

УДК 577.95

Каузальные модели исторических процессов

© В. А. Воробьев¹, Ю. В. Березовская², А. Ю. Кочнев³

Аннотация. В статье для математического моделирования исторических процессов предлагаются и применяются каузальные модели (К-модели), адекватные свойствам исторических процессов. Рассмотрены базовые процессы истории: демографический процесс и этногенез. Дан обзор истории Западной Европы и её экстраполяция в ближайшее будущее.

Ключевые слова: каузальная сеть, каузальная модель, математическое моделирование исторических процессов

1. Введение

История — результат взаимодействия большого числа людей и других объектов техносферы и биосферы. Все они претерпевают изменения своих состояний, интенсивность которых нелинейно зависит от численности этих объектов. Эта нелинейность усложняет математизацию истории. Для моделирования исторических процессов предлагаются и применяются каузальные модели (К-модели). Рассмотрены базовые процессы истории: демографический процесс и этногенез.

2. Пролог математической истории

Математизация истории началась с моделей демографических процессов [1-4] и продолжилась в трудах синергетиков [9-12]. Исторические процессы не выводятся из биологии, но законы биологических популяций остаются в силе и являются базовыми для истории. На этом пути нами ранее были получены следующие результаты [2-4].

1. Объяснение мирового демографического процесса ограничивающим действием экологического барьера на экспоненциальный рост населения Земли.

2. Открытие экологической паузы конца XX века — отставания роста населения Земли от роста ёмкости техносферы — экологической ниши человечества.

3. Обнаружение причины снижения рождаемости по мере индустриального развития — информационного барьера — как следствия наложения возраста обучения на фертильный возраст женщин и повышенные нормы потребления в современном обществе.

4. Прогноз будущего развития демографической ситуации на планете — остановки роста населения Земли в середине XXI века и дальнейшее вымирание.

Пусть t — время, а T — дата от Р.Х. Зависимость ёмкости P экологической ниши человечества (техносферы) и численности N населения Земли от времени t описывается следующими уравнениями.

$$\text{Уравнение роста населения по Мальтусу (1798 г.)} \quad dN/dt = N/\tau(t) \quad (2.1)$$

$$\text{Экологический барьер (2003 [2])} \quad N = k \cdot P, k \leq 1 \quad (2.2)$$

¹ Профессор кафедры программирования и высокопроизводительных вычислений, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск; vva100@atnet.ru.

² Старший преподаватель кафедры программирования и высокопроизводительных вычислений, САФУ имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск; myumla.myu@gmail.com

³ Заведующий отделением ИТ-образования, САФУ имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск; derxyz@yandex.ru

$$\text{Уравнение роста (2003 [2]) ниши (техносферы)} \quad dP/dt = NP/C \quad (2.3)$$

$$\text{Экологическое уравнение роста населения} \quad dN/dt = kNP/C \quad (2.4)$$

Характерное время $\tau(t)$ стремительно уменьшалось во всём мире в XIX и XX веках. Напротив, одновременное увеличение величины $\tau(t)$ в развитых странах — это *демографический переход*, т.е. снижение темпов роста населения. Из уравнений (2.1–2.4) непосредственно следуют (при $N = P$):

$$\text{Уравнение Капицы для населения Земли (1999 г. [10])} \quad dN/dt = N^2/C \quad (2.5)$$

$$\text{Формула фон Фёрстера для населения Земли (1960)} \quad N = C/(T_0 - T) \quad (2.6)$$

$$\text{Уравнение годового прироста ниши (2007 г. [11])} \quad N = C/(T_0 - T) \quad (2.7)$$

Уравнение 2.2 говорит о том, что население, превышающее величину P , не может выжить, и обречено на вымирание. Параметры уравнения 2.6 можно найти из данных С. П. Капицы [9, 10], построив линейный тренд функции $1/N$, например, в Excel. Получается, что $C \cong 197,005$ млрд. человеколет, а $T_0 \cong 2025$ год.

Демографические данные показывают, что уравнения 2.1–2.7 адекватны только в эпоху *экологического дефицита (экодефицита)* — с момента полного заселения экологической ниши где-то около 12-ти тысяч лет назад [9, 10] и до ≈ 1975 года. Избыток населения $M = N - P$ должен был удаляться или даже не родиться из-за плохого состояния здоровья голодающих женщин.

В [4] показано, что емкость экологической ниши человечества ограничивает население только до 70-х годов XX века. С этого времени действие экологического барьера прекращается. За момент выхода из экодефицита мы примем дату $T_{\text{п}} = 1975$ г. Из тех же уравнений нетрудно получить, что в момент $T_{\text{п}}$ характерное время роста $\tau = \tau_{\text{п}} = T_0 - T_{\text{п}}$. Минимальное наблюдаемое время удвоения равно $\tau_{\text{удв}} \cong 19$ лет, а $\tau(t) = 1,44\tau_{\text{удв}} \cong 27$ лет. Население Земли 1975 года $\cong 4$ млрд. Следовательно, в момент выхода из экологического дефицита время удвоения населения Земли составляло $\tau_{\text{удв}} \cong 35$ лет, что близко к действительности.

После 1975 года наступила *экологическая пауза (экопауза)* [2-4], когда рост населения согласно мальтузианскому уравнению 2.1 стал медленнее роста ёмкости экологической ниши, заданного уравнением 2.3. В экопаузе исторические явления уже не могут объясняться экологическим дефицитом. Они являются следствием *социального взаимодействия* людей и человеческих качеств, сформированных под давлением экологического барьера. Экопауза выявила *системный кризис* человечества [4], который проявляется, прежде всего, как *экологический кризис*. Особую тревогу вызывает чрезмерное снижение рождаемости в развитых странах, которое принято называть *демографическим переходом*.

Причина демографического перехода — *информационный барьер*, состоящий в следующем. Демографические данные и социальная статистика [12, 13] выявили явную связь между ростом образования и снижением рождаемости. Аналогичные результаты получены в [11]. Снижение рождаемости можно объяснить тем, что возраст профессионального становления в сложном современном обществе перекрывает репродуктивный возраст женщин. Это явление, грозящее демографической катастрофой всем развитым странам мира, и есть информационный барьер человечества. Действие информационного барьера ярко демонстрируют демографические процессы в странах т.н. *золотого миллиарда*. Если угодно, золотой миллиард вымирает от избытка.

Экстраполяция статистики прироста населения из [10, 12, 13], на ближайшие столетия, позволила нам [4] прогнозировать динамику роста населения Земли и обнаружить, что с

середины XX века проявляется тенденция к снижению темпов роста населения. В линейном приближении к ≈ 2050 году рост населения прекратится на уровне $\cong 8 \div 9$ млрд., а далее начнётся вымирание человечества. До каких пределов будет происходить это вымирание предсказать трудно. Если допустить, что уравнение 2.3 роста экологической ниши будет действовать и в эпоху экопаузы, пусть даже при уменьшении населения, то к концу XXI века получится совершенно нереальная для Земли ёмкость ниши в 400 млрд. человек [4]. Такая ниша возможна только в космосе. Но главное возражение против статистических моделей и прогнозов состоит в том, что мотивация людей никак не отражается в этих моделях. Феноменологические модели недостаточны для понимания и адекватного описания исторических процессов. Они не учитывают социального поведения людей. История человечества — это продукт совместной деятельности множества конкурирующих людей и в эпоху экодефицита, и в экологической паузе, и в преддверии близкой экологической катастрофы.

3. Каузальное моделирование социальных систем

Итак, необходимо моделировать историю, как продукт совместного действия множества объектов: людей, животных, биоты, экологических мест, технологий, идей и т.д. и т.п. Поведение каждого такого объекта в социуме можно представить вероятностным автоматом, переходы которого из состояния в состояние недетерминированы и неоднозначны. Это позволяет моделировать «свободу воли» людей и неопределённость поведения природных объектов. Кроме того, наши автоматы изменяют своё состояние не столько сами по себе, сколько под действием других элементов всей этой сложной системы. Взаимодействие состоит в том, что состояния «воздействующих» автоматов влияют на «изменяемые» автоматы и переводят их в новые состояния. Способ передачи воздействий и структура связей между автоматами не рассматриваются. Вместо этого принята *гипотеза сильного перемешивания*.

Метод каузального (К) моделирования (К-сеть и К-модель) строго описан в [5, 6]. Идея его состоит в том, что сеть Петри, описывающая каузальные связи между субъектами и объектами исторического процесса, дополняется интенсивностями переходов — линейными и нелинейными функциями от маркировки входных позиций, длительности такта моделирования и вероятности взаимодействия в паре вход-выход перехода. Эти функции зависят от типа перехода: линейный (при дальном действии) или нелинейный (при близком действии). Нелинейные переходы зависят от способа встречи автоматов: в растворе, как медведи в лесу, или в смеси, как птичий базар. Сами переходы имеют следующие модификации: *простые* — изменяющие только те состояния, которые подвергаются воздействию, *сохраняющие* входную маркировку и воздействующих и подвергающихся воздействию позиций, *удаляющие* все входы в выходную маркировку, *остаточные* — выполняемые для автоматов, оставшихся нетронутыми и *ингибиторные* — запрещающие переход (чего нет в сети Петри). Всего, таким образом, возможны 15 типов переходов. Кроме того, вводится внешнее состояние, допускаются действительные числа в качестве маркеров и задержка маркировок во времени. Так из сети Петри получается К-сеть, а её исполнение по правилам, подобным сети Петри, это и есть К-моделирование. Более того, из описания К-сети можно автоматически получать дифференциальные уравнения динамики средних с задержками времени. Теория и решение этих уравнений весьма сложны для исследователя-предметника, особенно гуманитария.

4. Трудовая К-модель народонаселения в эпоху экодефицита

Трудовая К-модель учитывает самое фундаментальное свойство человека — труд. Роль биоты (Б) в трудовой К-модели сводится к «растворителю», в который погружены (Ч) люди и техносфера (М). Из соображений размерности ясно, что ёмкость экологической ниши P — это количество человеколет жизни, которые может обеспечить техносфера без дополнительных трудовых усилий. Ёмкость P измеряется в тех же единицах, а C [человеколет] — труд (Т), необходимый человеку, чтобы исчерпать всю биоту и превратить её в техносферу — место (М) проживания и пропитания человека. Всю биоту (Б), однако, исчерпать нельзя в силу законов экологии. Масса продуцентов должна составлять около 98% массы биоты, а общая масса консументов и редуцентов должна быть около 2% массы биоты. Тогда продуценты могут прокормить и консументов, и редуцентов. Человек, как вид, является консументом и редуцентом одновременно, и мы вправе ожидать, что в эпоху экодефицита число экологических мест (М) и, соответственно, людей (Ч) существенно не превысит 2% от мощности биоты. И действительно, $C \cong 200$ млрд. человеколет, а годовой биологический ущерб от человечества в конце экодефицита составляет $N_{1975} \cong 4$ млрд. челет, т.е. $\cong 2\%$. После 1975 года деятельность человечества становится антиэкологичной и ведёт к экологической катастрофе, а уравнения (2.3—2.7) постепенно теряют свою адекватность. К моменту «обострения» в 2025 году К-модель и уравнения (2.3—2.7), вообще теряют эмпирический смысл.

Начальные условия в момент $t_0 = 0$ от Р.Х.: $Ч_0 = 0,1$ млрд.; $М_0 = 0,1$ млрд.; $Б_0 = 196,805$. Здесь появляется новое, чисто человеческое, состояние — труд (Т), которое дало название К-модели. Отсюда следует, что $C = Ч_0 + Б_0 + М_0 + T_0 = 197,005$ млрд. человеколет.

К-модель на Рис.4.1 предполагает, что трудозатраты человечества (Т) пропорциональны и числу людей (Ч), и числу мест (М), причём и люди, и места растворены в биоте мощности C (переход 1). Это относится и к числу вновь созданных мест, и к числу выживших людей, причём численность мест проживания людей не убывают ни от труда, ни от размножения (тип переходов d_1 и d_3 сохраняющий — 4). Размножение людей пропорционально и количеству мест, и количеству людей, растворённых во всём множестве автоматов. А вот приложение труда к биоте, происходящее в том же растворе, приводит к превращению и этих трудозатрат, и биоты в место техносферы (тип перехода d_2 линейный удаляющий — 6). Задержка на 23 года для взросления людей подобрана так, чтобы обеспечить хорошее совпадение с известными данными палеодемографии и демографии. Совпадение получилось очень точное. К-сеть демографического процесса и её матричное представление изображены на Рис.4.2. В вершинах-переходах записаны интенсивности, т.е. среднее число переходов за единицу времени, равную одному году. В вершинах-позициях записаны переменные маркеры, т.е. число автоматов, находящихся в соответствующем состоянии. Справа на Рис.4.2 показаны матрицы **In**, **Out**, **D** и вектор-столбец **R** матричного описания К-сети. Выполняя матричное умножение $D \bullet R$ получим дифференциальные уравнения для К-модели и нормировку. Для всей области адекватного поведения К-модели $T < B$, т.е. $\min T, B = T$, вследствие чего дифференциальные уравнения имеют вид:

$$dЧ/dt = Ч_{t-23} \cdot M/C$$

$$dM/dt = T$$

$$dB/dt = -T$$

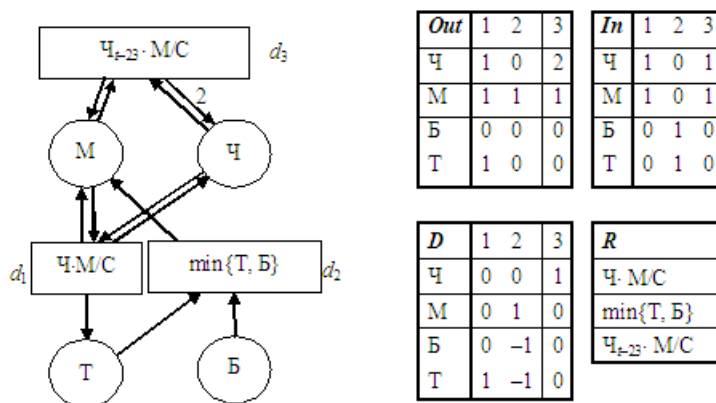
$$dT/dt = Ч_{t-23} \cdot M/C - T$$

$$Ч + M + B + T = C = 197,005$$



Р и с у н о к 4.1

Демографический процесс перехода в эконопаузу. Трудовая К-модель



Р и с у н о к 4.2

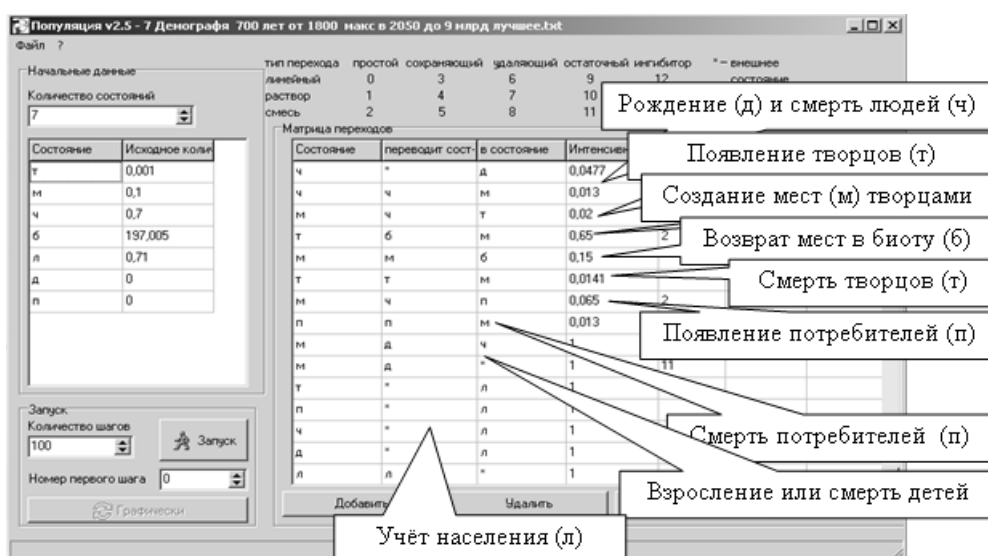
К-сеть и матричное представление демографического процесса в биосфере

Впрочем, имеющаяся программа реализации К-моделей позволяет обойтись без составления и решения этих уравнений. Результаты моделирования приведены на Рис.4.1 для 1900–2050 гг., что позволяет увидеть процесс потери адекватности К-модели. Кроме того, нами было построено множество К-моделей демографического взрыва и экологической катастрофы, которые абстрагируются от каких-то аспектов реального демографического процесса: труда, задержек, смертности и т.п., но при этом учитывают иные аспекты реальности. Подробно рассматривать эти модели нет смысла в силу их ограничения 1975 годом, когда кончается экодефицит и начинается эконопауза.

5. К-модель демографического кризиса в эконопаузе

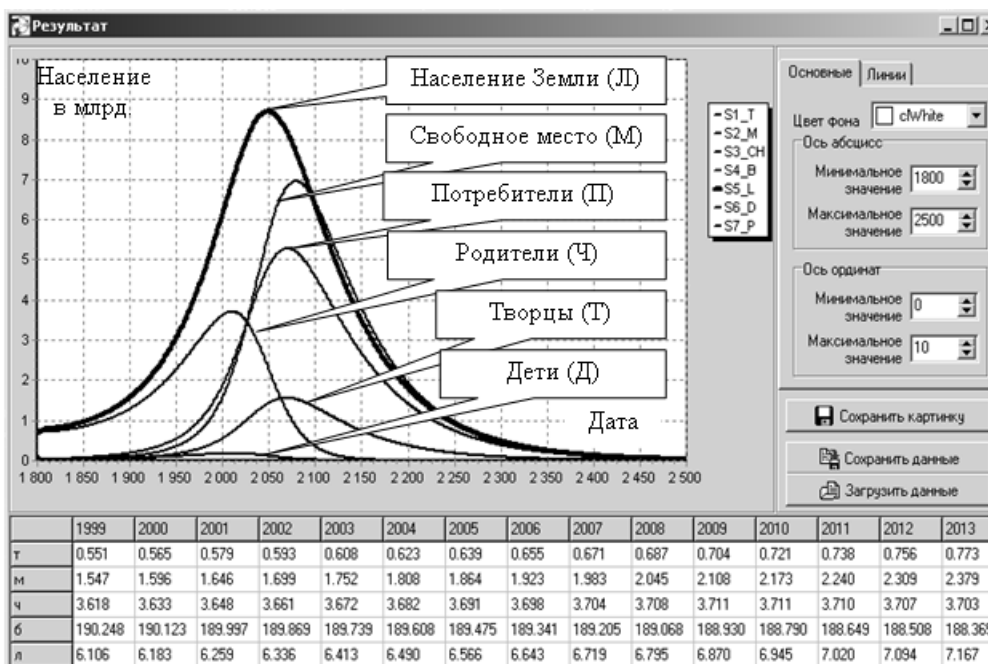
С началом экологической паузы К-модели демографического взрыва постепенно теряют и адекватность, и эмпирический смысл. Для того чтобы получить более адекватный

результат следует моделировать рост населения с учетом господствующей в обществе мотивации репродуктивного поведения. Здесь тоже действуют естественные факторы: рождение детей (Д) из внешнего состояния (*), элиминация детей, не нашедших места, во внешнюю среду (*), смертность всех людей с освобождением места (М), рост ёмкости экологической ниши (М). В индустриальном и постиндустриальном обществе добавляются ещё два фактора, замещающих репродуктивное поведение: во-первых, обучение молодёжи и появление творцов (Т) экониши; во-вторых, появление избыточного места (М) и потребителей (П).



Р и с у н о к 5.1

К-модель демографического кризиса эпохи модерна с 1800 по 2500 г.



Р и с у н о к 5.2

Демографический процесс эпохи модерна и постмодерна с 1800 по 2500 г. В строке Л дана модельная численность населения Земли, очень хорошо совпадающая с данными Всемирного Банка [12] и статистическим прогнозом.

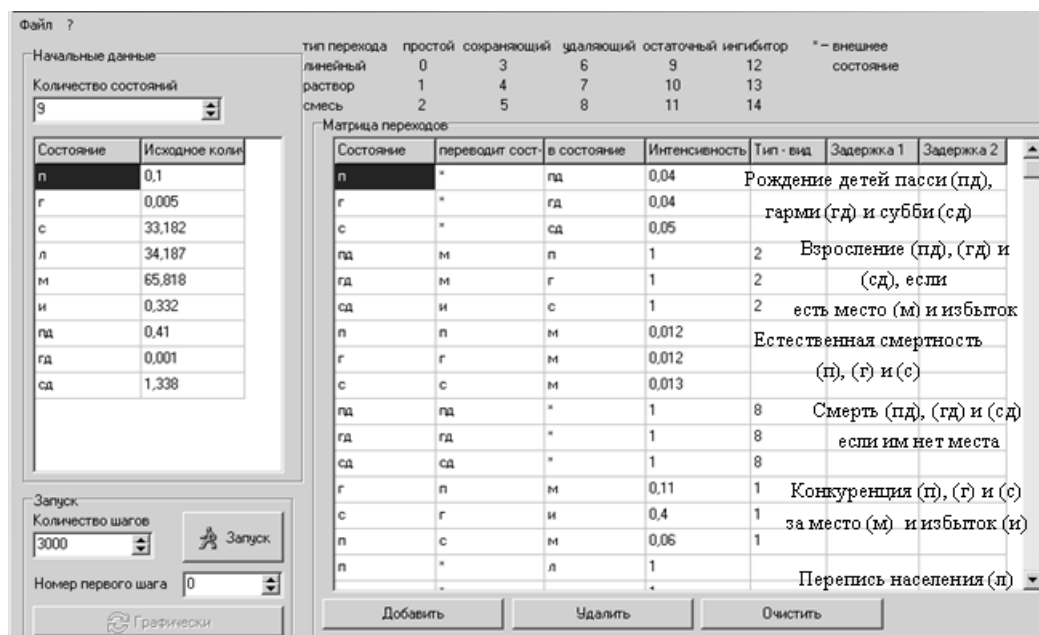
Будем полагать, что творчество и потребление исключают размножение, но не исключают смертность. Ясно, что каждый человек может попеременно выполнять все три функции: репродуктивную, творческую и потребительскую, поэтому численности Ч, Т и П относятся к людям, которые заняты данной функцией в текущий момент времени. Естественная рождаемость согласно демографической статистике – 47,7 детей на 1000 человек населения. В нашей К-модели вся смертность сводится к детской смертности, а выжившие дети, став взрослыми людьми, живут до 77 лет, творцы – до 71 года. Это упрощение не слишком искажает результат. Средняя продолжительность жизни соответствует реальной. Приходится подбирать только коэффициенты появления творческих людей и потребителей. Ближайшая к наблюдаемому [12, 13] мировому демографическому процессу К-модель с 1800 г. по 2500 г. показана на Рис.5.1.

Результаты на Рис.5.2 показывают, что если репродуктивное поведение людей не изменится, постиндустриальная цивилизация вымрет.

6. К-модель этногенеза

Демографический процесс отражает человеческий способ приспособления к природной среде – расширение своей экологической ниши, т.е. техносферы. *Этногенез* – продукт внутривидовой конкуренции людей за экологическую нишу. Согласно Л. Н. Гумилёву в социальной жизни этноса конкурируют три *социотипа* человека: *пассионарии* (*пасси*), *гармоничники* (*гарми*) и *субпассионарии* (*субби*). При этом пасси вытесняют субби, гарми вытесняют пасси, а субби вытесняют гарми, извлекая избыточность Рис.6.1. У этих трёх социотипов различно и экологическое поведение. Пасси обеспечивают рост техносферы, гарми – её сохранение, а субби – её разрушение.

По нашему мнению и вопреки Гумилёву пасси не обладают повышенной биоэнергетикой. Они тормозят (по Павлову) свои биологические инстинкты вплоть до *жертвенности*. Гарми трудолюбивы, но не противоречат витальным инстинктам. Субби живут ради удовлетворения биологических потребностей засчёт гарми. А поскольку численность субби контролируют пасси, то как только пасси практически уничтожены, эксплуатация гарми со стороны субби приводит к *обскурации*, *депопуляции* и *гибели* этноса.



Р и с у н о к 6.1

К-модель этногенеза как конкуренции пасси (П), гарми (Г) и субби (С)

При компьютерной реализации модели этногенеза ясно видно чередование фаз с разными типами поведения, видны *волны* преобладания пасси, гарми и субби и все описанные Гумилёвым фазы этногенеза: *подъём, акме, надлом, инерция, обскурация*. Эта последовательность продолжается 1400–1500 лет, после чего начинается новый этногенез с той же последовательностью фаз. Время исторического существования этноса продолжается 1100–1200 лет и включает *акме, надлом и инерцию*. Это эпоха расцвета культуры и цивилизации. Остальные 300–400 лет приходятся на переходные эпохи: *подъём и обскурацию*.

В фазах *подъёма* и *акме* доминирует пассионарное поведение. В фазе *надлома* происходит смена пассионарной доминанты на гармоничную. В инерционной фазе доминируют гарми, а в фазе *обскурации* субби. Обскурирующий этнос, по Тойнби, обычно становится жертвой *нашествия пассионарных варваров*, что приводит к новому витку этногенеза. На прилагаемых рисунках (Рис.6.2, 6.3, 6.4) графики численности социотипов наложены на исторические события в различных этносах: Древний Египет, Рим и Западная Европа и Россия. Для России имеются два способа наложения этих же кривых на её историю: по источникам РПЦ и по Гумилёву. Ещё одна деталь нашей модели этногенеза — депопуляция этноса почти до нулевой численности. В реальности пассионарное и гармоничное население не вымирает, а *замещается* или *отпадает* от этноса подобно отпадению христиан от язычников.

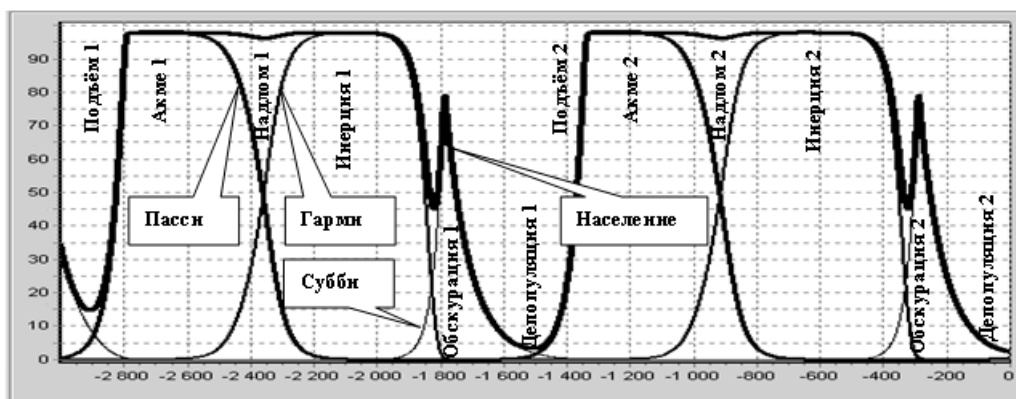


Рисунок 6.2

Два классических цикла этногенеза в Древнем Египте

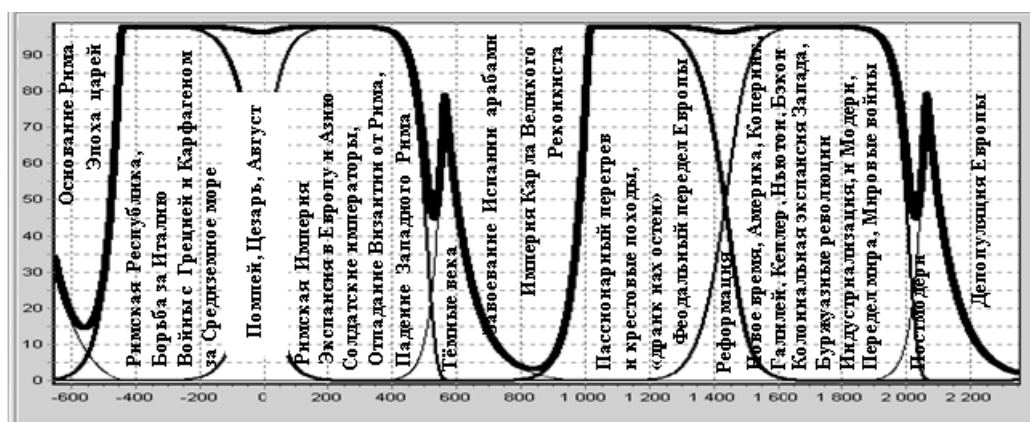


Рисунок 6.3

Этногенез в Западной Европе от Рима до Европейского Союза. Та же последовательность этапов этногенеза, что и в Египте



Рисунок 6.4

Этногенез в России по Л.Н. Гумилёву с 1250 по 2700 годы

7. Результат

Построенные модели исходят из предположения о благополучном развитии всей земной цивилизации без катастроф и мировых войн. К сожалению, результаты не могут порадовать оптимистическими прогнозами. Человечество вступило в эпоху глобального кризиса. Этот кризис сильнее всего затрагивает технические цивилизации — Запад и Россию,

но за ними неизбежно последуют и развивающиеся страны. Из исторических наблюдений, математических и каузальных моделей демографии и этногенеза вытекают следующие выводы.

1. Современное человечество прошло три крупных этапа антропогенеза: (1) эпоха расселения по планете Земля [10]; (2) эпоха экологического дефицита и этногенеза, как результата конкуренции людей за экологическую нишу на Земле [7]; (3) эпоха экологической паузы и мирового экологического кризиса [2-4]. Экопауза завершается в XXI веке, после чего начинается вымирание постиндустриальной цивилизации и, возможно, замена современного *homo sapiens* новым видом разумных людей.

2. Если репродуктивное поведение людей не изменится, постиндустриальная потребительская цивилизация вымрет.

3. Исторический процесс в эпоху экодефицита детерминирован, в основном, этногенезом – объединением людей, родственных генетически, психологически и социокультурно, в борьбе за экологическую нишу на Земле [7].

4. Конкуренция происходит не только между этносами, но и внутри этносов, как минимум, между тремя генотипами людей: пасси, гарми и субби.

5. Основные исторические повороты происходят при смене этапов этногенеза, когда меняется доминанта социального поведения. С небольшими вариациями коэффициентов это наблюдается на моделях этногенеза и в Египте, и в Европе, и в России. Это, очевидно, общая закономерность этногенеза.

6. Хорошее совпадение волн этногенеза в Египте, Западной Европе, России (это одна и та же кривая) говорит о том, что этногенез практически не зависит от климата, расы, культуры, календарного времени и уровня технологии. Это значит, что этногенез, скорее всего, не социокультурное и не экономическое, а природное явление, связанное с генетикой человека как биологического вида.

7. Для появления носителей пассионарной и иной генетики нет необходимости в каком-то космическом вмешательстве. Волны этногенеза возникают, как и в модели «хищник-жертва», из-за нелинейности процессов конкуренции людей.

8. Исторический процесс объективен, закономерен и практически не зависит от желаний и идей отдельных людей или социальных групп. Люди могут предлагать самые разумные и прогрессивные идеи или социальные институты, но тщетно. Всякая идея будет продуктивна тогда и только тогда, когда для её восприятия и реализации появится достаточное число генетически подходящих людей — пасси, гарми или даже субби.

9. На волне *подъёма* и *акме* доминирует самая жёсткая религиозная социокультурная установка, которая невыносима для возрастающей массы гарми, а потом и субби. В результате происходит *надлом*: смута, гражданская война или революция, смягчение нравов в пользу витальных инстинктов гарми и субби, установление социального равновесия и законности, а точнее — безразличия к высшим сакральным ценностям. Этот результат развития пассионарной культуры есть, собственно, *цивилизация*, как и утверждал О. Шпенглер [16].

10. В своём развитии цивилизация становится всё более агрессивной по отношению к культуре, породившей эту цивилизацию. Это приводит к *обскурации* — разгулу субби, отрицанию и осмеянию пассионарной *классической культуры*, её вытеснению массовой *поп-культурой*. После этого этнос, потерявший пассионарность, базовые ценности и мотивы для продуктивной деятельности, гибнет. Начинается *депопуляция*, беспокоящая деятелей культуры — так называемых *интеллектуалов*.

11. Интеллектуалы не знают ни фундаментальных законов истории, ни математики. Поэтому они не в состоянии понять происходящие процессы и горячо обсуждают разные *благоглупости* (Салтыков-Щедрин), окончательно разлагающие гибнущий этнос.

12. Теория этногенеза по Л.Н. Гумилёву в целом выдержала проверку математическим моделированием. Качественная картина этногенеза хорошо подтверждается. Однако если сменить некоторые коэффициенты в К-модели, можно получать различные сценарии этногенеза с пролонгированной фазой реликта, с различными длительностями волн этногенеза, с равновесными реликтовыми состояниями даже без тех или иных социотипов человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базыкин А. Д., *Нелинейная динамика взаимодействующих популяций*, Институт компьютерных исследований, Москва-Ижевск, М., 2003, 368 с.
2. Воробьев В. А., Воробьева Т. В., “Экологический императив и демографический процесс”, *Вестник Поморского университета. Серия естественные и точные науки*, 2003, № 1(3), 122–131.
3. Воробьев В. А., Воробьева Т. В., “Демографический парадокс, экология и религия”, *Свеча — 2003: Наука и Религия*, Сборник научных и методических работ по религиоведению и культурологии, ред. Е. И. Аринин, Поморский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Архангельск, 2003.
4. Воробьев В. А., Воробьева Т. В., “Экологическая пауза — системный кризис человечества”, *Труды АНИГ «Прогноз»*, **Выпуск 1**, Исследования в области глобального катастрофизма, ред. В. К. Журавлев, Новосибирск, 2006, 69–109.
5. Воробьев В. А., Березовская Ю. В., “Популяции взаимодействующих автоматов”, *Прикладная дискретная математика*, 2011, № 4, 89–104.
6. Воробьев В. А., Березовская Ю. В., *Теория систем и системный анализ. Стохастические системы.*, учебное пособие, ИПЦ САФУ, Архангельск, 2012, 147 с.
7. Гумилев Л. Н., *Этносфера: история людей и история природы*, ООО «Издательство АСТ», М., 2004, 575 с.
8. Данилевский Н. Я., *Россия и Европа. Взгляд на культурные и политические отношения Славянского мира к Германно-Романскому*, ГЛАГОЛЬ, СПб.; СПбГУ, 1995, 501 с., <http://www.booksite.ru/fulltext/yev/rop/ada/nil/index.htm>.
9. Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., *Синергетика и прогнозы будущего*, 2-е изд., Эдиториал УРСС, М., 2001, 288 с.
10. Капица С. П., *Сколько людей жило, живет и будет жить на Земле. Очерк теории роста Человечества*, Международная программа образования, М., 1999, 240 с.
11. Малков А. С., Коротаев А. В., Халтурина Д. А., “Экологическая пауза — системный кризис человечества”, *Новое в синергетике, новые проблемы, новое поколение*, ред. Г. Г. Малинецкий, Наука, М., 2007, 148–186.
12. *Народонаселение стран мира*, Справочник, 2-е изд., ред. Б. Ц. Урланис, Статистика, М., 1978.

13. *Страны и регионы. Статистический справочник Всемирного банка*, Пер. с англ., «Весь мир», М., 1999 – 2005.
14. Тойнби А. Дж., *Постижение истории*, <http://www.hrono.ru/index.php>.
15. Форрестер Дж., *Мировая динамика*, Наука, М., 1978.
16. Шпенглер О., *Закат Европы*, ВО «Наука», Сибирская издательская фирма, Новосибирск, 1993.

The population of automata is a model of the complex systems

© V. A. Vorob'ev⁴, Yu. V. Berezovska⁵, A. Yu. Kochnev⁶

Abstract. The article deals with the causal models (C-models) for the mathematical modelling of historical processes. Ways to apply the causal modelling method to the investigations historical processes are offered. We review the history of Western Europe and its extrapolation in the near future.

Key Words: causal net, causal model, mathematical modelling of historical processes

⁴ Professor, Department of Programming and High-Performance Computing, Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk; vva100@atnet.ru

⁵ Senior lecturer, Department of Programming and High-Performance Computing, Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk; myumla.myu@gmail.com

⁶ Chief of IT-education department, Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk; derxyz@yandex.ru