... 2000];
- оценка альтернативных образовательных стратегий и политик с учетом коридора возможностей России и тех задач, которые стране предстоит решать в обозримой исторической перспективе [Ахромеева, Кащенко, Малинецкий, 1997; Малинецкий, Ахромеева, 2000];
- анализ феномена "новой экономики", выбор вектора технологической политики, определение локомотивных отраслей в экономике, а также способов перевода экономики страны на инновационный путь развития [Курдюмов, Малинецкий, 2001];
- исследование процесса глобализации и возможных сценариев устойчивого развития в контексте новых геоэкономических и геополитических проблем.

Масштаб и острота проблем, стоящих перед Россией, требуют детального анализа всех исторических уроков, которые позволят сейчас и в ближайшем будущем принимать адекватные решения. Это требует также использования количественных и формализованных методов анализа. Выполненные в последние годы исследования показывают, что синергетика может оказать в этом большую помощь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ахромеева Т. С., Кащенко С. А., Малинецкий Г. Г. Информатизация высшей школы России с точки зрения синергетики и концептуального проектирования // Известия РАЕН, серия "Математика, Математическое моделирование, Информатика и Управление". 1997. Т. 1. N 4.

Белавин В. А., Курдюмов С. П. Режимы с обострением в демографической системе. Сценарий усиления нелинейности // Журнал высшей математики и математической физики. 2000. N2.

Бродель Ф. Структуры повседневности: возможное и невозможное. М., 1986.

Вайцеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л. Фактор четыре. М., 2000.

Егоров В. А., Каллистов Ю. Н., Митрофанов В. Б., Пионтковский А. А. Математические модели глобального развития. Л., 1980.

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

Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и исторический прогноз. Ceredigion. 2000.

Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего. М., 1997.

Колядин Д. Игра или историческое моделирование // МОСТ. СПб., 2000. N 38.

Колядин Д. В. Моделирование распространения слухов с помощью клеточного автомата // Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН. 1999. N 41.

Куракин П. В. Почему в игре есть правила? // Синергетика. Труды семинара. Т. 2. Естественнонаучные, социальные и гуманитарные аспекты. М., 1999.

Куракин П. В., Малинецкий Г. Г. На пороге "субъективной" синергетики (синергетика-II) // Синергетика. Труды семинара. Т. 3. М., 2000.

Курдюмов С. П. Принципы устойчивого развития социальных систем // Вторая всероссийская научная конференция "Россия - XXI век". Сборник трудов. М., 2000.

Курдюмов С. П., Белавин В. А. Уникальность моделей для сложных систем // Российский научный симпозиум "Математическое и компьютерное моделирование социально-экономических процессов". Материалы. М., 2000.

Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Медведев И. Г., Мишин Н. А. Нелинейная динамика и проблемы прогноза // Безопасность Евразии. 2001. N 2.

Левашов В. К. Устойчивое развитие общества: парадигма, модели, стратегия. М., 2001.

Малинецкий Г. Г. Нелинейная динамика и историческая механика // Общественные науки и современность. 1997. N 2.

Малинецкий Г. Г. Нелинейная динамика - ключ к теоретической истории? // Общественные науки и современность. 1996. N 4.

Малинецкий Г. Г. Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент. Введение в нелинейную динамику. М., 2000.

Малинецкий Г. Г., Ахромеева Т. С. Системный кризис средней школы и инновационная экономика // 7-ая Международная конференция "Математика, компьютер, образование". Сборник трудов. Ч. 2. М., 2000.

Малинецкий Г. Г., Курдюмов С. П. Нелинейная динамика и проблемы прогноза // Вестник РАН. 2001. Т. 71. N3.

Малинецкий Г. Г., Подлазов А. В. Парадигма самоорганизованной критичности. Иерархия моделей и пределы предсказуемости // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 1997. N 5.

Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Джокеры, русла или поиски третьей парадигмы // Синергетическая парадигма. М., 2000.

Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Синергетика и прогнозирование // Проблемы информатизации. 1999. N 2.

Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Современные проблемы нелинейной динамики. М., 2000.

Малков С. Ю., Ковалев В. И., Малков А. С. История человечества и стабильность (опыт математического моделирования) // Стратегическая стабильность. 2000. N 3.

Митин Н. А. Математическое моделирование информационных потоков в социальных средах // Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН. 1999. N 16.

Паршев А. П. Почему Россия не Америка. М., 2000.

Подлазов А. В. Представление о жизнеспасающих и имперских технологиях в теоретической демографии // Математическое и компьютерное моделирование социально-экономических процессов. Материалы российского научного симпозиума. Ч. 2. М., 2001.

Подлазов А. В. Распределение конкурентов, масштабная инвариантность состояния и модели линейного роста // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2002. N 1 - 2.

Подлазов А. В. Теоретическая демография как основа математической истории // Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН. 2000. N 73.

Пределы предсказуемости. М., 1997.

Режимы с обострением. Эволюция идеи. Законы коэволюции сложных структур. М., 1998.

Российское общество и радикальные реформы. Мониторинг социальных и политических индикаторов. М., 2001.

Россия у критической черты: возрождение или катастрофа. Социальная и социально-политическая ситуация в России в 1996 году: анализ и прогноз. М., 1997.

Тойнби А. Дж. Если бы Филипп и Артаксеркс уцелели // Знание - сила. 1994. N 8.

Управление риском. Риск, устойчивое развитие, синергетика. М., 2000.

Форрестер Дж. Мировая динамика. М., 1978.

Чернавский Д. С., Пирогов Г. Г. и др. Динамика экономической структуры общества // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 1996. N 3.

Bak P. How Nature Works: the Science of Self-Organized Criticality. New York., 1996.

Demographic Yearbook. Capital cities and cities of 100000 and more inhabitants (<http://www.un.org/Depts/unsd/demog/index.html>).

Global Trends 2015 (<http://www.cia.gov/cia/publications/globaltrends2015>).

Rank Countries by Population (<http://www.census.gov/ipc/www/idbrank.html>).