



С.Ю. Малков

Современная «эпоха перемен»: о  
российском докладе Римскому клубу

***Рекомендуемая форма библиографической ссылки***

Малков С.Ю. Современная «эпоха перемен»: о российском докладе Римскому клубу // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 6-й Международной конференции (2-3 февраля 2023 г., Москва). — М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2023. — С. 73-97. — <https://keldysh.ru/future/2023/4.pdf> <https://doi.org/10.20948/future-2023-4>

Размещено также [видео выступления](#)

# Современная «эпоха перемен»: о российском докладе Римскому клубу

С.Ю. Малков

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

**Аннотация.** В статье изложены результаты исследований по математическому моделированию и прогнозированию мировой динамики, выполненных в МГУ им. М.В. Ломоносова под руководством академиков В.А. Садовниченко и А.А. Акаева. Материалы статьи отражают взгляд российских ученых на кардинальные изменения, происходящие в мире в последние десятилетия, на основе моделирования долгосрочных (длительностью в сотни и тысячи лет) макросоциальных процессов. Сделан анализ вариантов дальнейшего мирового развития. Анализ и моделирование показали, что взаимодействие в системе «общество–природа» будет зависеть от типа социальных взаимодействий, который сформируется в будущем обществе.

**Ключевые слова:** моделирование и прогнозирование мировой динамики, историческое развитие, пределы роста, математическая модель

# The modern “era of Change”: About the Russian report to the Club of Rome

S.Yu. Malkov

*Lomonosov Moscow State University*

**Abstract.** The article presents the results of research on mathematical modeling and forecasting of world dynamics carried out at Lomonosov Moscow State University under the guidance of academicians V.A. Sadovnichy and A.A. Akaev. The materials of the article reflect the view of Russian scientists on the cardinal changes taking place in the world in recent decades, based on modeling of long-term (lasting hundreds and thousands of years) macro-social processes. The analysis of options for further world development is made. Analysis and modeling have shown that the interaction in the “society–nature” system will depend on the type of social interactions that will be formed in the future society.

**Keywords:** modeling and forecasting of world dynamics, historical development, limits of growth, mathematical model

## **Введение**

В 2022 году исполнилось 50 лет со дня опубликования первого (и наиболее известного) доклада Римского клуба «Пределы роста» [1]. Этот доклад был ярким событием во многих отношениях: он привлек внимание мировой общественности к глобальным экологическим проблемам, продемонстрировал возможности долгосрочного (на многие десятки лет вперед) прогнозирования, предложил методологию математического моделирования глобальных процессов, основанную на «системной динамике».

С тех пор долгосрочное моделирование и прогнозирование мировой динамики стало важным направлением научных исследований, которому посвящено большое количество работ (см., например, обзор в [2]). В МГУ им. М.В. Ломоносова исследования в этом направлении ведутся на протяжении более 10 лет под руководством академиков В.А. Садовниченко и А.А. Акаева (см., например, [2–6] и др.). За 50 лет, прошедших со времени опубликования «Пределов роста», в мире произошло много изменений. По инициативе акад. В.А. Садовниченко в 2022 г. был подготовлен и направлен руководству Римского клуба доклад «Преодолевая пределы роста», отражающий взгляд российских ученых на эти изменения. Ключевые положения данного доклада представлены в работе [7]. Ниже в сжатом виде приведена информация о содержании и основных мыслях доклада в соответствии с публикацией [8].

## **Современная «эпоха перемен» и методы ее анализа**

1. Мир быстро меняется. В XX в. темпы демографического и экономического роста достигли беспрецедентно высоких значений<sup>1</sup> (см. рис. 1 и 2).

В докладе Римскому клубу «Пределы роста» [1], опубликованному в 1972 г., на основе расчетов по математической модели было показано, что, если развитие человечества будет продолжаться инерционным образом, то неминуемо произойдет катастрофа, связанная с истощением ресурсов, обострением экологических проблем, нехваткой продовольствия и т.п.

Однако, начиная с 1970-х гг., ситуация стала стремительно изменяться: началось резкое «торможение» глобальных демографических и экономических характеристик (рис. 3). Вместо гиперболического роста демографические прогнозы предсказывают быструю стабилизацию, а при определенных условиях и резкое снижение численности населения (рис. 4).

---

<sup>1</sup> Наблюдавшийся рост на удивление хорошо описывался гиперболической зависимостью с точкой сингулярности в районе 2026 г. Первым это отметил Фон Ферстер в 1960 г. в своей статье «Конец света. Пятница, 13 ноября 2026 года» [9], где в названии статьи указана точка сингулярности, полученная в результате гиперболической аппроксимации статистических данных по динамике численности населения Земли.

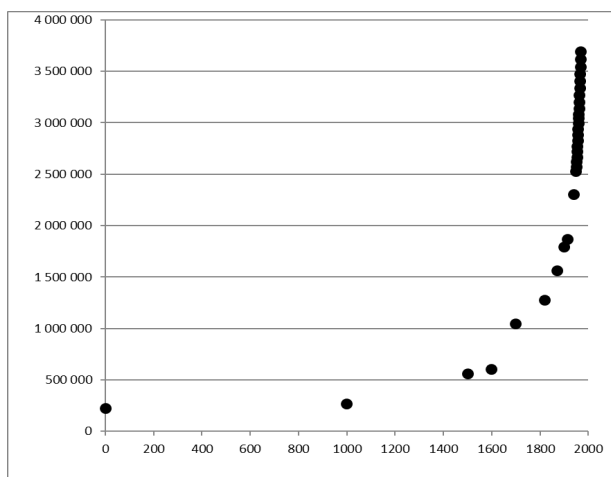


Рис. 1. Динамика численности населения мира с начала нашей эры до середины XX в. (тыс. чел.) [10]

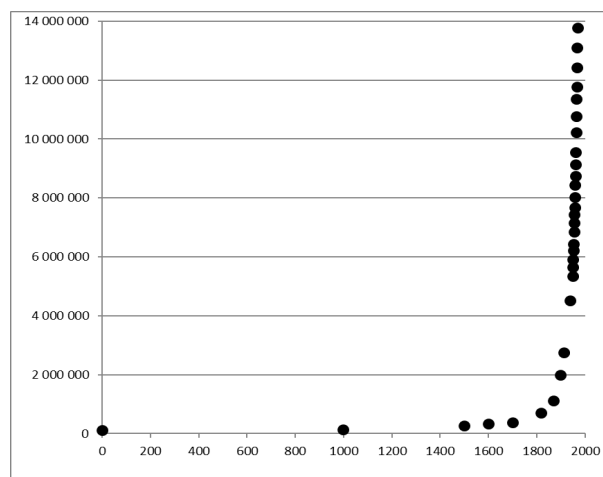


Рис. 2. Динамика мирового ВВП с начала нашей эры до середины XX в. (млн долл. США, 1990 г.) [10]

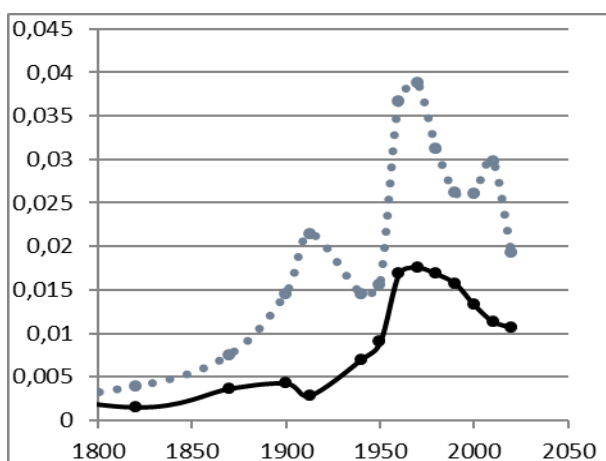


Рис. 3. Динамика усредненных по десятилетиям темпов относительного годового прироста численности населения Земли (сплошная линия) и мирового ВВП (пунктир) [10]

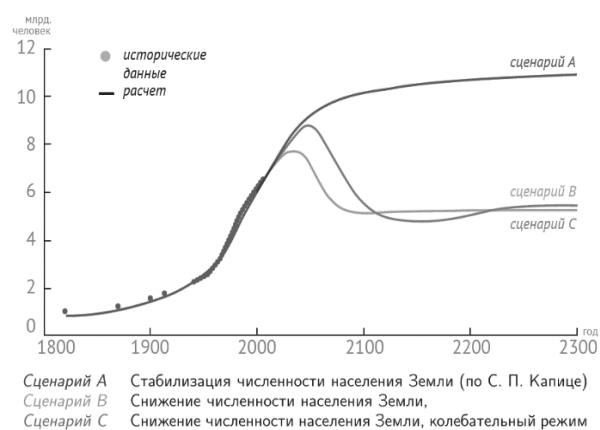


Рис. 4. Возможные сценарии демографической динамики (млрд чел.) [3]

Естественно, возникает вопрос, что происходит, с чем связаны такие резкие изменения, чего ожидать в будущем.

2. В научной группе МГУ им. М.В. Ломоносова под руководством академиков В.А. Садовниченко и А.А. Акаева была отработана методология долгосрочного моделирования и прогнозирования мировой динамики. Исследование перспектив будущего развития мировой системы базировалось на следующих методологических предпосылках:

– происходящие в мире изменения носят фундаментальный и долгосрочный характер, поэтому они должны рассматриваться в широком исто-

рическом контексте (а не просто как продолжение тенденций XX в.<sup>2</sup>). «Лицом к лицу лица не увидать. Большое видится на расстоянии» (С. Есенин). Соответственно, при моделировании мировой динамики должен быть реализован *исторический подход*: взгляд на современную ситуацию как на определенную стадию макроисторического развития, как на определенный этап исторической трансформации мировой системы;

– при таком подходе на первый план в качестве важнейшего фактора человеческой истории выходит *технологическое* развитие, которое, в конечном итоге, влияет на все сферы жизни: на экономику, демографию, социальные и политические взаимодействия. При этом технологическое развитие происходит не равномерно, а рывками (принимающими вид «технологических революций»), что предопределяет неравномерность исторического процесса;

– в соответствии с этим объектами исследования и моделирования являются *базовые процессы* (включая социальные и политические процессы), определяющие особенности взаимодействия различных сфер жизни на рассматриваемых этапах исторического развития. Соответственно, моделирование проводится на высоком уровне агрегации; целью моделирования является не столько определение конкретных значений переменных, сколько логика их долгосрочной динамики. Результаты моделирования при таком подходе целесообразно представлять не в виде графиков, отражающих изменение во времени значений тех или иных переменных в рамках конкретных сценарных условий, а с помощью *фазовых портретов*, отражающих картину в целом. Анализ динамики фазовых портретов позволяет выявить «*параметры порядка*» (то есть ключевые факторы, от которых зависит вид фазового портрета) и характеристики *устойчивости* экономического и социального развития на рассматриваемых этапах исторического развития (на основе анализа условий, при которых происходит кардинальная трансформация фазового портрета).

Для реализации данного подхода к анализу и моделированию мировой динамики осуществлялась следующая последовательность действий:

– была сформирована общая когнитивная схема, отражающая взаимодействие различных сфер жизни на разных этапах исторического развития;

– были предложены базовые уравнения, характеризующие эти взаимодействия; был проведен анализ того, как модифицируются эти уравнения в разные исторические эпохи с учетом особенностей рассматриваемого исторического периода;

---

<sup>2</sup> Такой подход лежит в основе методологии анализа и моделирования мировой динамики в работах Римского клуба [11].

– для каждой исторической эпохи на основе анализа соответствующей ей системы базовых уравнений был определен фазовый портрет и проведен анализ его особенностей. На основе этого анализа делались выводы о закономерностях мировой динамики в рассматриваемую эпоху.

Основной проблемой, с которой пришлось столкнуться в ходе исследований, являлась чрезвычайная многопараметричность рассматриваемой предметной области. Стремление учесть разнообразные детали с неизбежностью требовало введения дополнительных параметров и соотношений в систему уравнений, что делало ее непрозрачной и сложной для анализа. Поэтому важнейшей задачей исследования была задача максимального снижения размерности системы базовых уравнений путем выделения наиболее значимых процессов, определяющих долговременную динамику. Уравнения модели конструировались с целью фиксации наиболее важных закономерностей этих процессов. Также при построении и анализе фазовых портретов использовалась теорема А.Н.Тихонова, позволяющая путем разделения переменных модели на «быстрые» и «медленные» сделать этот анализ более прозрачным и выявить наиболее важные моменты.

3. Особенности реализации изложенного методического подхода изложены ниже.

3.1. Когнитивная схема, которая была положена в основу системы моделирования мировой динамики в разные исторические эпохи, приведена на рис. 5.

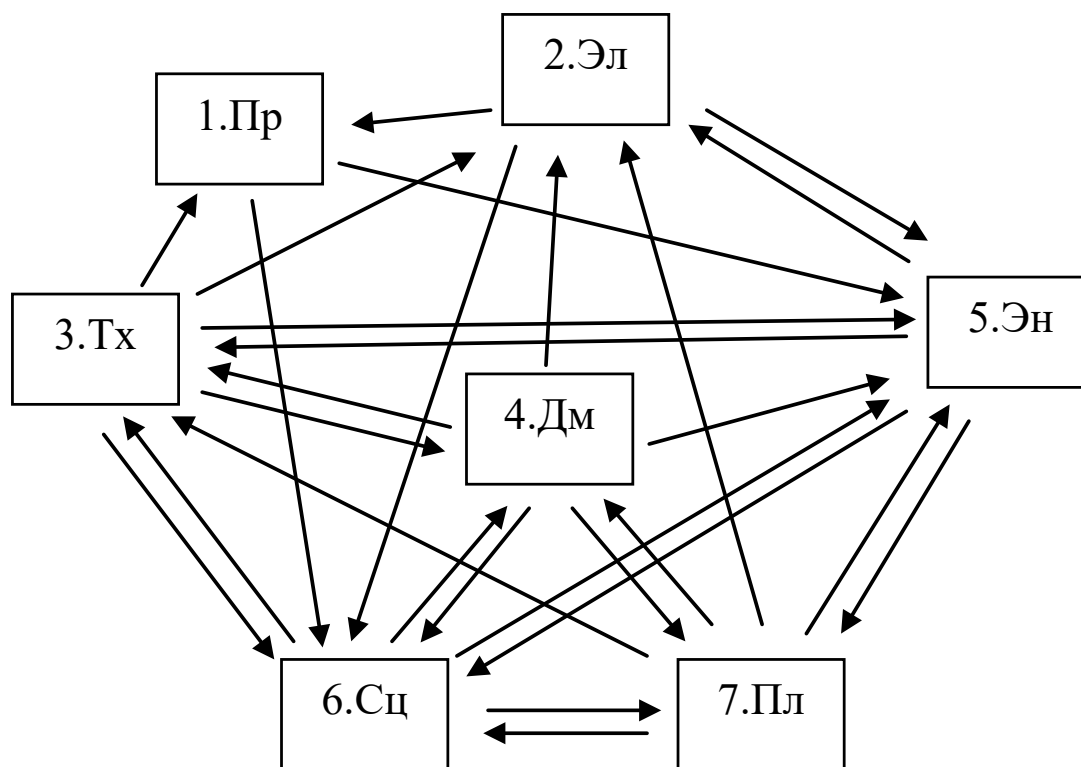


Рис. 5. Схема взаимодействия частных моделей при моделировании мировой динамики

Схема на рис. 5 представляет собой ориентированный граф, где вершины графа – отдельные сферы, а стрелки – влияние одной сферы на другую. На схеме приняты следующие обозначения для сфер: Пр – климат, природная среда, Эл – экология, Тх – технологии, Дм – демография, Эн – экономика (производство, экономические отношения), Сц – социосфера (социальные взаимодействия), Пл – политика (государственное управление, политические взаимодействия).

3.2. Каждая сфера описывалась базовыми динамическими уравнениями, характеризующими наиболее важные процессы и связи между ними. При описании конкретных исторических периодов в базовые уравнения вносились уточнения, отражающие специфику рассматриваемого периода (система базовых уравнений, использовавшаяся для описания современной эпохи, приведена в следующем разделе). В целом, наш подход – это продолжение традиции системной динамики Дж. Форрестора – Д. Медоуза [1], но при этом есть ряд важных отличий:

- если основным в различных модификациях модели «Мир-3» [1] является моделирование материальных потоков (ресурсов, загрязнений, населения, промышленного и сельскохозяйственного производства), то у нас не менее важным является моделирование *социальных* процессов, социальных взаимодействий в обществе;

- если в модели «Мир-3» используется экстраполяция существующих тенденций в будущее, то у нас основной упор делается на анализе *механизмов* глобальных процессов, их динамики в прошлом и возможных изменений в будущем;

- если в модели «Мир-3» решается задача Коши (то есть задаются начальные значения переменных и рассчитывается дальнейшая их динамика при различных вариантах изменения параметров модели), то у нас основным методом является построение фазовых портретов, анализ социальной самоорганизации и особенностей формирования устойчивых (воспроизводящихся) социальных структур в складывающихся условиях.

3.3. Проблема использования математического моделирования для *долгосрочного* прогнозирования заключается в следующем. Обычно пишут большое количество уравнений, отражающих различные процессы, и затем решают их на ЭВМ при различных сочетаниях параметров, входящих в данные уравнения. Получается много графиков, но анализировать их сложно (в силу сложности самих моделей), результаты оказываются непрозрачными. Как повысить содержательность и вместе с тем упростить процедуру получения результатов, сделать эти результаты более прозрачными и понятными?

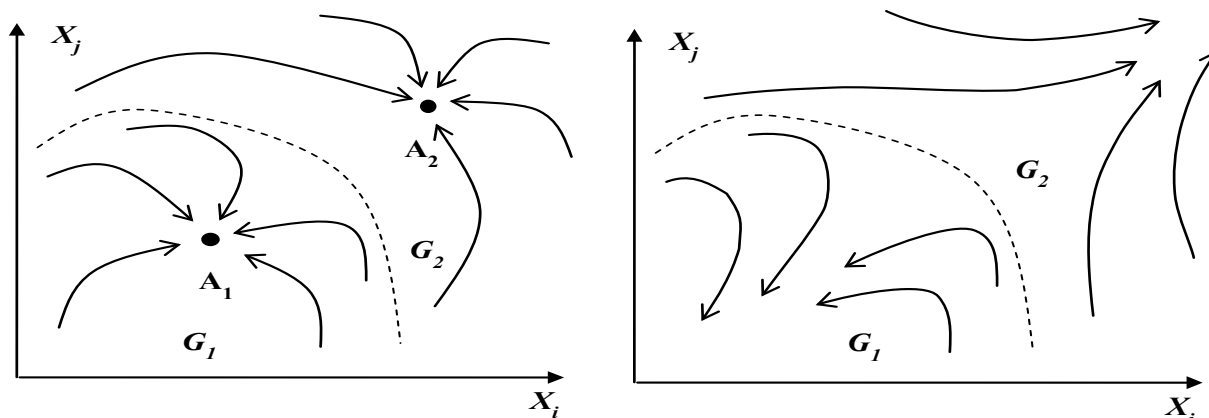
Для долгосрочного моделирования и прогнозирования основной целью является определение условий устойчивости функционирования общества при его последовательных исторических трансформациях и – главное – анализ возможных вариантов будущего развития с точки зрения их устой-

чивости, как в отношении взаимодействия «общество–природа», так и в отношении социальных взаимодействий внутри общества. В силу многовариантности траекторий конкретных обществ важны не сами эти траектории, а общие закономерности динамики обществ рассматриваемого типа и анализ наличия устойчивых состояний, которые воспроизводятся в течение длительных периодов времени. Поэтому целесообразно рассмотрение не отдельных траекторий, которых может быть огромное множество, а фазовых портретов базовых уравнений, характеризующих рассматриваемые типы обществ, так как именно фазовый портрет позволяет увидеть общую картину и понять логику эволюции социальной системы.

Построение фазового портрета возможно, если динамика показателей рассматриваемой социальной системы может быть описана на языке обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$dX/dt = f(X, a, t) = X^+ - X^-, \quad (1)$$

где  $X = (X_1, \dots, X_n)$  – вектор зависимых переменных, характеризующих состояние социальной системы;  $dX/dt$  – скорость изменения переменных  $X$ ;  $t$  – время;  $f(X, a, t)$  – вектор-функция (в общем случае нелинейная), отражающая изменение этих переменных во времени путем сопоставления процессов, ведущих к увеличению величины соответствующей переменной (функция  $X^+$ ), и процессов, ведущих к уменьшению этой переменной (функция  $X^-$ );  $a = (a_1, \dots, a_m)$  – вектор параметров системы, в общем случае зависящих от времени.



Ситуация, когда в системе есть два устойчивых состояния  $A_1$  и  $A_2$ , к которым с течением времени стремится система ( $G_1$  и  $G_2$  – области притяжения аттракторов  $A_1$  и  $A_2$ )

Ситуация, когда при изменении параметров  $a_k$  устойчивые состояния  $A_1$  и  $A_2$  исчезают и система становится нестабильной: в области  $G_2$  переменные  $X_i$  и  $X_j$  неограниченно растут, в области  $G_1$  – падают

Рис. 6. Различные виды фазового портрета сложной динамической системы



Решения уравнений (1) можно представить в виде траекторий  $X(a, t)$  в фазовом пространстве системы (см. рис. 6).

На рисунке точки  $A_1$  и  $A_2$  – устойчивые состояния системы (аттракторы) типа «узел», к которым стремится система в результате своей эволюции; области  $G_1$  и  $G_2$  – области притяжения аттракторов (если система находится в какой-либо точке фазового пространства, принадлежащей этим областям, то с течением времени она окажется, соответственно, в точке  $A_1$  или  $A_2$ ). Анализ фазовых траекторий позволяет делать заключения о характере эволюции системы, определять области ее детерминированного поведения и области *бифуркаций* (то есть области параметров, при которых возникает неустойчивость и происходит изменение числа и/или вида решений системы (1)). Как правило, переход от устойчивого к неустойчивому состоянию и наоборот происходит при изменении какого-либо из параметров  $a_i$  системы (1). В этом случае данный параметр называется *параметром порядка*. Посредством уменьшения (или увеличения) значений параметров порядка можно влиять на поведение системы, на изменение ее состояния. Выявление параметров порядка в модели (1) и их критических значений (то есть значений, при которых происходят бифуркации состояний) помогает выбирать оптимальные способы управления реальными системами.

Таким образом, описание процессов функционирования социальных систем на языке дифференциальных уравнений (1), описывающих механизмы изменения ключевых характеристик, и последующее построение фазовых портретов (см. рис. 6) позволяет понять закономерности эволюции данных систем, а также особенности социальной самоорганизации, параметры устойчивых состояний (если таковые существуют), границы и характер устойчивости, а также условия, при которых устойчивые состояния исчезают.

В нашем случае необходим анализ системы уравнений, описывающих взаимодействие всех сфер человеческой деятельности. Если следовать традиционным путем и решать задачу Коши, проводя расчеты на ЭВМ при различных сочетаниях параметров, то в результате получался большой набор расчетных данных, но при этом будет отсутствовать уверенность, что информационная картина полна, и будет трудно предсказать, что будет, если изменить значения каких-либо параметров модели.

Поэтому, когда на первый план выходит анализ устойчивости функционирования, воспроизводства и эволюции природно-социальных систем, более продуктивен метод, основанный на построении фазовых портретов и исследовании их особенностей. Как уже упоминалось выше, проблема заключается в том, что когда переменных (а значит и уравнений) много, то фазовый портрет получается многомерным, что снижает наглядность и усложняет анализ. В связи с этим система базовых уравнений была разбита на несколько тематических блоков, а именно:

- а) Блок моделирования демографо-экономической динамики (базовая модель Дм-Тх-Эн);
- б) Блок моделирования взаимодействий «человек – природа» (базовая модель Эн-Эл-Пр);
- в) Блок моделирования социально-экономической устойчивости, в который входят:
  - базовая модель экономических и внеэкономических взаимодействий основных социальных групп;
  - базовая модель экономической конкуренции;
- г) Блок моделирования социально-политической устойчивости, в который входят:
  - базовая модель оценки социально-политической устойчивости/дестабилизации функционирования социальных систем;
  - базовая модель политической конкуренции;
  - базовая модель межгосударственных взаимодействий.
- д) Описание уравнений, входящих в указанные блоки, приведено в работе [7].

### **Моделирование и прогнозирование мировой динамики**

Изложенный выше подход был использован для моделирования макроисторической динамики и анализа вариантов дальнейшего мирового развития.

1. Как уже упоминалось, характерной особенностью современной эпохи является то, что, начиная с 1970-х гг., стало наблюдаться торможение ключевых показателей мирового развития (рис. 3 и 4), которые до этого на протяжении двухсот лет демонстрировали гиперболический рост (рис. 1 и 2).

Таким образом, налицо смена тенденций развития, характерных для индустриальной эпохи. По-видимому, с семидесятых годов 20 века мы вступили в новую эпоху, которая напоминает то, что происходило во время торможения роста в прошлые «эпохи перемен». Действительно, если формально сделать прогноз на основе модели модернизации [12], хорошо описывающей мировую динамику в индустриальную эпоху, то получится результат, представленный на рис. 7.

Из сравнения данных, рассчитанных по модели (рис. 7), со статистическими данными (рис. 3) видно, что хотя модель не отражает влияние мировых войн и кондратьевских циклов<sup>3</sup>, четко видных на статистических данных, она хорошо отражает глобальные тренды. В соответствии с этими

---

<sup>3</sup> В базовую модель модернизации, изложенную в [12], изначально не была заложена возможность моделирования экономических циклов.

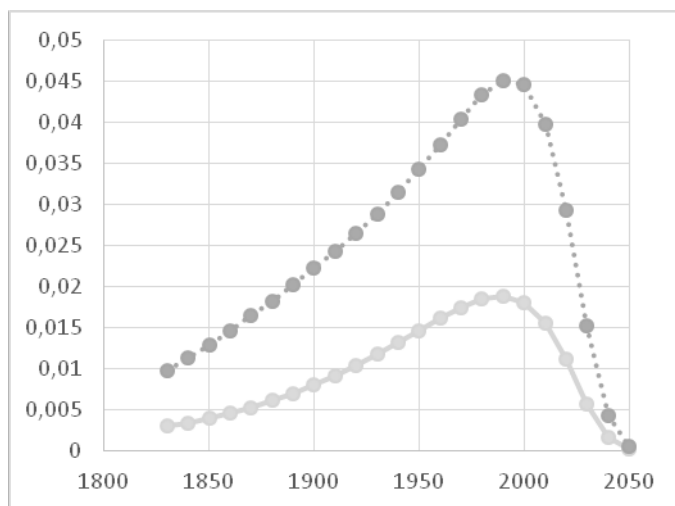


Рис. 7. Рассчитанные по модели модернизации [12] средние по десятилетиям темпы прироста численности населения Земли (сплошная линия) и мирового ВВП (пунктирная линия)

трендами пик темпов экономического и демографического роста в соответствии с моделью приходится на последнюю четверть XX в. (что соответствует статистическим данным), а далее должен начаться быстрый спад (который также уже явно виден из статистических данных). При этом модель предсказывает, что если глобальные тренды будут сохраняться, то уже к середине XXI в. должен произойти выход на стационарный режим (то есть на режим с нулевыми темпами демографического и экономического роста). Это весьма сильный вывод, кото-

рый достаточно близок к инерционному прогнозу, сделанному в первом докладе Римского клуба «Пределы роста» [1]. Предвосхищение наступления этой ситуации, неизбежной при сохранении существующей социально-экономической системы, предопределило пессимистический взгляд членов Римского клуба на перспективы мирового развития.

Однако, все не так просто и прямолинейно. За последние несколько десятилетий произошли серьезные *качественные* перемены в мире, которые обязательно должны быть учтены при анализе и моделировании вариантов будущего развития. Речь идет о следующих изменениях, качественно отличающих современную эпоху от предыдущих:

- процесс *глобализации*, постепенно осуществлявшийся на протяжении многих веков, технически завершился: мир стал единым, опутанным информационными, экономическими, коммуникационными связями. Если раньше в межгосударственных отношениях типичным было разделение на «своих» и «чужих» (то есть тех, на кого не распространялись моральные нормы, принятые при взаимодействии со «своими»), то сейчас на первый план выходит задача формирования единых идеологических принципов совместного общежития;

- мир стал *замкнутым* и *взаимозависимым*, возникли глобальные ресурсные ограничения и экологические проблемы, осознано необратимое влияние деятельности человечества на природу и климат;

- происходит торможение роста численности населения мира, одновременно население мира будет стареть, а продолжительность жизни будет расти. В этих условиях доля пожилых возрастов будет увеличиваться, доля

молодых – падать. Возрастная пирамида из треугольной превращается в прямоугольную;

– будет продолжаться и ускоряться цифровизация и тотальная компьютеризация всех сфер жизни. Все население мира будет охвачено информационными сетями, каждый будет находиться под контролем, автономность человека исчезнет. Человек во все большей степени будет передавать функцию принятия решений искусственному интеллекту и, соответственно, во все большей степени будет зависеть от компьютера (от заложенных в него алгоритмов);

– мир будет все более техногенным, но если раньше объектом технологических преобразований была природа, то сейчас объектом изменений становится сам человек (биотехнологии, генная инженерия, чипирование, искусственные органы, клонирование и т.п.) и его сознание (когнитивные технологии, нейропсихологическое воздействие, психотропные вещества и т.п.).

Кроме того, важно иметь в виду, что если вплоть до начала XXI в. основная часть населения Земли жила в сельской местности (рис. 8), то сейчас ситуация изменилась и основная часть населения живет в городах (56% в 2020 г.) и доля городского населения продолжает расти. Люди, живущие в городах, обладают большими материальными возможностями, чем сельские жители, но, с другой стороны, они в большей степени зависят от состояния инфраструктуры, от изменений в экономической ситуации в своих странах и в мире, их поведение отличается от поведения жителей села.

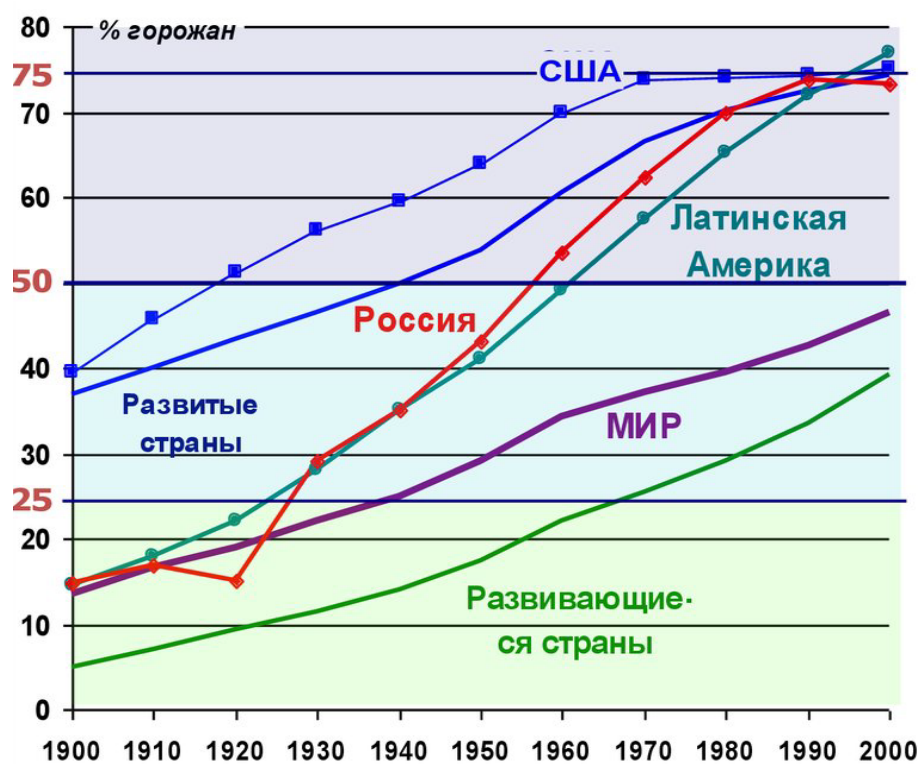


Рис. 8. Динамика доли городского населения в XX в. по некоторым странам, группам стран и континентам

Еще одним важным обстоятельством является следующее: до 1970-х гг., во время второй фазы индустриального общества, в странах мир-системного Центра благодаря ускоренному экономическому росту росло значение ВВП/чел., при этом остальные страны несмотря на начавшийся экономический рост оставались в «мальтузианской ловушке». С 1970-х гг. отрыв ВВП/чел. развитых стран от ВВП/чел. стран остального мира стал постепенно уменьшаться вследствие того, что развивающиеся страны стали выходить из «мальтузианской ловушки» и последовательно подтягиваться к развитым странам по уровню ВВП/чел. Все большая часть населения Земли начинает жить в условиях, когда базовые материальные потребности удовлетворены и есть определенный излишек денежных средств, который можно расходовать по своему усмотрению. Соответственно, это влияет на их поведение и принятие ими решений в различных обстоятельствах. Такая ситуация возникла впервые в истории человечества (раньше относительным избытком материальных благ обладала лишь узкая прослойка элиты), влияние этого на социальные процессы нужно учитывать при моделировании.

На основе вышеизложенного имеются основания полагать, что семидесятые годы XX в. являются определенным рубежом, с которого началась **новая фаза исторического развития**. Смена фаз тесно связана с революционными технологическими трансформациями:

- неолитическая революция – переход человечества от присваивающего хозяйства (охота и собирательство) к производящей экономике (производство сельскохозяйственной и другой продукции на основе ручного труда) – привела к формированию *аграрного* общества;
- промышленная революция – замена ручного труда машинным – привела к формированию *индустриального* общества;
- цифровая революция – изобретение высокоскоростных вычислительных устройств, внедрение их во все сферы жизни и на их основе постепенная замена интеллектуального труда машинным – приводит к формированию общества, функционирование которого решающим образом зависит от компьютерных алгоритмов. В связи с этим формирующееся общество логично назвать *кибернетическим*.

Какие особенности этого общества позволяет выявить базовая модель?

2. Начнем с моделирования взаимодействий в **системе «общество-природа»**. Базовая модель взаимодействий в системе «общество-природа» может быть записана в виде следующей системы уравнений (подробную информацию об уравнениях см. в работе [7]):

$$dN/dt \approx r \cdot N \cdot (1 - x_0/x) \cdot (x_0/x), \quad (2)$$

$$dx/dt \approx (F(R^-, I_1) - I_1 - I_2)/N - Q = S - I_1/N - I_2/N - Q, \quad (3)$$

$$dS/dt \approx c \cdot N \cdot (S - S_0), \quad (4)$$

$$dR/dt = k^+_R \cdot q_R \cdot I_1 - F/A_R(S), \quad (5)$$

$$dR/dt = R^+_{np} + k^+_R \cdot q_R \cdot I_1 - R^-_{np} - k^-_R \cdot F, \quad (6)$$

$$dR/dt = k^+_R \cdot q_R \cdot I_1 - f^-_R(t), \quad (7)$$

$$dW_i/dt = k^+_{wi} \cdot F - W_i^-_{np} - k^-_{wi} \cdot q_{wi} \cdot I_2. \quad (8)$$

Уравнение (2) отражает демографическую динамику, уравнение (3) – экономическую динамику, уравнение (4) – технологическую динамику; (5) – уравнение для невозпроизводимых ресурсов однократного использования (природные ископаемые); (6) – уравнение для воспроизводимых ресурсов однократного использования (биоресурсы, воспроизводящиеся в природе); (7) – уравнение для ресурсов многократного использования (земельные ресурсы); (8) – уравнение динамики накопления продуктов жизнедеятельности (в том числе CO<sub>2</sub>). Здесь  $N$  – численность населения,  $x$  – материальный продукт, приходящийся на душу населения;  $x_0$  – уровень «прожиточного минимума» (физического выживания);  $F(R^-, I_1)$  – производственная функция (общее количество конечной продукции, произведенное в единицу времени);  $R^-$  – природные ресурсы, используемые в процессе производства в единицу времени;  $S$  – уровень развития технологий (характеризуется величиной ВВП на душу населения);  $I_1$  – часть произведенной продукции, используемая в инвестиционных целях (для обеспечения следующих циклов производства);  $I_2$  – часть произведенной продукции, используемая в целях, непосредственно не связанных с будущим производством или потреблением (используемая, например, в целях улучшения экологических условий, улучшения транспортной инфраструктуры, систем жизнеобеспечения и т.п.);  $Q$  – расходование потребительской продукции;  $S_0$  – часть ВВП на душу населения, необходимая для обеспечения «прожиточного минимума»;  $k^+_R \cdot q_R \cdot I_1$  – антропогенное восстановление/увеличение количества ресурса в единицу времени (например: открытие новых месторождений полезных ископаемых, расширение ресурсной базы за счет новых видов ресурсов и т.п.);  $q_R$  – доля от общих инвестиционных затрат  $I_1$ , направляемая на восстановление/увеличение количества ресурса;  $k^+_R$  – эффективность восстановления/увеличения количества ресурса на базе текущего технологического уровня;  $R^+_{np}$  – естественное восстановление количества ресурса в единицу времени;  $R^-_{np}$  – естественная убыль ресурса в единицу времени;  $k^+_R \cdot q_R \cdot I_1$  – антропогенное восстановление/увеличение количества ресурса в единицу времени (например: посадка лесов, разведение рыб и животных и т.п.);  $q_R$  – доля от общих инвестиционных затрат  $I_1$ , направляемая на восстановление/увеличение количества ресурса;  $k^+_R$  – эффективность восстановления/увеличения количества ресурса на базе текущего техноло-

гического уровня;  $k^-_R \cdot F$  – антропогенное расходование ресурса;  $k^-_R$  – коэффициент пропорциональности;  $k^+_R \cdot q_R \cdot I_1$  – антропогенное восстановление/увеличение количества ресурса в единицу времени (например: распашка целинных земель, рекультивация почв);  $f^-_R(t)$  – антропогенное уменьшение количества ресурса в единицу времени (например: изъятие земель из с/х оборота, опустынивание);  $r, c$  – константы.

Варианты фазового портрета системы (2)–(4) в координатах  $x$  и  $N$  для различных значений параметров  $c, I_1, I_2, Q$  представлены на рис. 9.

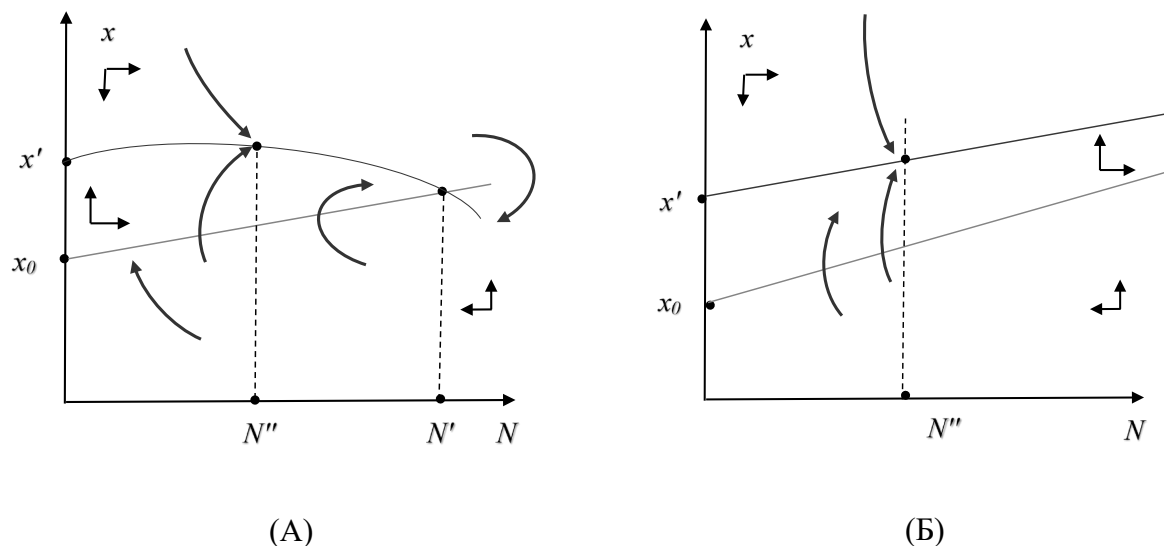


Рис. 9. Схематичное изображение фазового портрета кибернетического общества. (А) – низкое значение  $c$ , высокие значения  $I_1, I_2, Q$ . (Б) – высокое значение  $c$ , умеренные значения  $I_1, I_2, Q$  (стрелки – фазовые траектории, сплошные линии – изоклины, расположение изоклин зависит от динамики величины  $S$ )

Особенности фазового портрета кибернетического общества по сравнению с индустриальным заключаются в следующем [25]:

- демографический рост перестает быть бесконечным и численность населения в конечном итоге стабилизируется (на рис. 9 это точка  $N''$ ). Причем это торможение происходит естественным путем (в процессе происходящего в настоящее время в большинстве стран мира второго демографического перехода: от многодетной к малодетной модели семьи). В отличие от аграрного общества, где предельная численность населения детерминировалась демографической емкостью территории (в конечном итоге – количеством земельных ресурсов), в кибернетическом обществе величина  $N''$  может варьироваться в широких пределах и во многом зависит от проводимой демографической политики;

- динамика уровня благосостояния  $x$  не зависит от численности населения  $N$  (как это было в аграрном обществе), но зависит от уровня разви-

тия технологий  $S$ . При этом существенную роль играет то, сколько усилий приходится тратить на восстановление ресурсов, утилизацию отходов и т.п. (то есть каковы значения  $I_1$  и  $I_2$  в уравнении (3));

– таким образом, положение состояния равновесия (то есть точки  $N''$  на фазовом портрете) не является фиксированным. Оно может изменяться в широком диапазоне и зависит от проводимой социально-экономической и демографической политики. В любом случае, период гиперболического экономико-демографического роста, характерный для индустриальной эпохи, завершается и характер дальнейшей траектории развития во многом зависит от мер регулирования социально-экономических и демографических процессов;

– в этих условиях неизбежно усиление *централизованного регулирования* взаимодействий в системе «общество–природа», необходимо решать, сколько ресурсов и средств направлять на решение общих экономических, климатических проблем. Вопрос в том, кто и как это будет делать? Насколько способно мировое сообщество к согласованным действиям, чтобы реализовать благоприятный вариант развития?

3. При рассмотрении взаимодействий в системе «общество–природа» отдельным образом нужно обсудить тему изменения климата в силу ее высокой актуальности.

В индустриальную эпоху и особенно в ее конце человеческая деятельность стала активным фактором, воздействующим на природу и климат. По утверждению межправительственной группы экспертов по изменению климата – МГЭИК (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change), – до 1976 г. изменчивость климата не превышала естественных вариаций, оцененных на промежутке времени около 1 000 лет, но после этого амплитуда колебаний температуры превысила этот порог, и стало возможным говорить об антропогенном глобальном потеплении вследствие возросшего парникового эффекта [13]. Таким образом, опасность представляет не парниковый эффект как таковой, а превышение им установившегося фонового уровня. Ведь именно благодаря парниковому эффекту среднегодовая температура в приземной атмосфере в последние тысячелетия находилась примерно на уровне  $+14^\circ\text{C}$ , что сделало климат на Земле комфортным и пригодным для жизни. Без парникового эффекта вся наша планета неминуемо должна была бы покрыться льдом, поскольку тогда средняя температура приземной атмосферы составила бы  $-18^\circ\text{C}$ . Причиной беспокойства по поводу глобального потепления является то, что естественный природный механизм искусственно усиливается хозяйственной деятельностью человека.

Ход температуры за последнее тысячелетие наглядно демонстрирует почти скачкообразное увеличение глобальной средней температуры воздуха примерно на  $0,8^\circ\text{C}$  по сравнению с 1900 г. Вклад антропогенных факторов (парниковые газы и аэрозоли), по данным МГЭИК, в потепление климата в



XX в. оценивается примерно в  $0,6^{\circ}\text{C}$ . Основной антропогенной причиной роста концентрации парниковых газов в атмосфере является растущее энергопотребление и индустриальные выбросы  $\text{CO}_2$ . До нефтяного кризиса 1970-х гг. потребность в энергии росла пропорционально квадрату численности населения мира ( $E \sim N^2$ ). Необходим переход к новой парадигме энергопотребления, при которой она будет расти прямо пропорционально численности населения ( $E \sim N$ ). Новая парадигма направлена, по существу, на практическую реализацию энергетического сценария «Голубая карта» [14] за счет огромного еще неиспользованного потенциала энергосбережения и повышения уровня энергоэффективности. Эффект технологий, направленных на снижение эмиссий  $\text{CO}_2$  должен быть учтен на стадии расчета динамики выбросов углекислого газа в атмосферу. Что же касается технологий замещения углеводородных топлив – они должны учитываться при рассмотрении структуры энергопотребления по источникам.

Разработанные математические модели, результаты расчетов и их анализ представлены в работах А.А. Акаева [15–19]. С использованием разработанной модели для различных вариантов демографической динамики в XXI в. были проведены прогнозные расчеты с целью оценки антропогенного влияния на изменение глобальной температуры. При проведении расчетов рассматривались три сценария развития энергетики:

- *консервативный сценарий* предполагает, что государственная политика, технологии и социальные предпочтения продолжают развиваться так же, как и в недавнем прошлом;

- *амбициозный сценарий* предусматривает введение ряда мер, которые позволят существенно снизить выбросы углерода;

- *сценарий Net Zero*, который предполагает, что меры, предложенные в амбициозном сценарии, дополняются и подкрепляются существенными изменениями в поведении и предпочтениях общества, что еще больше ускоряет сокращение выбросов углерода (более подробная информация о данных сценариях приведена в работах А.А. Акаева [15–19]).

Показано, что энергетический переход от использования доминирующих в настоящее время ископаемых углеводородов к преимущественному использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ), когда доля ВИЭ в общем энергобалансе превысит 40%, может состояться в 2060-е гг. Показано, что без динамичного развития ядерной энергетики как низкоуглеродного источника генерации базовой и пиковой электроэнергии, необходимой для создания стабильной и устойчивой энергосистемы, данный энергопереход невозможен. Показано, что для удержания глобального потепления на уровне  $1,5^{\circ}\text{C}$  к концу текущего века, потребуются более широкое использование химической технологии по улавливанию, связыванию и захоронению углекислого газа как в процессе сжигания углеводородов в энергоустановках, так и непосредственно из атмосферы, но этому пока препятствует дороговизна технологии. Решение данных проблем возможно, но

оно в решающей степени будет зависеть от того, насколько согласованными и целеустремленными будут действия мирового сообщества.

4. Таким образом, анализ и моделирование показывают, что взаимодействия в системе «общество–природа» в решающей степени будут зависеть от того, какой тип социальных взаимодействий сформируется в будущем обществе. Выше были отмечены наиболее важные изменения, которые будут оказывать определяющее воздействие на переформатирование социальных отношений и на механизмы социальной самоорганизации:

1) глобализация: мир стал единым, нет разделения на «своих» и экзистенциально «чужих» (соответственно, становится актуальной задача формирования принципов совместного общежития);

2) мир стал замкнутым: исчезла возможность внешней экспансии, притока внешних ресурсов, «игра с положительной суммой» закончилась, ориентация на максимизацию прибыли невозможна;

3) стабилизация численности населения мира, его старение;

4) переход к информационному обществу, проникновение информационных технологий и искусственного интеллекта во все сферы жизни;

5) объектом технологических воздействий и изменений становится не только природа (как это было в предыдущие эпохи), но и сам человек (биотехнологии, генная инженерия, чипирование, искусственные органы) и его сознание.

Вследствие этого неизбежны следующие социальные трансформации:

1) переход от либерально-рыночной экономики к распределительному обществу<sup>4</sup>;

2) основной ценностью становятся не материальные блага (развитие технологий позволит решить проблему голода и нищеты), а информация, влияние на сознание;

3) тотальный контроль за поведением человека с помощью систем с искусственным интеллектом и когнитивных технологий;

4) изменение демографической структуры общества (уменьшение доли молодежи), его старение, переход от «общества роста» к «обществу стабильности»;

5) широкое распространение человеко-машинных и полностью автономных систем, снижение значимости личного опыта, зависимость человека и общества в целом от информационных технологий;

6) виртуализация общения, формирование сетевого общества;

7) повышение профессиональной специализации, «новая сословность»;

8) повышение роли идеологии как средства управления поведением людей.

---

<sup>4</sup> Это следствие снижения общей нормы прибыли и окончания эпохи, когда «игра с положительной суммой» была правилом, а не исключением из правила.

Вопрос в том, какой социальный облик примут эти трансформации.

5. В будущем обществе неизбежно увеличение дробности, множественности социальных групп, и как следствие, снижение факторов социальной сплоченности. Поэтому при моделировании социально-экономической устойчивости уже невозможно разделение общества на небольшое количество социальных слоев, взаимодействие которых друг с другом является определяющим (в аграрном обществе это было взаимодействие земледельцев и землевладельцев, в индустриальном обществе – взаимодействие предпринимателей и наемных работников). Нужно использовать многокомпонентную схему взаимодействия с участием  $N$  социальных акторов (социальных групп), которая в общем виде описывается уравнениями блока моделирования социально-экономической устойчивости [20, 21]. При этом возникает вопрос: каким образом будет обеспечиваться «синхронизацию» действий этих социальных акторов?

Еще одной особенностью будущего общества является неизбежное усиление в нем *распределительных* принципов (в отличие от доминирования либерально-рыночных принципов в индустриальном обществе). В работе [22] на основе использования базовой модели экономической конкуренции показано, что при переходе от «игры с положительной суммой» к «игре с нулевой суммой» конкурентные взаимодействия неизбежно приводят к победе одной из сторон и к экономическому монополизму. В этих условиях либерально-рыночные механизмы трансформируются в распределительные, зависящие от монополиста<sup>5</sup>. Вопрос в том, кто будет распределителем, и на каких принципах будет осуществляться распределение.

Свою версию ответов на эти вопросы в условиях упомянутых выше социальных трансформаций предлагают авторы концепций «социально-ориентированного капитализма» (К. Шваб [23]), «инклюзивного капитализма» [24]. По существу, если выделить суть этих концепций, то в них подразумевается формирование иерархического сословного (кастового) *тоталитарного общества*, управляемого явным или неявным «мировым правительством» (глобальной элитой, куда входят представители финансового капитала, транснациональных компаний, интернет-гигантов, контролирующие ресурсные и информационные потоки). Основные материальные потребности населения обеспечены безусловным базовым доходом<sup>6</sup>, но численность населения контролируется, население лишено собственности и реальной возможности влиять на принципиально важные решения, принимаемые «мировым правительством». При этом реализуется управле-

---

<sup>5</sup> В современном мире в качестве таких монополистов могут выступать государство, транснациональные компании и финансовый капитал (в сфере экономики), интернет-гиганты (в информационной сфере).

<sup>6</sup> Аналог «хлеба и зрелищ» для плебса в Древнем Риме.

ние ментальностью людей (в том числе, через чипирование), что позволяет обеспечить нужную «синхронизацию» общества. Цифровые технологии используются для тотального контроля за поведением населения. Это **вариант №1** будущего общества (фазовый портрет такого общества представлен на рис. 9(А), где сдерживание численности населения на уровне, не превышающем  $N''$ , достигается гендерной политикой, поощрением ЛГБТ-сообществ и т.п.).

По существу, это новый феодализм, реинкарнация социальной системы тоталитарного типа в кибернетическую эпоху. Но есть существенное различие от феодализма Средних веков. В средневековых государствах была внутренняя конкуренция элит за власть и внешняя конкуренция государств друг с другом, служившая, несмотря на все издержки, стимулом дальнейшего (в том числе технологического) развития. В **варианте №1** будущего общества, в условиях глобализации и монополизма в сфере управления и распределения материальных благ, конкуренция подавляется, что неизбежно приведет к стагнации и последующей деградации. Подобное общество ярко показано в фильме Г. Данелия «Кин-дза-дза» (1986 г.).

Альтернативой концепции «инклюзивного капитализма» может быть **вариант №2** будущего общества под условным названием «*Мир-организм*». Это общество, где при наличии глубокой профессиональной специализации населения нет дискриминации, управление осуществляется на основе сетевых технологий (сетевые технологии используются для «синхронизации» коллективной деятельности и осуществления прямой демократии). Большую роль играет идеология (в виде этических норм и самоограничений, подавляющих антагонистическую конкуренцию), которая устанавливает систему правил выработки согласованных решений. При этом неантагонистическая конкуренция не подавляется, а наоборот, поощряется, но каналится в сферу спорта, науки и технологий, в творческие профессии и т.п. в форме соревновательной конкуренции. Деятельность управленцев контролируется обществом (это обеспечивается информационной прозрачностью и сетевыми платформами), что позволяет формировать управленческий аппарат на основе меритократических принципов. Функционирование такого общества аналогично функционированию биологического организма, где все органы специализированы, но действуют согласованно, не подавляя друг друга (фазовый портрет такого общества представлен на рис. 9(Б), где численность населения  $N''$  устанавливается естественным образом, а технологический рост не тормозится в силу поощрения творческой активности всех социальных слоев). По существу, **вариант №2** будущего общества под условным названием «*Мир-*

организм»<sup>7</sup> – это реализация идей великих российских ученых-гуманистов Н. Вернадского, Н. Кондратьева, П. Сорокина, Н. Моисеева, И. Пригожина, С. Капицы и других.

Указанные варианты – это две крайние альтернативы. В чистом виде они, возможно, не реализуются, но важно то, по какому пути пойдет формирование будущего общества: по направлению к **варианту №1** или к **варианту №2**. Первый путь – это путь, когда конкурентное начало в социальных отношениях превалирует над кооперативным началом. Второй путь – это когда во главу угла ставится достижение общих целей, кооперация, а не конкуренция.

Если переход от индустриального общества (с его внутренней конкуренцией и индивидуализмом на социально-психологическом уровне) к **варианту №1** будущего общества в каком-то смысле является эволюционным, поскольку он сохраняет конкурентную ментальность и основан на характерном для индустриального общества стремлении социальных субъектов максимизировать индивидуальную «функцию полезности», то переход к **варианту №2** сталкивается с принципиальными сложностями. Эти сложности связаны с необходимостью перехода от конкурентных отношений к кооперативным и требуют перестройки сознания и принципов принятия решений на всех уровнях общества. Такая перестройка не происходит быстро, для этого требуется время, измеряемое поколениями, и новая идеология.

В период завершения «осевого времени» в первые столетия нашей эры, когда эпоха роста (Поздняя Античность) стала трансформироваться в эпоху стабильности (Средние века), задачу трансформации массового сознания от конкурентного менталитета к менталитету, основанному на самоограничениях и снижении взаимной агрессии, в Европе выполнило христианство<sup>8</sup> с его императивами «не убий», «не укради», «не прелюбодействуй», «подставь левую щеку, когда тебя ударили по правой», «нет ни эллина, ни иудея, а есть братья во Христе» и т.п. В современную эпоху подобная идеология еще не сформулирована<sup>9</sup>, но она должна принять форму не религии (поскольку религии по своей природе каноничны и жестко про-

---

<sup>7</sup> Здесь слово «Мир» по русской традиции многозначно: оно подразумевает и планетарный масштаб, и социальную направленность варианта №2 будущего общества (ср. название романа-эпопеи Л.Н.Толстого «Война и мир»).

<sup>8</sup> В Южной Азии такую же роль играл буддизм, в Восточной Азии – конфуцианство.

<sup>9</sup> Коммунистическая идеология в ее классическом виде для этой цели не подходит, поскольку она является продуктом индустриальной эпохи и отражает ее особенности. В настоящее время множатся попытки сформулировать идеологию, адекватную современной эпохе, но к настоящему времени процесс ее формирования не завершен.

тивопоставляют круг своих адептов адептам других религий), а *этики*, общепринятых норм морали и поведения.

Закономерен вопрос, с помощью каких социальных механизмов будет обеспечиваться выполнение нравственных императивов и купироваться «эффект безбилетника» (то есть стремление определенных членов общества уклониться от самоограничений)? В индустриальном капиталистическом обществе борьба с нарушителями законодательно установленных правил поведения основана на жесткой системе наказаний (административное право, уголовное право и т.п.), но при этом реально действует правило «не пойман – не вор». В религиозном аграрном обществе правила поведения зафиксированы в священных книгах и угрозой в случае их нарушения является кара господня, что в сознании верующих людей является серьезным сдерживающим фактором (но на сознание нерелигиозных людей эта угроза не действует: «если Бога нет, то всё позволено» (Ф.М. Достоевский)). В будущем кибернетическом обществе средством выявления и пресечения «эффекта безбилетника» становится информационная прозрачность человека и сетевая организация общества. При этом информационная прозрачность может быть использована как для создания «цифрового концлагеря» (в **варианте №1** будущего общества), так и для эффективного контроля общества за работой чиновников, пресечения коррупционных действий, для формирования управленческого аппарата на основе меритократических принципов (в **варианте №2** будущего общества). Как будут использоваться возможности всеобщей компьютеризации и информационной прозрачности зависит от самого общества.

6. Таким образом, проведенный анализ показывает, что современные проблемы находятся не столько в сфере взаимодействий «общество–природа» (эти проблемы при необходимой координации усилий мирового сообщества можно будет решить), сколько в сфере социальных и политических взаимодействий. Важно, по какому пути пойдут социальные трансформации в современную «эпоху перемен», каким станет общество после окончания текущего переходного периода. Наиболее важной (но и наиболее сложной) задачей в данный исторический период является социальное проектирование, целенаправленная деятельность по формированию будущего глобального общества на принципах кооперации и партнерства, а не конкуренции и соперничества (то есть реализации **варианта №2** формирования будущего общества под условным названием «*Мир-организм*»).

В этой связи возрастает роль России как страны–цивилизации. Россия – это страна, без меча и огня объединившая бескрайние и разнородные евразийские пространства, сумевшая наладить бесконфликтное взаимодействие проживающих на этих пространствах народов. Поэтому ее исторический опыт по культурной интеграции обширных пространств, а также идеи российских ученых-гуманистов Н. Вернадского, Н. Кондратьева, П. Сорокина,

И. Пригожина, Н. Моисеева, С. Капицы о справедливом мироустройстве имеют огромное мировое значение и будут все более и более востребованы.

### **Заключение**

1. Статистические данные свидетельствуют о резких изменениях, происходящих в мире. После двухсотлетнего периода быстрого роста экономических и демографических характеристик в последние десятилетия наблюдается не менее стремительное их торможение. Прогнозы, основанные на проецировании сложившихся тенденций на будущие периоды, теряют всякий смысл.

2. В этих условиях резко возрастает актуальность и важность моделирования и прогнозирования мировой динамики на основе анализа и математической формализации фундаментальных закономерностей развития человеческого общества. Исследования в этом направлении проводились в МГУ им. М.В. Ломоносова под руководством В.А. Садовниченко на протяжении более 10 лет. В результате этих исследований предложена методология моделирования глобальных процессов в демографической, экономической, энергетической, технологической, социальной, политической сферах. Проанализированы закономерности долгосрочного исторического развития [7].

3. Суть происходящих в мире перемен, как показывают математическое моделирование, заключается в том, что человечество в настоящее время переходит на принципиально *новую фазу исторического развития*, старые экономические и социальные технологии (либеральный капитализм, классический социализм) уже не работают. Происходит переход человеческого общества в новое фазовое состояние, облик которого еще не определен.

4. В этих условиях речь идет не о прогнозировании, а о *проектировании* будущего в новых исторических условиях. Начинается борьба мировых проектов. Победит тот проект, который будет более успешным.

5. Ряд проектов уже озвучен («капитализм стейкхолдеров» К. Шваба, «инклюзивный капитализм» Папы Римского). По существу, это – проекты реинкарнации тоталитарного общества в кибернетическую эпоху.

6. Альтернативный проект будущего W-общества (с условным названием «*Мир-организм*»), основанный на примате принципов сотрудничества над принципами конкуренции, может и должна сформулировать Россия. В случае реализации этого проекта, как показывает математическое моделирование, возможно решение глобальных проблем, связанных с экологией, глобальным потеплением, энергетикой. Этот мировой проект позволит осуществить идеи выдающихся российских ученых-гуманистов о формировании на новой стадии исторического развития принципиально нового интегративного ноосферного общества, путь к которому идет через партнерство цивилизаций.

Работа выполнена в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского университета «Математические методы анализа сложных систем».

### Литература

1. *Meadows D.H., Meadows D.L., et. al.* The Limits to Growth. A report for the Club of Rome's on the predicament of Mankind. – New York, Universe Books, 1972.
2. *Садовничий В.А., Акаев А.А. и др.* Моделирование и прогнозирование мировой динамики / Научный совет по Программе фонд. исслед. Президиума Российской академии наук «Экономика и социология знания». – М.: ИСПИ РАН, 2012.
3. *Акаев А.А., Садовничий В.А.* Глобальные демографические модели как основа для стратегического прогноза // Проекты и риски будущего. Концепции, модели, инструменты, прогнозы – М.: Красанд, 2011. С.17–45.
4. *Садовничий В.А., Акаев А.А. и др.* Комплексное моделирование и прогнозирование развития стран БРИКС в контексте мировой динамики / Научный совет по Программе фонд. иссл. Президиума Российской академии наук «Экономика и социология науки и образования». – М.: Издательский Дом «Наука», 2014.
5. *Садовничий В.А., Акаев А.А. и др.* Анализ и моделирование мировой и страновой динамики. – М.: ЛЕНАНД, 2017.
6. *Малков С.Ю., Андреев А.И. и др.* Россия в контексте мировой динамики: моделирование и прогноз. – М.: Московская редакция издательства «Учитель», 2016.
7. *Садовничий В.А., Акаев А.А. и др.* Преодолевая пределы роста. Основные положения доклада для Римского клуба. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2023.
8. *Садовничий В.А., Акаев А.А. и др.* Моделирование и прогнозирование мировой динамики в XXI веке // Вестник Московского университета. Серия 27: Глобалистика и геополитика. 2022, №1, с.5-35.
9. *Foerster H. von, Mora P., Amiot L.* Doomsday: Friday, 13 November, A.D. 2026. At this date human population will approach infinity if it grows as it has grown in the last two millennia // Science, 1960, № 132, с.1291-1295.
10. Maddison Project database. <http://www.ggd.net/maddison>
11. Доклады Римскому клубу. <https://www.clubofrome.org/publications/>
12. *Малков С.Ю., Давыдова О.И.* Модернизация как глобальный процесс: опыт математического моделирования // Компьютерные исследования и моделирование. 2021, 13(4), 859-873.
13. IPCC: Climate Change 2001. – Cambridge: Cambridge University Press, 2001.



14. Energy technology perspectives 2010 – scenarios & strategies to 2050. – ETP 2010, IEA, 2010.
15. *Akaev A.A., Davydova O.I.* The Paris agreement on climate is coming into force: Will the great energy transition take place? // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2020. 90(5), 588-599.
16. *Akaev A.A., Davydova O.I.* A mathematical description of selected energy transition scenarios in the 21st century, intended to realize the main goals of the Paris climate agreement // Energies. 2021, 14(9), 2558.
17. *Акаев А.А., Давыдова О.И.* Парижское климатическое соглашение вступает в силу: Состоится ли Великий энергетический переход? // Вестник Российской академии наук. 2020, 90(10), 926-938.
18. *Акаев А.А., Малков С.Ю.* Моделирование и прогноз энергоэкологической динамики. Часть 1 // Партнерство цивилизаций. 2020, №1-2, с.179-191.
19. *Акаев А.А., Малков С.Ю.* Моделирование и прогноз энергоэкологической динамики. Часть 2 // Партнерство цивилизаций. 2020, №3-4, с.150-165.
20. *Plyin I., Issaev L., Malkov S.* A methodology for analyzing and forecasting sociopolitical destabilization // BioSystems. 2020. 198, 104229.
21. *Малков С.Ю., Ковалев В.И., Коротаев А.В.* О математическом моделировании устойчивости функционирования социально-экономических систем // Информационные войны. 2021. №1(57), 31-43.
22. *Малков С.Ю.* Размышления на тему: есть ли будущее у капитализма? // Информационные войны. 2021. №4(60), 41-49.
23. Шваб К., Маллере Т. COVID-19: Великая перезагрузка. – Женева, Форум издательство, 2020.
24. Так называемый инклюзивный капитализм – совместный проект Ротшильдов и Папы Римского. <https://i24.info/inexplicable/tak-nazyvaemyi-inkluzivnyi-kapitalizm-sovmestnyi-proekt-rotshildov-i-papy-rimskogo.html>
25. *Малков С.Ю., Коротаев А.В., Давыдова О.И.* Мировая динамика как объект моделирования (к пятидесятилетию первого доклада Римскому клубу) // Компьютерные исследования и моделирование. 2022. 14(6), 1371-1394.