

## Об одном эффекте сжатия времени в историческом процессе

Б. М. Долгоносов  
[borismd31@gmail.com](mailto:borismd31@gmail.com)

Развитие человечества сопровождается гиперболическим ростом его численности (Foerster et al., 1960; Hoerner, 1975; Коротаев и др., 2007 а,б). Этот процесс наблюдается в течение многих тысяч лет и в настоящее время приближается к точке сингулярности, которая по некоторым оценкам попадает на 20-е годы текущего века. Понятно, что сингулярность физически не может быть достигнута, а лишь говорит о том, что в ее окрестности должен смениться демографический режим. Это и наблюдается с последней трети прошлого века в виде усиливающегося торможения роста. Сценарии дальнейшего развития весьма разнообразны: от стабилизации на уровне 10–12 млрд до падения численности в несколько раз.

В соответствии с информационной парадигмой (Долгоносов, 2009, 2010) численность человечества прямо связана со скоростью производства знаний (в том числе, в области медицины и других жизнеобеспечивающих технологий), которая нарастает гиперболически и является причиной такого же роста численности. Жесткая связь между численностью населения и скоростью производства знаний поддерживалась всю предшествующую историю развития человечества, поскольку переработка и накопление информации осуществлялась мозгом человека без применения внешних устройств. Однако в последнее время эта связь перестала быть жесткой из-за быстрого развития компьютерной техники, которая значительно расширила объем памяти человечества и ускорила процесс производства знаний. Более того, несмотря на современное торможение роста численности населения, скорость производства знаний продолжает быстро расти. Данные по воздействию компьютеров показывают, что этот рост идет в настоящее время по гиперболическому закону (Долгоносов, 2012). Накопление знаний обеспечивает совершенствование компьютерной техники, развитие Интернета, появление и расширение социальных сетей, что увеличивает скорость распространения информации.

Каждому историческому времени соответствует своя скорость распространения информации, которая отвечает уровню накопленных к данному моменту знаний. Скорость протекания социальных процессов в значительной мере определяется скоростью распространения информации, поэтому можно ожидать, что циклические социальные процессы будут ускоряться по мере продвижения вперед в историческом времени, приводя к уменьшению продолжительности циклов. Этот эффект можно назвать сжатием исторического времени. Наблюдать его в чистом виде довольно трудно, поскольку на реальные социальные процессы влияет множество факторов, искажающих их периодичность, а часто даже прерывающих эти процессы.

Рассмотрим проявление эффекта сжатия времени в отношении длительности существования несменяемой системы власти в разные исторические эпохи. Речь идет о системе, в которой структура управления сохраняется путем передачи власти наследнику или преемнику по решению узкого круга властной элиты без участия населения. Такая система власти является ригидной, не успевает подстраиваться к изменениям внешних условий и в конечном итоге разрушается. Поскольку внешние условия изменяются с нарастающей скоростью по мере продвижения в историческом времени, длительность существования такой системы власти должна соответствующим образом уменьшаться.

Подчеркнем, что нас интересует развал системы управления по внутренним причинам, а не ее разрушение военным путем в результате внешней агрессии. Предметом изучения, таким образом, являются системы, которые, несмотря на войны, сохранялись, а их разрушение было результатом накопления внутренних противоречий (естественно, при всегда существующем внешнем давлении). Представляется, что российская история после Смутного времени дает несколько примеров несменяемой ригидной власти, удовлетворяющей указанным условиям. Действительно, многочисленные военные конфликты не

разрушали власть в стране (иногда усиливая, иногда ослабляя ее), а ее падение было обусловлено преимущественно внутренними противоречиями. Такого рода ригидная власть была обычным явлением в предшествующие века, но в России она сохранилась и поныне (естественно, с некоторыми изменениями в духе времени). Поэтому можно надеяться увидеть именно в российской истории эффект сжатия времени.

Начиная с XVII века в истории России можно отметить три поворотных события, когда вместе со сменой режима власти происходил слом старой системы управления и возникновение новой. Вот эти события:

1) Смутное время (1598–1613 гг.), закончившееся установлением династии Романовых;

2) революции 1917 г., оборвавшие правление Романовых и положившие начало коммунистическому режиму; период хаоса связан с Гражданской войной, коренной перелом в которой произошел в марте 1920 г.;

3) распад СССР, оформленный 26 декабря 1991 г., который покончил с коммунистическим режимом и после короткого переходного периода (продолжавшегося, по видимому, до конца 1993 г.) превратился в режим номенклатурного капитализма с несменяемой властью; период хаоса начался в 1989 г. с провозглашения суверенитета республик и завершился подавлением мятежа 5 октября 1993 г. с последовавшим распадом единых Вооруженных Сил и принятием новой конституции 12 декабря того же года.

На основе этих исторических данных необходимо оценить, какой будет длительность существования ригидного режима в наше время, имея в виду продолжающийся гиперболический рост скорости производства знаний. Решение этой задачи осуществляется на основе модели информационной динамики (Долгоносков, 2010; Dolgonosov, 2010), которая кратко описывается ниже.

### Модель

Цивилизация развивается как динамическая система, производящая знания. Количество накопленных знаний  $q$  измеряется объемом памяти (бит), необходимым для записи этих знаний (при подсчете количества знаний язык описания и способ записи должны быть фиксированы, чтобы избежать неоднозначности). Мозг человека характеризуется средним объемом памяти  $m$  бит/чел и средней производительностью (средней скоростью производства знаний)  $w_1$  бит/(чел·год). Для человечества численностью  $N$  суммарный объем памяти равен  $R = mN$ , а общая скорость производства знаний  $dq/dt = w_1 N$ . В памяти содержится разнородная информация, из которой знания составляют лишь малую часть, получаемую в результате сжатия всего массива информации и выделения из него полезных сведений. Сжатие происходит по логарифмическому закону (Dolgonosov, 2010)  $q = q_c \ln(R/R_c)$ , где  $q_c$  и  $R_c$  — некоторые положительные параметры. Этот закон надо рассматривать как асимптотический, справедливый при  $R \gg R_c$ . Из закона сжатия и соотношения  $R = mN$  следует зависимость численности человечества и скорости производства знаний от количества накопленных к этому моменту знаний

$$N = N_c \exp(q/q_c), \quad dq/dt = w \exp(q/q_c),$$

где  $N_c = R_c/m$ ,  $w = w_1 N_c$ . Отсюда можно также получить квадратичный закон роста численности  $dN/dt = rN^2$ , где  $r = w_1/q_c$ . Если в начальный момент  $t = 0$  уровень знаний был  $q_0$ , а численность  $N_0 = N_c \exp(q_0/q_c)$ , то в дальнейшем знания и численность будут расти следующим образом:

$$q = q_c \ln \frac{1}{N_c r (t_{s_0} - t)}, \quad N = \frac{1}{r (t_{s_0} - t)},$$

где  $t_{s_0} = (rN_0)^{-1}$  — момент сингулярности, при приближении к которому количество знаний и численность неограниченно растут. Видно, что рост численности человечества под-

чиняется гиперболическому закону, открытому ранее эмпирически (Foerster et al., 1960; Hoerner, 1975).

При выводе этих зависимостей предполагалось, что средняя производительность человека  $w_1$  постоянна. В действительности же она должна немного варьировать вместе с изменением активности людей, которая может быть связана, например, с социально-экономическими циклами. В этом случае на гиперболический тренд, поддерживаемый всей цивилизацией, накладывается циклический социальный процесс, который приводит к колебаниям производительности  $w_1$  и связанной с ней величины  $w$ , определяющей динамику прироста знаний:  $w(q) = w_0[1 + \varepsilon \cos(\omega q / q_c + \varphi)]$ , где  $\omega$  — циклическая частота,  $\varphi$  — фаза,  $w_0$  — значение  $w$  в отсутствие колебаний. Амплитуда колебаний  $\varepsilon$  мала, поскольку в событиях активно участвует, как правило, небольшая часть населения (порядка нескольких процентов), слабо связанного с производством знаний. Теперь уравнение производства знаний выглядит так:

$$dq/dt = w_0[1 + \varepsilon \cos(\omega q / q_c + \varphi)] \exp(q / q_c).$$

Решая это уравнение с точностью 1-го порядка по малому параметру  $\varepsilon$ , получим

$$\exp(-q / q_c) [1 + \varepsilon \sin \theta \sin(\omega q / q_c + \varphi - \theta)] = N_c r (t_s - t),$$

где

$$t_s = t_{s0}(1 + \varepsilon \sin \theta \sin \psi),$$

$$\psi = \omega \ln \frac{N_0}{N_c} + \varphi - \theta, \quad \sin \theta = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2}}, \quad \cos \theta = \frac{\omega}{\sqrt{1 + \omega^2}},$$

$t_s$  — смещенный под влиянием периодического процесса момент сингулярности.

Используя разложение по  $\varepsilon$ , можно найти  $q(t)$ . Последующее дифференцирование приводит к следующей зависимости скорости производства знаний от времени (члены второго и более высоких порядков по  $\varepsilon$  отбрасываем)

$$\frac{dq}{dt} = \frac{q_c}{t_s - t} \left[ 1 + \varepsilon \cos \theta \cos \left( \omega \ln \frac{t_{s0}}{t_s - t} + \psi \right) \right], \quad (1)$$

В моменты наибольшей социальной активности происходит смена власти — разрушение старой и возникновение новой системы управления. В эти моменты волна колебаний активности в сфере производства знаний, наоборот, достигает нижнего уровня, которому соответствует значение последнего косинуса в (1), равное  $-1$ . Это происходит в моменты времени  $t_n$ , удовлетворяющие условию

$$\omega \ln \frac{t_{s0}}{t_s - t_n} + \psi = \pi + 2\pi n, \quad (2)$$

где  $n$  — целое. Введем обозначения

$$x_n = \ln(t_s - t_n), \quad (3)$$

$$x_0 = \ln t_{s0} + (\psi - \pi) / \omega, \quad \tau = 2\pi / \omega,$$

с помощью которых уравнение (2) можно записать как  $x_n = x_0 - \tau n$ . Отсюда следует рекуррентное соотношение

$$x_{n-1} - x_n = \tau, \quad n = 1, 2, \dots \quad (4)$$

Находя отсюда  $x_n$ , можно определить дату наступления  $n$ -го события:  $t_n = t_s - \exp(x_n)$ . Используем полученные соотношения для конкретных расчетов.

### Результаты расчетов

Будем исходить из трех ключевых моментов российской истории, о которых говорилось выше. Обозначим их в хронологическом порядке  $t_1, t_2, t_3$ . Соотношения (3)–(4) представим в виде

$$\ln \frac{t_s - t_1}{t_s - t_2} = \ln \frac{t_s - t_2}{t_s - t_3} = \tau.$$

Из этих двух уравнений находим неизвестные параметры  $t_s$  и  $\tau$ :

$$t_s = \frac{t_2^2 - t_1 t_3}{2t_2 - t_1 - t_3}, \quad \tau = \ln \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_2}.$$

Результаты вычислений представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные события и даты: исходные данные и результаты расчетов

$n$	Событие	Дата	$t_n$	$x_n$
0				7.3973
1	Конец смутного времени. Капитуляция польского гарнизона в Кремле	8 ноября 1612 г.	1612.855	6.0065
2	Октябрьский переворот. Роспуск Временного правительства	7 ноября 1917 г.	1917.852	4.6157
3	Мятеж. Разгон Верховного Совета	5 октября 1993 г.	1993.762	3.2250
4	Гипотетическое событие	27 августа 2012 г.	2012.655	1.8342
	Локальная сингулярность	30 ноября 2018 г.	$t_s = 2018.915$	
	Глобальная сингулярность по Foester et al. (1960)	13 ноября 2026 г.	$t_{s0} = 2026.868$	

Значения параметров модели:

$$t_s = 2018.915, \quad \tau = 1.3908, \quad x_0 = 7.3973. \quad (5)$$

Кроме того,  $\omega = 4.5178$ ,  $\theta = 0.2178$ . Значения еще двух модельных параметров  $\psi$  и  $\varepsilon$  можно найти из формул

$$\psi = \pi + \omega(x_0 - \ln t_{s0}), \quad \varepsilon = \frac{t_s - t_{s0}}{t_{s0} \sin \theta \sin \psi},$$

подставляя в них значения (5) и оценку момента глобальной сингулярности  $t_{s0}$ , приведенную в табл. 1:

$$\psi = 2.1613, \quad \varepsilon = -0.02186.$$

Рассчитанный таким образом момент наступления следующего события  $t_4$  представлен в табл. 1.

### Обсуждение

Локальная сингулярность достигается за 8 лет до глобальной сингулярности, момент наступления которой взят из основополагающей работы (Foester et al., 1960), хотя известны и другие оценки момента глобальной сингулярности (Hoerner, 1975; Коротаев и др., 2007 а,б).

При построении модели предполагалось, что амплитуда колебаний активности в историческом процессе мала  $|\varepsilon| \ll 1$ . Расчеты дают  $|\varepsilon| \approx 0.02$ , что подтверждает это предположение. Следовательно, можно ограничиться учетом членов не выше первого порядка по  $\varepsilon$ , как и было сделано в теоретических выкладках.

Гипотетическое событие, дата наступления которого представлена в табл. 1, — это разрушение существующего ригидного режима. Вообще, описанное выше сжатие сроков существования таких режимов по мере приближения к точке сингулярности обусловлено

тем, что человечество накапливает знания, которые способствуют росту скорости распространения информации и ее правильной интерпретации, обеспечивая противодействие дезинформации со стороны правящего режима, что в конечном итоге делает общество более открытым и увеличивает его влияние на власть.

Между тем, есть несколько обстоятельств, которые ограничивают применимость полученного прогноза. Прежде всего, это выбор предшествующих моментов смены режимов, фиксация которых достаточно условна, поскольку имеются определенные переходные стадии. В связи с этим возникает вопрос, насколько чувствителен полученный результат — дата наступления гипотетического события  $t_4$  — к варьированию моментов времени  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  предшествующих событий. Для оценки чувствительности рассмотрим несколько вариантов расчета с изменяющимися значениями  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  (варьируем одну из величин при сохранении двух других, их значения приведены в табл. 1):

1) варьирование  $t_1$ :

$$t_1 = 1605 \text{ (смерть Бориса Годунова), } \Rightarrow t_4 = 2012.2;$$

$$t_1 = 1613 \text{ (воцарение Михаила Романова), } \Rightarrow t_4 = 2012.7;$$

$$t_1 = 1619 \text{ (окончание русско-польской войны), } \Rightarrow t_4 = 2013.0;$$

2) варьирование  $t_2$ :

$$t_2 = 1917.2 \text{ (15 марта, отречение Николая II), } \Rightarrow t_4 = 2013.0;$$

$$t_2 = 1920 \text{ (коренной перелом в Гражданской войне), } \Rightarrow t_4 = 2011.5;$$

3) варьирование  $t_3$ :

$$t_3 = 1993.24 \text{ (28 марта 1993 г., попытка импичмента президента), } \Rightarrow t_4 = 2011.9;$$

$$t_3 = 1993.95 \text{ (12 декабря 1993 г., принятие конституции РФ), } \Rightarrow t_4 = 2012.94.$$

Видно, что влияние варьирования убывает по мере удаления от прогнозируемого события. Наиболее сильно влияет на  $t_4$  неопределенность в  $t_3$ , а меньше всего — в  $t_1$ . При указанном варьировании величина  $t_4$  изменяется в интервале 2011.5–2013.

Если представить себе гипотетическую стационарную ситуацию без наращивания знаний, то процесс становления властного режима, его укрепления, достижения максимальной силы, а затем деградации и падения выглядел бы как простой колебательный процесс с определенным периодом и амплитудой. В стационарных внешних условиях эти параметры были бы постоянными. Однако реальные условия далеки от стационарных: во-первых, действуют случайные внешние факторы, а во-вторых, идет накопление знаний, которое уводит все дальше от исходного состояния. Действие случайных факторов можно сгладить, если рассматривать среднестатистические значения периода и амплитуды, что неявно предполагает существование статистического ансамбля идентичных систем, позволяющее найти среднее по этому ансамблю. Понятно, что в реальной истории такого ансамбля нет, а есть лишь одна конкретная реализация исторического процесса, в которой колебания предстают в более или менее искаженном виде из-за влияния случайных факторов. Таким искажениям в той или иной мере подвержены и ключевые события смены власти, приведенные в табл. 1, которые взяты в качестве основы для определения параметров колебательного процесса. Насколько велики эти искажения по сравнению с идеальной периодичностью, невозможно установить априори. Это одна из причин, по которой результаты прогнозных расчетов могут быть неточны. Другая причина — это, как уже отмечалось, действие случайных факторов, которые могут повлиять непосредственно на прогнозируемое событие, сместив момент его появления. В связи с этим результаты расчетов нужно воспринимать лишь как приблизительную оценку времени жизни ригидного режима власти. Тем не менее, эффект сокращения времени жизни бесспорно существует, как это видно из сопоставления длин интервалов между ключевыми точками: 1917–1612 = 305 лет, 1993–1917 = 76 лет, 2012–1993 = 19 лет (последний результат гипотетический).

**Выводы.** Оценки на основе модели информационной динамики, откалиброванной по трем точкам крушения режимов власти в истории России, показывают сокращение времени жизни ригидных режимов с течением исторического времени. Найдено, что ригидный режим в современной России имеет среднее время жизни примерно 19 лет. Этот результат надо рассматривать как тенденцию, а не как предсказание конкретной даты, поскольку к концу времени жизни режима социальная система выходит на границу устойчивости, когда решающее влияние приобретают случайные краткосрочные процессы, могущие обрушить систему раньше расчетного момента или, наоборот, отодвинуть на некоторое время момент потери устойчивости.

### Список литературы

- Долгоносков Б.М., 2009. Нелинейная динамика экологических и гидрологических процессов. М.: Либроком/URSS.
- Долгоносков Б.М., 2010. Влияние информационных и экологических факторов на глобальную демографическую динамику // Анализ и моделирование глобальной динамики (серия: История и математика). М.: Либроком/URSS. С. 186–229.
- Долгоносков Б.М., 2012. Доминирующий тип памяти определяет тип цивилизации и динамику ее роста // История и математика, 2012 (в печати).
- Коротаев А.В., Малков А.С., Халтурина Д.А., 2007а. Законы истории: Математическое моделирование Мир-Системы. Демография, экономика, культура. М.: КомКнига/URSS.
- Коротаев А.В., Комарова Л.Н., Халтурина Д.А., 2007б. Законы истории: Вековые циклы и тысячелетние тренды. Демография, экономика, войны. М.: КомКнига/URSS.
- Dolgonosov, B.M., 2010. On the reasons of hyperbolic growth in the biological and human world systems // Ecological Modelling 221, 1704–1711.
- Dolgonosov B.M. Knowledge production, hyperbolic growth and phase transitions in biosystems // Studia Universitatis 2012 (in press).
- Foerster H. von, Mora P.M., Amiot L.W., 1960. Doomsday: Friday, 13 November, A.D. 2026 // Science 132, 1291–1295.
- Hoerner S. von, 1975. Population explosion and interstellar expansion // Journal of British Interplanetary Society 28, 691–712.