Садовничий Виктор Антонович
докт. физ.-мат. наук,
академик, профессор,
ректор МГУ имени М.В. Ломоносова.
Москва, Ленинские горы, д. 1
info@rector.msu.ru

Акаев Аскар Акаевич
докт. физ.-мат. наук, профессор
факультета глобальных процессов
МГУ имени М.В. Ломоносова.
Научный руководитель лаборатории НИУ ВШЭ.
Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 13А (корпус В)
askarakaev@mail.ru

Ильин Илья Вячеславович
докт. полит. наук, профессор,
декан факультета глобальных процессов
МГУ имени М.В. Ломоносова.
Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 13А (корпус В)
dekanatfgp@fgp.msu.ru

Коротаев Андрей Витальевич
докт. ист. наук, заведующий
лабораторией НИУ ВШЭ.
Профессор факультета глобальных процессов
МГУ имени М.В. Ломоносова.
Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 13А (корпус В)
akorotayev@gmail.com

Малков Сергей Юрьевич
докт. техн. наук, профессор
факультета глобальных процессов
МГУ имени М.В. Ломоносова.
Ведущий научный сотрудник
Института экономики РАН.
Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 13А (корпус В)
s@malkov.org

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ В XXI ВЕКЕ*

*Работа выполнена в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского университета «Математические методы анализа сложных систем» при поддержке РНФ (проект № 20-61-46004).

Sadovnichiy Victor A.
Doctor of Physical and Mathematical Sciences,
Academician, Professor,
Rector of Lomonosov Moscow State University.
Moscow, Leninskie Gory, 1
info@rector.msu.ru

Akaev Askar A.
Doctor of Physical and Mathematical Sciences,
Professor,
Faculty of Global Studies,
Lomonosov Moscow State University.
Academic Supervisor of Laboratory,
HSE University, Moscow.
Moscow, Leninskie Gory, 1/13A (building B)
askarakaev@mail.ru

Ilyin Ilya V.
Doctor of Political Sciences, Professor,
Dean of the Faculty of Global Studies,
Lomonosov Moscow State University.
Moscow, Leninskie Gory, 1/13A (building B)
dekanatfgp@fgp.msu.ru

Korotaev Andrey V.
Doctor of Historycal Sciences,
Head of Laboratory, HSE University, Moscow.
Professor, Faculty of Global Studies,
Lomonosov Moscow State University.
Moscow, Leninskie Gory, 1/13A (building B)
akorotayev@gmail.com

Malkov Sergey Yu.
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Faculty of Global Studies,
Lomonosov Moscow State University.
Leading Researcher, Institute of Economics,
Russian Academy of Sciences.
Moscow, Leninskie Gory, 1/13A (building B)
s@malkov.org

MODELING AND FORECASTING OF GLOBAL DYNAMICS IN THE XXI CENTURY

Введение. В последней четверти XX в. характер глобального демографического и экономического развития стал быстро изменяться: непрерывно ускорявшийся рост основных характеристик, имевший место на протяжении пре-

дыдущих двухсот лет, сменился на резкое их торможение. В статье изложены предварительные результаты исследований по математическому моделированию и прогнозированию мировой динамики, направленные на анализ наблюдаемых тенденций и выполненные в рамках проекта РНФ № 20-61-46004 «Мировое развитие и “пределы роста” в XXI в.: моделирование и прогноз» (руководитель — акад. В.А. Садовничий).

Материалы и методы. При проведении исследований сформирована когнитивная схема взаимодействия различных сфер жизни на разных этапах исторического развития, предложены базовые динамические уравнения, отражающие данные взаимодействия, обоснована модификация этих уравнений применительно к разным историческим эпохам. Для каждой исторической эпохи на основе анализа соответствующей ей системы уравнений определяли фазовый портрет и проводили анализ его особенностей. На основе этого анализа сделаны выводы о закономерностях мирового развития в рассматриваемый период.

Результаты исследования. Результаты математического моделирования показали, что человечество в настоящее время переходит на принципиально новую фазу исторического развития, когда 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. 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. Проведен анализ этих проектов.

Обсуждение. 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.

Заключение. На основе проведенного анализа предложен альтернативный проект будущего W-общества (с условным названием «Мир-организм»), основанный на примате принципов сотрудничества над принципами конкуренции, который 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.

В исследованиях активное участие принимали Л.Е. Гринин, Н.О. Ковалева, А.И. Андреев, С.Э. Билюга, А.Л. Гринин, О.И. Давыдова, Д.М. Мусиева, которые по праву являются соавторами данной статьи.

Ключевые слова: *моделирование, прогнозирование, глобальные процессы, пределы роста, прогноз мирового развития.*

Introduction. In the last quarter of the 20th century, the nature of global demographic and economic development began to change rapidly: the continuously accelerating growth of the main characteristics that had taken place over the previous two hundred years was replaced by their sharp deceleration. The article presents the preliminary results of research on mathematical modeling and forecasting of world

dynamics, aimed at analyzing observed trends and carried out within the framework of the Russian Science Foundation project No. 20-61-46004 “World development and ‘limits to growth’ in the 21st century: modeling and forecasting” (supervisor — academician V.A. Sadovnichy).

Materials and methods. During the research, a cognitive scheme of the interaction of various spheres of life at different stages of historical development was formed, basic dynamic equations were proposed that reflect these interactions, and a modification of these equations was substantiated in relation to different historical eras. For each historical epoch, based on the analysis of the corresponding system of equations, a phase portrait was determined and its features were analyzed. Based on this analysis, conclusions were drawn about the patterns of world development in the period under review.

Results of the study. The results of mathematical modeling have shown that humanity is currently moving into a fundamentally new phase of historical development, when the old economic and social technologies (liberal capitalism, classical socialism) no longer work. There is a transition of human society to a new phase state, the shape of which has not yet been determined. Under these conditions, we are not talking about forecasting, but about designing the future in new historical conditions. The struggle of world projects begins. The project that is more successful will win. The analysis of these projects was carried out.

Discussion. 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 long-term (lasting hundreds and thousands of years) macrosocial processes. An 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.

Conclusion. On the basis of the analysis carried out, an alternative project of the future W-society (with the conditional name “World-organism”) is proposed, based on the primacy of the principles of cooperation over the principles of competition, Russia can and should formulate. If this project is implemented, as mathematical modeling shows, it is possible to solve global problems related to ecology, global warming, and energy. This global project will make it possible to implement the ideas of prominent Russian humanist scientists on the formation of a fundamentally new integrative noospheric society at a new stage of historical development, the path to which goes through the partnership of civilizations.

L.E. Grinin, N.O. Kovaleva, A.I. Andreev, S.E. Bilyuga, A.L. Grinin, O.I. Davydova, D.M. Musieva, were also intensely engaged in the research, who by right should be considered as co-authors of this article.

Key words: *modeling, forecasting, global processes, growth limits, world development forecast.*

Введение

Мир быстро меняется. В XX в. темпы демографического и экономического роста достигли беспрецедентно высоких значений[1] (рис. 1).

[1] Наблюдавшийся рост на удивление хорошо описывался гиперболической зависимостью с точкой сингулярности в районе 2026 г. Первым это отметил Х. фон Фёрстер в 1960 г. в своей статье «Конец света. Пятница, 13 ноября 2026 года» [18], где в названии статьи указана точка сингулярности, полученная в результате гиперболической аппроксимации статистических данных по динамике численности населения Земли.

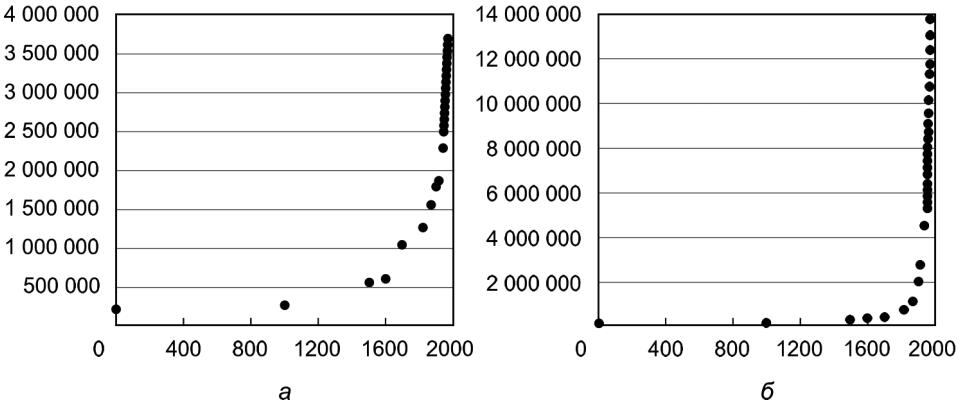

Рис. 1. Динамика численности населения мира (тыс. чел.) (*а*) и мирового ВВП (млн долл., 1990) (*б*) с начала нашей эры до середины XX в. Источник данных: [21]

В докладе Римскому клубу «Пределы роста» [22], опубликованном 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 70-х гг. XX в. ситуация стала стремительно изменяться: началось резкое торможение глобальных демографических и экономических характеристик (рис. 2). Вместо гиперболического роста демографические прогнозы предсказывают быструю стабилизацию, а при определенных условиях и резкое снижение численности населения (рис. 3).

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

Долгосрочное моделирование и прогнозирование мировой динамики — важная и чрезвычайно сложная область научных исследований (ввиду резких изменений, происходящих в мире). Этой теме посвящено большое число работ (см., например, обзор в [10]). Наибольшую известность получили доклады Римскому клубу, основанные на расчетах с использованием математической модели «Мир-3» [5]. Данная модель представляет собой систему дифференциальных уравнений, описывающих долгосрочную динамику ряда глобальных переменных:

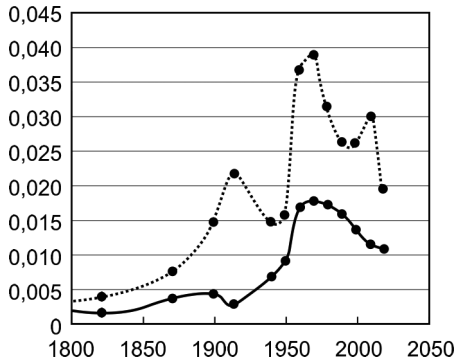

Рис. 2. Динамика усредненных по десятилетиям темпов относительного годового прироста численности населения Земли (сплошная линия) и мирового ВВП (пунктирная линия). Спад темпов роста населения в первой половине XX в. связан с мировыми войнами, колебательная составляющая в динамике темпов роста мирового ВВП обусловлена кондратьевскими циклами. Источник данных: [21]

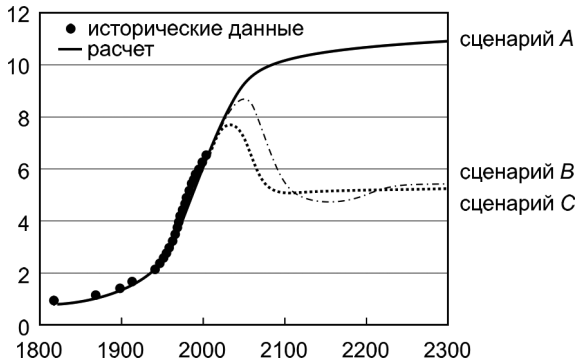

Рис. 3. Возможные сценарии демографической динамики (млрд чел.): сценарий *A* — стабилизация численности населения Земли (по С.П. Капице); сценарий *B* — снижение численности населения Земли; сценарий *C* — снижение численности населения Земли, колебательный режим. Источник: [4]

численности народонаселения, уровня промышленного производства, количества невозобновляемых природных ресурсов, промышленных загрязнений природной среды и др. Особенностью модели является то, что правые части уравнений формируются и калибруются на основе эмпирических данных за последние несколько десятков лет[2] (при этом, поскольку эмпирические данные имеются в наличии далеко не всегда, то в этих случаях используются экспертные оценки). Кроме того, в модели «Мир-3» отсутствует социальный блок, поэтому не ясно, как влияет направленность социальных процессов на изучаемую динамику глобальных переменных. Результаты моделирования представляются в виде наборов графиков, отражающих динамику переменных во времени при фиксированных значениях параметров модели и заданных начальных данных. При таком представлении результатов моделирования в силу большого разнообразия получаемых графиков сложно понять картину в целом, сложно выявить ключевые «параметры порядка», от изменения которых в решающей степени зависит динамика системы. Поскольку ситуация в мире с течением времени изменяется, то изменяются и взаимосвязи между переменными. Это приводит к необходимости периодической апостериорной перенастройки модели и к изменению правых частей используемых в ней дифференциальных уравнений. Что, в свою очередь, затрудняет понимание того, как обеспечивается преемственность последовательных версий модели, как соотносятся друг с другом результаты расчетов, выполненных с применением этих версий.

Таким образом, хотелось бы, чтобы модель была бы более прозрачна, более удобна для анализа и при этом учитывала бы социальные процессы и влияние вариантов социального развития на динамику глобальных переменных.

[2] То есть по существу модель основана на проецировании в будущее процессов, протекавших в прошлые периоды.

Понятно, что сформулированные требования внутренне противоречивы: с одной стороны, есть желание сделать модель более комплексной (чтобы она учитывала социальные и политические факторы), а с другой стороны, есть желание сделать модель более прозрачной и удобной для анализа (чтобы можно было выявлять базовые закономерности и «параметры порядка», от которых в решающей степени зависит, по какому пути пойдет будущее развитие). Также понятно, что удовлетворить данные требования в рамках подхода, используемого в модели «Мир-3», нереалистично, поэтому подход к моделированию динамики глобальных переменных должен быть существенным образом модифицирован.

Более 10 лет в МГУ имени М.В. Ломоносова под руководством академиков В.А. Садовничего и А.А. Акаева ведутся работы по моделированию и прогнозированию мировой динамики (см. [7, 10—12] и др.). Ниже представлены некоторые результаты данных исследований, касающиеся анализа перспектив будущего развития мировой системы.

Материалы и методы

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 историческом контексте (а не просто как продолжение тенденций XX в.[3]). «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: 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, объектом исследования и моделирования являются *базовые процессы* (включая социальные и политические), определяющие особенности взаимодействия различных сфер жизни на рассматриваемых этапах исторического развития. Соответственно, моделирование проводится на высоком уровне агрегации; его целью является не столько определение конкретных значений переменных, сколько логика их долгосрочной динамики. Результаты мо-

[3] Такой подход лежит в основе методологии анализа и моделирования мировой динамики в работах Римского клуба [14, 22].

делирования 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***» (т.е. 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, проведен анализ того, как модифицируются эти уравнения в разные исторические эпохи с учетом особенностей рассматриваемого исторического периода;
- 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, стала 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 было максимально возможное снижение 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.

Результаты исследования

В основу системы моделирования была положена схема взаимодействия различных сфер деятельности (рис. 4). Она представляет собой ориентированный граф, где его вершины — отдельные сферы, а стрелки — влияние одной сферы на другую.

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 [22], но при этом есть ряд важных отличий:

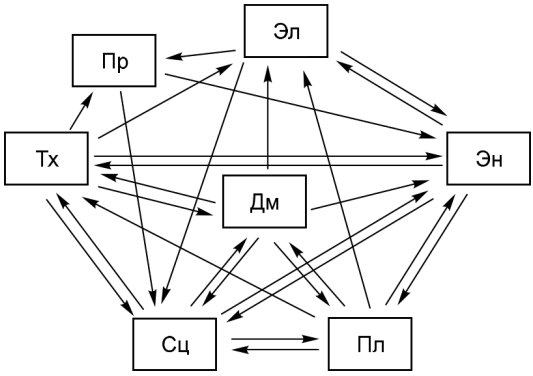

Рис. 4. Схема взаимодействия частных моделей при моделировании исторической динамики: Пр — климат, природная среда, Эл — экология, Тх — технологии, Дм — демография, Эн — экономика (производство, экономические отношения), Сц — социосфера (социальные взаимодействия), Пл — политика (государственное управление, политические взаимодействия)

- если основным в различных модификациях модели «Мир-3» 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 изменений в прошлом и возможных изменений в будущем;
- если в модели «Мир-3» решается задача Коши (т.е. 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.

Проблема использования математического моделирования для *долгосрочного* прогнозирования заключается в следующем. Обычно пишут большое количество уравнений, отражающих разные 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 обще-

ства при его последовательных исторических трансформациях и, главное, анализ возможных вариантов будущего развития с точки зрения их устойчивости, 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:

$$d\boldsymbol{X}/dt = \boldsymbol{f}(\boldsymbol{X}, \boldsymbol{a}, t) = \boldsymbol{X}^{+} - \boldsymbol{X}^{-}, \qquad (1)$$

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

Решения уравнений (1) можно представить в виде траекторий $\boldsymbol{X}(\boldsymbol{a}, t)$ в фазовом пространстве системы (рис. 5). Точки $\mathbf{A}_1$ и $\mathbf{A}_2$ — устойчивые состояния системы (аттракторы) типа «узел», к которым стремится система в результате своей эволюции; области $\boldsymbol{G}_1$ и $\boldsymbol{G}_2$ — области притяжения аттракторов (если система находится в какой-либо точке фазового пространства, принадлежащей этим областям, то с течением времени она окажется, соответственно, в точке $\mathbf{A}_1$ или $\mathbf{A}_2$). Анализ фазовых траекторий позволяет делать заключения о характере эволюции системы, определять области ее детерминированного поведения и области *бифуркаций* (т.е. 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 (т.е. значений, при которых происходят бифуркации состояний) помогает выбирать оптимальные способы управления реальными системами.

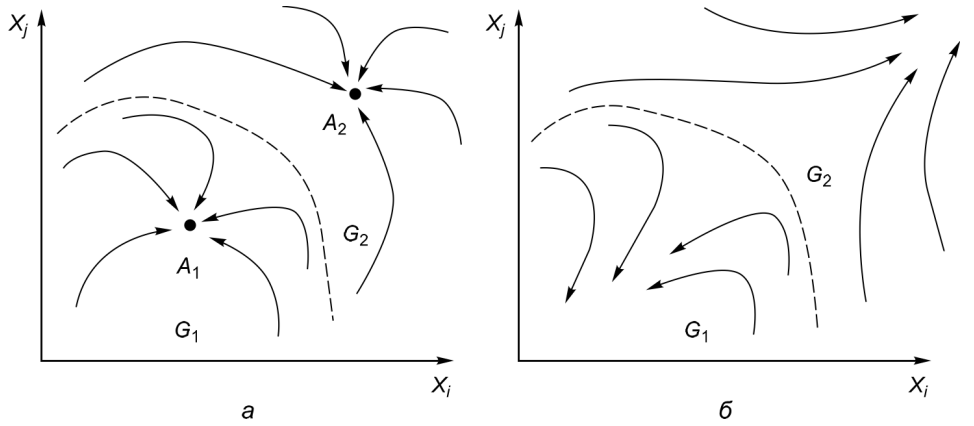

Рис. 5. Различные виды фазового портрета сложной динамической системы: *а* — ситуация, когда в системе есть два устойчивых состояния ($\mathbf{A}_1$ и $\mathbf{A}_2$), к которым с течением времени стремится система ($\boldsymbol{G}_1$ и $\boldsymbol{G}_2$ — области притяжения аттракторов $\mathbf{A}_1$ и $\mathbf{A}_2$); *б* — ситуация, когда при изменении параметров a_k устойчивые состояния ($\mathbf{A}_1$ и $\mathbf{A}_2$) исчезают и система становится нестабильной: в области $\boldsymbol{G}_2$ переменные X_i и X_j неограниченно растут, в области $\boldsymbol{G}_1$ — падают

Таким образом, описание процессов функционирования социальных систем на языке дифференциальных уравнений (1), описывающих механизмы изменения ключевых характеристик, и последующее построение фазовых портретов (рис. 5) 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 получается большой набор расчетных данных, но при этом отсутствует уверенность, что информационная картина полна, и 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 и 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 и базовая модель межгосударственных взаимодействий.

Обсуждение

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

Как уже упоминалось, характерной особенностью современной эпохи является то, что начиная с 1970-х гг. стало наблюдаться торможение ключевых показателей мирового развития (рис. 2 и 3), которые до этого на протяжении двухсот лет демонстрировали гиперболический рост (рис. 1). Таким образом, налицо смена тенденций развития, характерных для индустриальной эпохи. По-видимому, с 70-х гг. XX в. 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 [8], хорошо описывающей мировую динамику в индустриальную эпоху, то получится результат, представленный на рис. 6.

Из сравнения данных, рассчитанных по модели (рис. 6), со статистическими данными (рис. 2) видно, что хотя модель не отражает влияние ми-

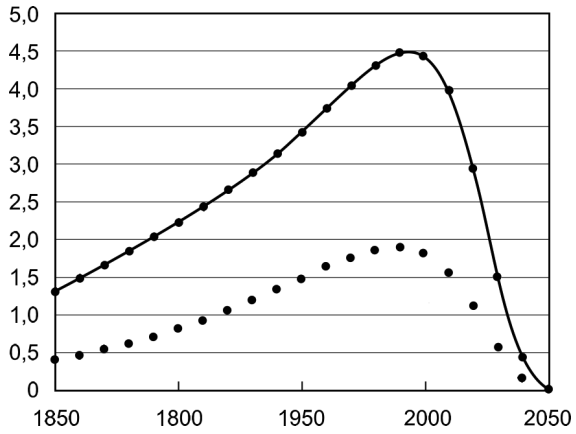

Рис. 6. Рассчитанные по модели модернизации [17] среднегодовые по десятилетиям темпы прироста численности населения Земли (сплошная линия) и мирового ВВП (пунктирная линия) (в процентах)

ровых войн и кондратьевских циклов[4], четко видных на статистических данных, она хорошо отражает глобальные тренды. В соответствии с этими 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 (т.е. на режим с нулевыми темпами демографического и экономического роста). Это весьма сильный вывод, который близок к инерционному прогнозу, сделанному в первом докладе Римского клуба «Пределы роста» [22]. 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» (т.е. 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 оно будет стареть, а продолжительность жизни расти. В этих условиях доля пожилых будет увеличиваться, а молодых — падать. Возрастная пирамида, имевшая до этого «треугольную» форму начинает сдвигаться в сторону прямоугольной формы;
- 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 зависеть от компьютера (от заложенных в него алгоритмов);

[4] В базовую модель модернизации, изложенную в [8], изначально не была заложена возможность моделирования экономических циклов.

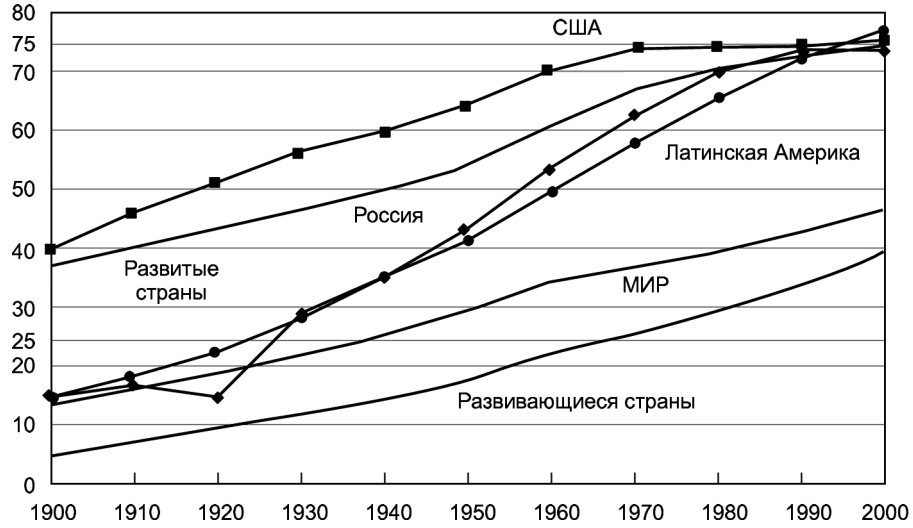

Рис. 7. Динамика доли городского населения (%) в XX в. по некоторым странам, группам стран и континентам

- 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. 7), то сейчас ситуация изменилась — основная часть населения живет в городах (56% в 2020 г.), и доля городского населения продолжает расти. Люди, живущие в городах, обладают бóльшими материальными возможностями, чем сельские жители, но с другой стороны, они в большей степени зависят от состояния инфраструктуры, изменений в экономической ситуации в своих странах и мире, их поведение отличается от поведения жителей села.

Еще одним важным обстоятельством является то, что до 70-х гг. XX в., во время второй фазы индустриального общества, в странах мир-системного Центра благодаря ускоренному экономическому росту росло значение ВВП на душу населения, при этом остальные страны, несмотря на начавшийся экономический рост, оставались в «мальтузианской ловушке». С 1970-х гг. отрыв этого показателя развитых стран от остального мира стал постепенно уменьшаться вследствие того, что развивающиеся страны стали выходить из «мальтузианской ловушки» и последовательно подтягиваться к развитым странам. Все бóльшая 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 ситуациях. Такая ситуация возникла впервые в истории человечества (раньше относительным избытком материальных благ обладала лишь узкая прослойка элиты), и ее влияние на социальные процессы нужно учитывать при моделировании.

На основе вышеизложенного есть основания полагать, что 70-е гг. 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, поэтому формирующееся общество логично назвать *кибернетическим*.

Какие особенности этого общества позволяет выявить базовая модель?

Начнем с моделирования взаимодействий в системе «общество—природа». Базовая модель взаимодействий в этой системе может быть записана в виде следующей системы уравнений:

$$dN/dt \approx rN(1 - x_0/x)(x_0/x), \tag{2}$$

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

$$dS/dt \approx cN(S - S_0). \tag{4}$$

$$dR/dt = k_R^{+} q_R I_1 - F/A_R(S), \tag{5}$$

$$dR/dt = R_{\text{пр}}^{+} + k_R^{+} q_R I_1 - R_{\text{пр}}^{-} - k_R^{-} F, \tag{6}$$

$$dR/dt = k_R^{+} q_R I_1 - f_R^{-}(t), \tag{7}$$

$$dW_i/dt = k_{W_i}^{+} F - W_{i\,\text{пр}}^{-} - k_{W_i}^{-} q_{W_i} I_2. \tag{8}$$

Уравнение (2) отражает демографическую динамику, (3) — экономическую динамику, (4) — технологическую динамику; (5) — уравнение для невоспроизводимых ресурсов однократного использования (природные ископаемые); (6) — уравнение для воспроизводимых ресурсов однократного использования (биоресурсы, воспроизводящиеся в природе); (7) — уравнение для ресурсов многократного использования (земельные ресур-

сы); (8) — уравнение динамики накопления продуктов жизнедеятельности (в том числе CO_2). 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, транспортной инфраструктуры, систем жизнеобеспечения и т.п.); Q — расходование потребительской продукции; S_0 — часть ВВП на душу населения, необходимая для обеспечения «прожиточного минимума»; $k_R^+ q_R I_1$ — 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; $R_{\text{пр}}^+$ — естественное восстановление количества ресурса в единицу времени; $R_{\text{пр}}^-$ — естественная убыль ресурса в единицу времени; $k_R^+ q_R I_1$ — 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 технологического уровня; $k_R^- F$ — антропогенное расходование ресурса; k_R^- — коэффициент пропорциональности; $k_R^+ q_R I_1$ — 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 сельскохозяйственного 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. 8.

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

- демографический рост перестает быть бесконечным и численность населения в конечном итоге стабилизируется (на рис. 8 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 предель-

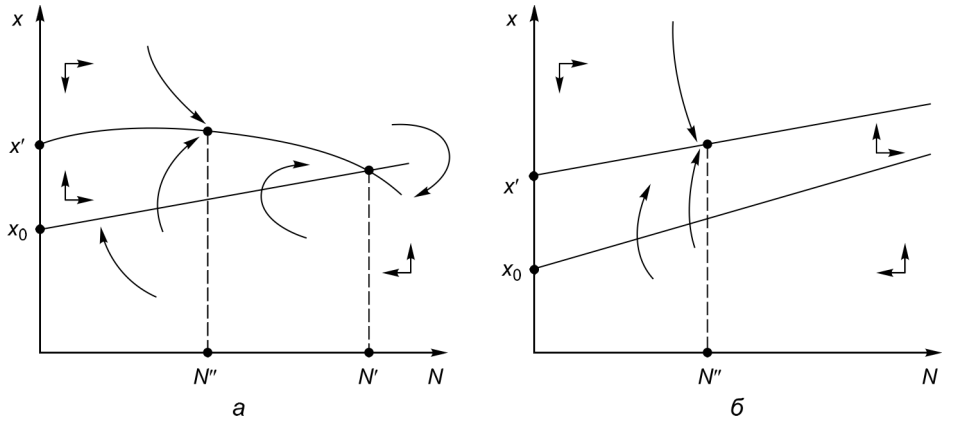

Рис. 8. Фазовый портрет кибернетического общества: *а* — низкое значение *c*, высокие значения I_1, I_2, Q уравнения (3); *б* — высокое значение *c*, умеренные значения I_1, I_2, Q уравнения (3) (стрелки — фазовые траектории, линии x' и x_0 — изоклины, расположение изоклины x' зависит от динамики величины S уравнения (3)

ная 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 развития технологий S. При этом существенную роль играет то, сколько усилий приходится тратить на восстановление ресурсов, утилизацию отходов и т.п. (т.е. каковы значения I_1 и I_2 в уравнении (3));
- таким образом, положение состояния равновесия (т.е. 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?

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 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), до 1976 г. изменчивость климата не превышала естественных вариаций, оцененных на промежутке времени около 1000 лет, но после этого амплитуда колебаний температуры превысила этот порог, и стало возможным говорить об антропогенном глобальном потеплении вследствие возросшего парникового эффекта [20]. 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°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°. 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° 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°. Основной антропогенной причиной роста концентрации парниковых газов в атмосфере является растущее энергопотребление и индустриальные выбросы 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» [17] за счет огромного еще неиспользованного потенциала энергосбережения и повышения уровня энергоэффективности. Эффект технологий, направленных на снижение эмиссий CO_2, должен быть учтен на стадии расчета динамики выбросов углекислого газа в атмосферу. Что же касается технологий замещения углеводородных топлив, то они должны учитываться при рассмотрении структуры энергопотребления по источникам.

Таким образом, схема расчета климатического прогноза включает в себя следующие этапы:

1) разработка математической модели для описания процесса перехода к новой парадигме энергопотребления;
2) расчет различных сценариев роста численности населения мира и отдельных стран (демографической динамики): $N(t)$;
3) расчет соответствующих сценариев развития динамики потребности в энергии на основе новой парадигмы энергопотребления: $E(N(t))$;

4) прогноз динамики структуры энергопотребления по видам источников энергии (уголь, нефть, газ, ВИЭ, атомная энергия, гидроэнергетика);
5) прогноз динамики потребности в органических ископаемых видах топлива (уголь, нефть, газ);
6) прогноз динамики изменений структуры углеводородных источников энергии (уголь, нефть, газ);
7) расчет динамики выбросов CO_2 в атмосферу при сжигании углеводородных топлив с учетом структурных изменений в потреблении органических ископаемых топлив (уголь, нефть, газ), а также использования технологий по захвату и захоронению углерода (Carbon capture and storage, CCS): $W_{CO_2} = W_{CO_2}E(N(t), S)$;
8) расчет динамики накопления CO_2 в атмосфере с учетом неиндустриальных выбросов CO_2 (вследствие вырубки лесов и эрозии почв) и поглощения части выбросов океанами и экосистемами суши;
9) прогноз динамики климатических изменений; расчет изменений средней глобальной температуры приземной атмосферы: $\Delta T = f(W_{CO_2}) = f(W_{CO_2}(E(N(t)), S))$;
10) анализ результатов и выработка практических рекомендаций.

Разработанные математические модели, результаты расчетов и их анализ представлены в работах А.А. Акаева [1—3, 15, 16]. 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 [1—3, 15, 16]).

Результаты расчетов представлены на рис. 9—11.

Показано, что энергетический переход от использования доминирующих в настоящее время ископаемых углеводородов к преимущественному использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ), когда их доля в общем энергобалансе превысит 40%, может состояться в 2060-е гг. Без динамичного развития ядерной энергетики как низкоуглеродного источника генерации базовой и пиковой электроэнергии, необходимой для создания стабильной и устойчивой энергосистемы, данный энергопереход

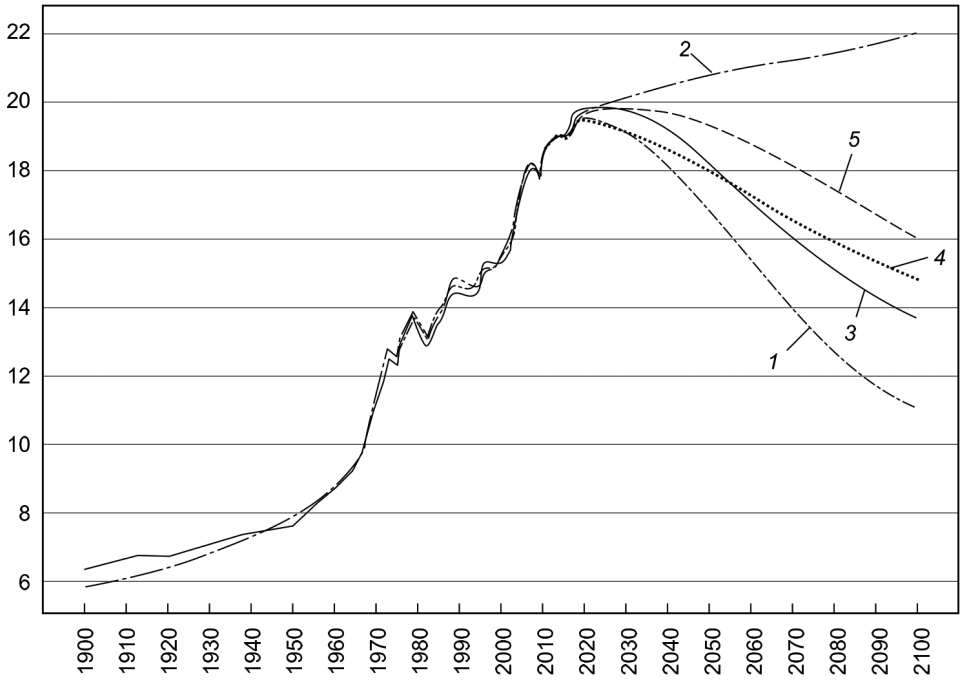

Рис. 9. Динамика реального энергопотребления при средней скорости повышения энергоэффективности (млрд т.н.э/г) и при разных вариантах демографического развития. Условные обозначения здесь и на рис. 10, 11: *1* — прогноз (Высокий сценарий); *2* — при росте численности населения по модели с запаздываниями Nc = 7,4; *3* — при росте численности населения по модели с запаздываниями Nc = 9,3; *4* — с учетом устойчивого эволюционного роста численности населения; *5* — по прогнозу численности населения ООН. Источник: [1—3, 15, 16]

невозможен. Для удержания глобального потепления на уровне 1,5° к концу текущего века потребуется 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.

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 экзистенционально «чужих» (соответственно, становится актуальной задача формирования принципов совместного общежития);

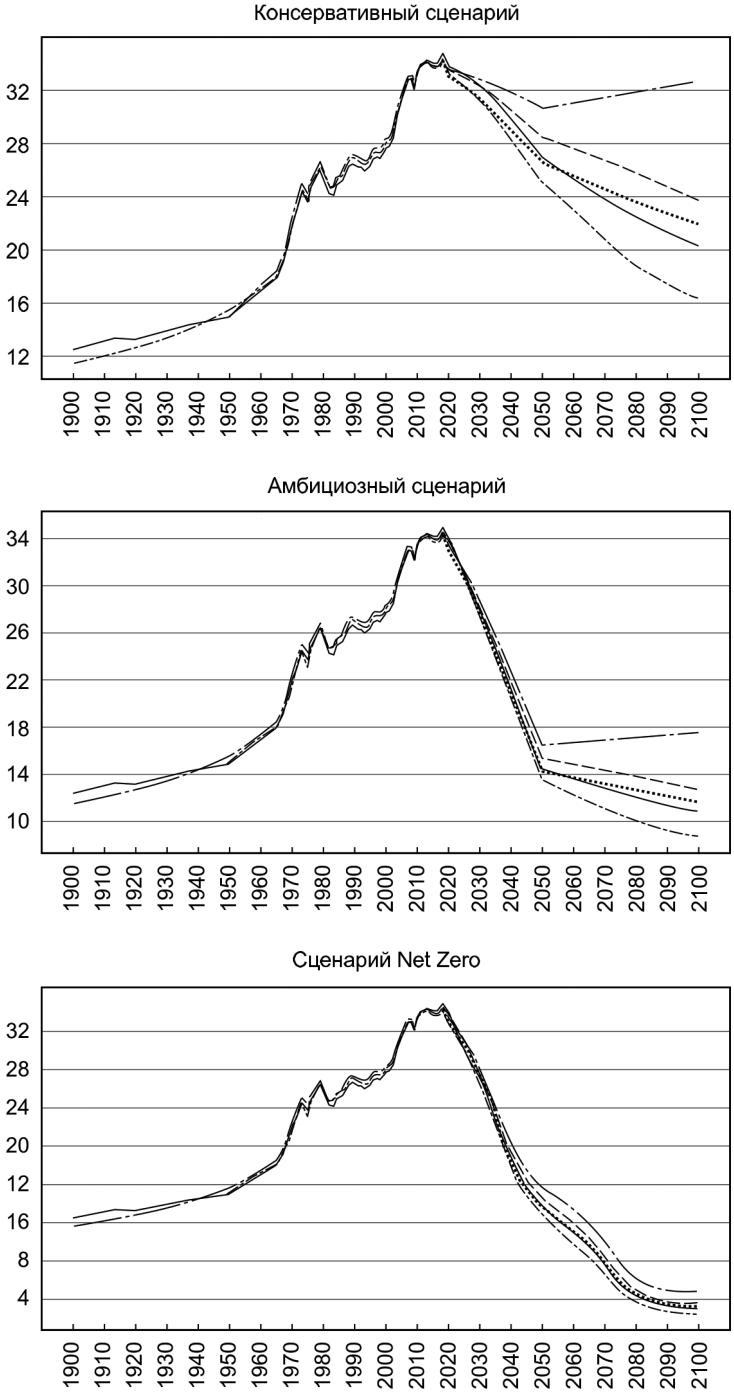

Рис. 10. Динамика индустриальных выбросов углекислого газа при средней скорости повышения энергоэффективности (млрд т) и при разных вариантах демографического развития. Источник: [1—3, 15, 16]

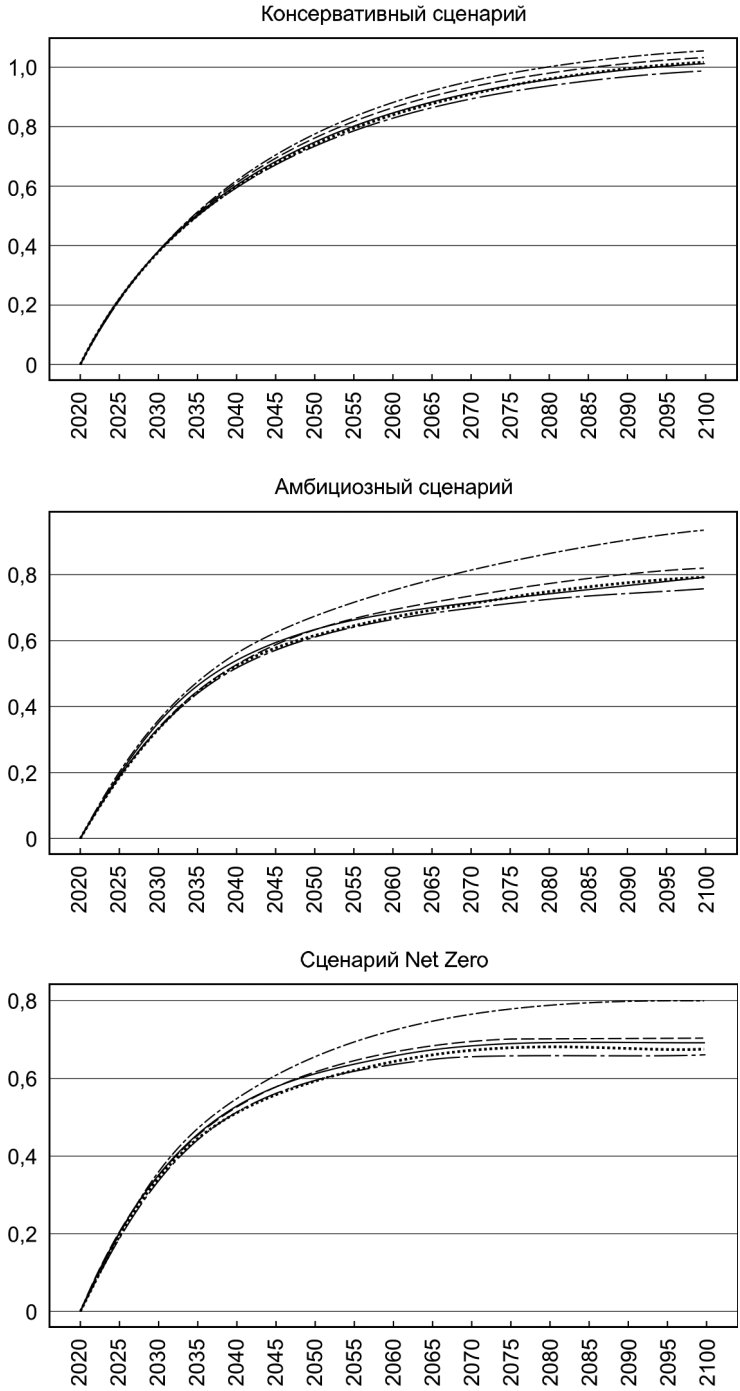

Рис. 11. Динамика отклонения средней глобальной температуры приземной атмосферы (°C) от значения в 2020 г. при средней скорости повышения энергоэффективности и при разных вариантах демографического развития. Источник: [1—3, 15, 16]

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 и его сознание.

Вследствие этого неизбежны следующие социальные трансформации:

1) переход от либерально-рыночной экономики к распределительному обществу[5];
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.

Вопрос в том, какой социальный облик примут эти трансформации.

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 — 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 [9, 19]. При этом возникает вопрос: каким образом будет обеспечиваться «синхронизация» действий этих социальных акторов?

---

[5] Это следствие снижения общей нормы прибыли и окончания эпохи, когда «игра с положительной суммой» была правилом, а не исключением из правила.

Еще одной особенностью будущего общества является неизбежное усиление в нем *распределительных* принципов (в отличие от доминирования либерально-рыночных принципов в индустриальном обществе). В работе [6] 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 экономическому монополизму. В этих условиях либерально-рыночные механизмы трансформируются в распределительные, зависящие от монополиста[6]. 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» [14] и «инклюзивного капитализма» [13]. 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[7], но численность населения контролируется, оно лишено собственности и реальной возможности влиять на принципиально важные решения, принимаемые «мировым правительством». При этом реализуется управление 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. 8, *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 отличие 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).

---

[6] В современном мире в качестве таких монополистов могут выступать государство, транснациональные компании и финансовый капитал (в сфере экономики), интернет-гиганты (в информационной сфере).

[7] Аналог «хлеба и зрелищ» для плебса в Древнем Риме.

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 (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 каналируется 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. 8, *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»[8] — это реализация идей великих российских ученых-гуманистов Н. Вернадского, Н. Кондратьева, П. Сорокина, Н. Моисеева, И. Пригожина, С. Капицы и др.

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 № 2. Первый путь — путь, когда конкурентное начало в социальных отношениях превалирует над кооперативным. Второй путь — 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.

---

[8] 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»).

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[9] 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[10], но она должна принять форму не религии (поскольку религии по своей природе каноничны и жестко противопоставляют 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» (т.е. 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 все дозволено» (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, формирования управленческого аппарата на основе меритократических принципов (в варианте № 2 будущего общества). Как будут использоваться возможности всеобщей компьютеризации и информационной прозрачности в W-обществе, зависит от самого общества.

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 наи-

---

[9] В Южной Азии такую же роль играл буддизм, в Восточной Азии — конфунцианство.

[10] 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 пока процесс ее формирования не завершен.

более 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 (т.е. реализация варианта № 2 будущего общества).

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

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.

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 имени М.В. Ломоносова под руководством В.А. Садовничего и А.А. Акаева более 10 лет. В результате этих исследований предложена методология моделирования глобальных процессов в демографической, экономической, энергетической, технологической, социальной и политической сферах. Проанализированы закономерности долгосрочного исторического развития.

Суть происходящих в мире перемен, как показывает 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.

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

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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Акаев А.А., Давыдова О.И.* Парижское климатическое соглашение вступает в силу. Состоится ли Великий энергетический переход? // Вестник Российской академии наук. 2020. Т. 90, № 10. С. 926—938.

2. *Акаев А.А., Малков С.Ю.* Моделирование и прогноз энергоэкологической динамики. Ч. 1 // Партнерство цивилизаций. 2020. № 1—2. С. 179—191.

3. *Акаев А.А., Малков С.Ю.* Моделирование и прогноз энергоэкологической динамики. Ч. 2 // Партнерство цивилизаций. 2020. № 3—4. С. 150—165.

4. *Акаев А.А., Садовничий В.А.* Глобальные демографические модели как основа для стратегического прогноза // Проекты и риски будущего. Концепции, модели, инструменты, прогнозы / Под ред. А.А. Акаева и др. М.: Красанд/URSS, 2011. С. 17—45.

5. Доклады Римскому клубу. URL: https://www.clubofrome.org/publications/ (дата обращения: 04.05.2022).

6. *Малков С.Ю.* Размышления на тему: есть ли будущее у капитализма? // Информационные войны. 2021. № 4(60). С. 41—49.

7. *Малков С.Ю., Андреев А.И., Гринин Л.Е.* и др. Россия в контексте мировой динамики: Моделирование и прогноз. М.: Учитель, 2016.

8. *Малков С.Ю., Давыдова О.И.* Модернизация как глобальный процесс: Опыт математического моделирования // Компьютерные исследования и моделирование. 2021. Т. 13, № 4. С. 859—873.

9. *Малков С.Ю., Ковалев В.И., Коротаев А.В.* О математическом моделировании устойчивости функционирования социально-экономических систем // Информационные войны. 2021. № 1(57). С. 31—43.

10. *Садовничий В.А., Акаев А.А., Коротаев А.В., Малков С.Ю.* Моделирование и прогнозирование мировой динамики / Научный совет по Программе фунд. исслед. Президиума Российской академии наук «Экономика и социология знания». М.: ИСПИ РАН, 2012.

11. *Садовничий В.А., Акаев А.А., Коротаев А.В., Малков С.Ю.* Комплексное моделирование и прогнозирование развития стран БРИКС в контексте мировой динамики / Научный совет по Программе фунд. исслед. Президиума Российской академии наук «Экономика и социология науки и образования». М.: Наука, 2014.

12. *Садовничий В.А., Акаев А.А., Коротаев А.В.* и др. Анализ и моделирование мировой и страновой динамики. М.: ЛЕНАНД, 2017.

13. Так называемый инклюзивный капитализм — совместный проект Ротшильдов и Папы Римского. URL: https://i24.info/inexplicable/tak-nazyvaemyi-

inkluzivnyi-kapitalizm-sovmestnyi-proekt-rotshildov-i-papy-rimskogo.html (дата обращения: 30.05.2022).

14. *Шваб К., Маллере Т.* COVID-19: Великая перезагрузка. URL: https://advokat-rostovdon.ru/wp-content/uploads/2021/01/covid-19_-velikaja-perezagruzka.pdf (дата обращения: 27.05.2022).

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. Vol. 90, N 5. P. 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. Vol. 14, N 9, 2558.

17. Energy Technology Perspectives 2010: Scenarios & Strategies to 2050 / ETP, 2010; IEA, 2010. https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2010 (дата обращения: 16.05.2022).

18. *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. N 132. C. 1291—1295.

19. *Ilyin I., Issaev L., Malkov S.* A methodology for analyzing and forecasting sociopolitical destabilization // BioSystems. 2020. Vol. 198. 104229. P. 1—8.

20. IPCC: Climate Change 2001. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

21. Maddison Project Database. URL: http://www.ggdc.net/maddison (дата обращения: 03.05.2022).

22. *Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens III W.W.* The Limits to Growth. A report for the Club of Rome's on the predicament of Mankind. N.Y.: Universe Books, 1972.

REFERENCES

1. Akaev A.A., Davydova O.I. 2020. "The Paris climate agreement comes into force. Will the Great Energy Shift take place?" *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, vol. 90, no. 10, pp. 926—938. (In Russ.)

2. Akaev A.A., Malkov S.Yu. 2020. "Modeling and forecast of energy-ecological dynamics, part 1". *Partnership of Civilizations,* no. 1—2, pp. 179—191. (In Russ.)

3. Akaev A.A., Malkov S.Yu. 2020. "Modeling and forecast of energy-ecological dynamics, part 2". *Partnership of Civilizations,* no. 3—4, pp. 150—165. (In Russ.)

4. Akaev A.A., Sadovnichiy V.A. 2011. "Global demographic models as a basis for strategic forecast". In A.A. Akaev, A.V. Korotaev, G.G. Malinetsky, S.Yu. Malkov (eds.). *Projects and risks of the future. Concepts, models, tools, forecasts.* Moscow, Krasand/URSS, pp. 17—45. (In Russ.)

5. Reports to the Club of Rome. Available at: https://www.clubofrome.org/publications/ (accessed: 04.05.2022). (In Russ.)

6. Malkov S.Yu. 2021. "Reflections on the topic: does capitalism have a future?" *Information Wars,* no. 4 (60), pp. 41—49. (In Russ.)

7. Malkov S.Yu., Andreev A.I., Grinin L.E., Korotaev A.V., Malkov A.S. 2016. *Russia in the context of world dynamics: modeling and forecast.* Moscow, Uchitel. (In Russ.)

8. Malkov S.Yu., Davydova O.I. 2021. "Modernization as a global process: the experience of mathematical modeling". *Computer Research and Modeling,* vol. 13, no. 4, pp. 859—873. (In Russ.)

9. Malkov S.Yu., Kovalev V.I., Korotaev A.V. 2021. "On mathematical modeling of the stability of the functioning of socio-economic systems". *Information Wars,* no. 1 (57), pp. 31—43. (In Russ.)

10. Sadovnichiy V.A., Akaev A.A., Korotaev A.V., Malkov S.Yu. 2012. *Modeling and forecasting of world dynamics*. Moscow, ISPI RAN. (In Russ.)

11. Sadovnichiy V.A., Akaev A.A., Korotaev A.V., Malkov S.Yu. 2014. *Comprehensive modeling and forecasting of the development of the BRICS countries in the context of world dynamics*. Moscow, Science. (In Russ.)

12. Sadovnichiy V.A., Akaev A.A., Korotaev A.V., Malkov S.Yu., Sokolov V.N. 2017. *Analysis and modeling of world and country dynamics*. Moscow, LENAND. (In Russ.)

13. The so-called inclusive capitalism is a joint project of the Rothschilds and the Pope. Available at: https://i24.info/inexplicable/tak-nazyvaemyi-inkluzivnyi-kapitalizm-sovmestnyi-proekt-rotshildov-i-papy-rimskogo.html (accessed: 30.05.2022). (In Russ.)

14. Schwab K., Malleret Th. 2020. COVID-19: The Great Reset. Available at: https://advokat-rostovdon.ru/wp-content/uploads/2021/01/covid-19_-velikaja-perezagruzka.pdf (accessed: 27.05.2022). (In Russ.)

15. Akaev A.A., Davydova O.I. 2020. "The Paris Agreement on Climate Is Coming into Force: Will the Great Energy Transition Take Place?" *Herald of the Russian Academy of Sciences*, vol. 90, no. 5, pp. 588—599.

16. Akaev A.A., Davydova O.I. 2021. "A Mathematical Description of Selected Energy Transition Scenarios in the 21st Century, Intended to Realize the Main Goals of the Paris Climate Agreement". Energies, vol. 14, no. 9, 2558.

17. *Energy Technology Perspectives 2010: Scenarios & Strategies to 2050*. ETP 2010, IEA, 2010. Available at: https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2010 (accessed: 16.05.2022).

18. Von Foerster H., Mora P., Amiot L. 1960. "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*, no. 132, pp. 1291—1295.

19. Ilyin I., Issaev L., Malkov S. 2020. "A methodology for analyzing and forecasting sociopolitical destabilization". *BioSystems*, vol. 198, 104229, pp. 1—8.

20. *IPCC: Climate Change 2001*. 2001. Cambridge, Cambridge University Press.

21. *Maddison Project database*. Available at: http://www.ggdc.net/maddison (accessed: 03.05.2022).

22. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens III W.W. 1972. *The Limits to Growth. A report for the Club of Rome's on the predicament of Mankind*. New York, Universe Books.

ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ

1. *Akayev A.A., Davydova O.I.* Parizhskoye klimaticheskoye soglasheniye vstupayet v silu. Sostoitsya li Velikiy energeticheskiy perekhod? // Vestnik Rossiyskoy akademii nauk. 2020. T. 90, № 10. S. 926—938.

2. *Akayev A.A., Malkov S.Yu.* Modelirovaniye i prognoz energoekologicheskoy dinamiki. Ch. 1 // Partnerstvo tsivilizatsiy. 2020. № 1—2. S. 179—191.

3. *Akayev A.A., Malkov S.Yu.* Modelirovaniye i prognoz energoekologicheskoy dinamiki. Ch. 2 // Partnerstvo tsivilizatsiy. 2020. № 3—4. S. 150—165.

4. *Akayev A.A., Sadovnichiy V.A.* Global'nyye demograficheskiye modeli kak osnova dlya strategicheskogo prognoza // Proyekty i riski budushchego. Kontseptsii, modeli, instrumenty, prognozy / Pod red. A.A. Akayeva i dr. M.: Krasand/URSS, 2011. S. 17—45.

5. Doklady Rimskomu klubu. URL: https://www.clubofrome.org/publications/ (data obrascheniya: 04.05.2022).

6. *Malkov S. Yu.* Razmyshleniya na temu: yest' li budushcheye u kapitalizma? // Informatsionnyye voyny. 2021. № 4(60). S. 41—49.

7. *Malkov S. Yu., Andreyev A.I., Grinin L. Ye.* i dr. Rossiya v kontekste mirovoy dinamiki: Modelirovaniye i prognoz. M.: Uchitel', 2016.

8. *Malkov S. Yu., Davydova O.I.* Modernizatsiya kak global'nyy protsess: Opyt matematicheskogo modelirovaniya // Komp'yuternyye issledovaniya i modelirovaniye. 2021. T. 13, № 4. S. 859—873.

9. *Malkov S. Yu., Kovalev V.I., Korotayev A.V.* O matematicheskom modelirovanii ustoychivosti funktsionirovaniya sotsial'no-ekonomicheskikh sistem // Informatsionnyye voyny. 2021. № 1(57). S. 31—43.

10. *Sadovnichiy V.A., Akayev A.A., Korotayev A.V., Malkov S. Yu.* Modelirovaniye i prognozirovaniye mirovoy dinamiki / Nauchnyy sovet po Programme fund. issled. Prezidiuma Rossiyskoy akademii nauk «Ekonomika i sotsiologiya znaniya». M.: ISPI RAN, 2012.

11. *Sadovnichiy V.A., Akayev A.A., Korotayev A.V., Malkov S. Yu.* Kompleksnoye modelirovaniye i prognozirovaniye razvitiya stran BRIKS v kontekste mirovoy dinamiki / Nauchnyy sovet po Programme fund. issled. Prezidiuma Rossiyskoy akademii nauk «Ekonomika i sotsiologiya nauki i obrazovaniya». M.: Nauka, 2014.

12. *Sadovnichiy V.A., Akayev A.A., Korotayev A.V.* i dr. Analiz i modelirovaniye mirovoy i stranovoy dinamiki. M.: LENAND, 2017.

13. Tak nazyvayemyy inklyuzivnyy kapitalizm — sovmestnyy proyekt Rotshil'dov i Papy Rimskogo. URL: https://i24.info/inexplicable/tak-nazyvaemyi-inkluzivnyi-kapitalizm-sovmestnyi-proekt-rotshildov-i-papy-rimskogo.html (data obrascheniya: 30.05.2022).

14. *Shvab K., Mallere T.* COVID-19: Velikaya perezagruzka. URL: https://advokat-rostovdon.ru/wp-content/uploads/2021/01/covid-19_-velikaja-perezagruzka.pdf (data obrascheniya: 27.05.2022).