

DOI: 10.56429/2414-4894-2024-50-4-20-32

Акаев Аскар Акаевич

*докт. техн. наук, профессор
факультета глобальных процессов
МГУ имени М.В. Ломоносова.
Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 13А (корпус В)
askarakaev@mail.ru*

Малков Сергей Юрьевич

*докт. техн. наук, профессор
факультета глобальных процессов
МГУ имени М.В. Ломоносова.
Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 13А (корпус В)
s@malkov.org*

Коротаев Андрей Витальевич

*докт. ист. наук, профессор
факультета глобальных процессов
МГУ имени М.В. Ломоносова.
Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 13А (корпус В)
akorotayev@gmail.com*

Билюга Станислав Эдуардович

*канд. полит. наук, доцент
факультета глобальных процессов
МГУ имени М.В. Ломоносова.
Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 13А (корпус В)
bilyuga@fgp.msu.ru*

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ КАК ОДНО
ИЗ НАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАБОТЫ
ФАКУЛЬТЕТА: ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

Акаев Аскар А.

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Faculty of Global Studies,
Lomonosov Moscow State University.
Moscow, Leninskie Gory, 1/13A (building B)
askarakaev@mail.ru*

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

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

Bilyuga Stanislav E.
*Candidate of Political Sciences, Associate Professor,
Faculty of Global Studies,
Lomonosov Moscow State University.
Moscow, Leninskie Gory, 1/13A (building B)
bilyuga@fgp.msu.ru*

MATHEMATICAL MODELING OF GLOBAL STUDIES AS ONE OF THE SCIENTIFIC DIRECTIONS OF THE FACULTY: MAIN RESULTS

Аннотация. Одной из функций, возложенных на факультет глобальных процессов МГУ, является проведение фундаментальных работ по применению математических методов для анализа совершенно различных социально-политических, экономических и культурных процессов на планете Земля в качестве преемника Римского клуба. Опыт работы факультета в этом направлении на протяжении уже более 15 лет показывает, что оно продолжает жить и развиваться, а также передается молодому поколению через лекции и учебники. В статье приведены результаты деятельности факультета в сфере математического моделирования глобальных процессов как одного из научных направлений работы.

Ключевые слова: математическое моделирование, Римский клуб, нелинейная динамика, факультет глобальных процессов, глобальные исследования.

Abstract. One of the functions assigned to the Faculty of Global Studies at Moscow State University is to carry out fundamental work on the application of mathematical methods to analyze completely different socio-political, economic and cultural processes on planet Earth as a successor to the Club of Rome. The faculty's experience in this area for more than 15 years shows that this area continues to live and develop, and is also transmitted to our younger generation through lectures

and textbook. The paper presents the results of the faculty's activities in the field of mathematical modeling of global processes as one of the scientific areas of work.

Key words: mathematical modeling, Club of Rome, nonlinear dynamics, Faculty of Global Studies, global studies.

В настоящее время в мире во всех сферах жизни происходят быстрые и кардинальные изменения, затрагивающие интересы всех стран. Происходит смещение экономической активности с Запада на Восток, наблюдаются серьезные изменения в демографической сфере во многих регионах мира, усиливаются глобальные кризисные явления (в том числе связанные с переходом от пятого к шестому циклу Кондратьева, с нарастающими энерго-экологическими проблемами), растет геополитическая напряженность, усиливается агрессивное давление стран Запада на Россию. В этих условиях все более актуальным становится научный анализ глубинных причин происходящих изменений, а также долгосрочный прогноз возможных сценариев мирового развития. Прогнозы не должны ограничиваться лишь качественным анализом грядущих перемен, они должны включать в себя количественные оценки динамики ключевых демографических, экономических, социальных, военно-политических и других показателей, что крайне необходимо для обоснования стратегических решений на государственном уровне. При этом широко применявшиеся до сих пор методы прогнозирования количественных показателей, во многом основанные на продолжении ранее сложившихся тенденций в будущее (эконометрические модели, модели общего равновесия DSGE и т.п.), в условиях происходящих изменений становятся нерелевантными. Необходимо использование динамических математических моделей, способных описывать неравновесные процессы в изменяющихся условиях.

Существующие математические модели, описывающие социальные и экономические процессы в обществе, как правило, узко специализированы, они рассматривают хоть и важные, но частные аспекты. Так, например, модели мировой динамики Мир-1, Мир-2 и Мир-3, разработанные Дж. Форрестором и Д. Медоузом в начале 70-х гг. XX в. по инициативе Римского клуба, впервые на математическом языке и в простом для понимания отображении продемонстрировали катастрофические последствия для нашей планеты роста численности населения и производства, ограниченности ресурсов и растущего загрязнения.

В условиях кардинальных и быстрых перемен, происходящих в мире, необходим анализ общества как целостной системы с учетом взаимосвязи всех его подсистем и взаимозависимости происходящих процессов во всех сферах жизни. При этом в математических моделях, описывающих современное общество, необходим учет слабо формализуемых, но чрезвычайно важных для понимания социальной динамики факторов, таких как культурные традиции, поведенческие нормы, моральные правила и т.п. В данных моделях необходимо уделять серьезное внимание цивилизационной составляющей, поскольку ведущие страны мира, от которых зависит его дальнейшее развитие, — это страны с разными социально-

политическими системами и различающимися цивилизационными особенностями, влияющими на характер межгосударственного взаимодействия. Учет данных факторов в математических моделях — сложная, но крайне актуальная задача. Необходимо рассматривать общество как целостный организм и предложить способ математического описания его функционирования в изменяющихся условиях.

Для решения указанных научных проблем по инициативе ректора МГУ имени М.В. Ломоносова акад. В. А. Садовниченко в 1995 г. был создан Институт математических исследований сложных систем, где И.Р. Пригожин передавал свои знания о парадоксе времени студентам. Затем в 2009 г. на базе кафедры глобалистики факультета глобальных процессов была создана научная группа под руководством иностранного члена РАН А. А. Акаева. Целью работы группы было:

- усовершенствовать имеющиеся и разработать новые методы и модели, предназначенные для математического моделирования и прогнозирования демографического, социального, экономического, политического развития различных стран мира в условиях происходящих глобальных трансформаций с учетом их институциональных и цивилизационных особенностей;
- на основе математического моделирования провести анализ возможных вариантов мирового развития в XXI в., включая прогнозы развития отдельных стран, провести анализ рисков развития;
- готовить аналитические материалы для государственных органов в интересах обоснования долгосрочных стратегических решений на государственном уровне.

В 2014 г. по инициативе факультета глобальных процессов в МГУ был открыт Центр долгосрочного прогнозирования и стратегического планирования, который объединил математиков, историков, философов, социологов, экономистов, специалистов в области ИТ-технологий, политологов МГУ и ряда институтов РАН для междисциплинарного научно-практического проекта по использованию моделирования и прогнозирования социально-политических, экономических и культурных процессов для обеспечения реализации стратегий развития Российской Федерации. В статье сделан краткий обзор работы Центра за прошедшие 15 лет.

Современное состояние исследований в области долгосрочного прогнозирования мировой динамики

В настоящее время математическое моделирование широко используется в различных странах и международных организациях (ООН, ОЭСР, Всемирный банк, МВФ и др.) для анализа существующих тенденций и прогноза демографической, экономической и социальной динамики. На уровне отдельных стран с использованием математического моделирования органами государственного управления формируются планы экономического развития. Прогнозы долгосрочной мировой динамики и развития конкретных стран регулярно публикуются государственными,

общественными и частными (например, Goldman Sachs, Pricewaterhouse Coopers) организациями.

Серьезные работы по реализации комплексного подхода к анализу и моделированию современного общества ведутся в широком круге организаций. В качестве научных лидеров в области исследования и моделирования долгосрочных процессов можно назвать Центр исследования экономик, исторических систем и цивилизаций им. Ф. Броделя при Университете штата Нью-Йорк в Бингэмптоне (Fernand Braudel Center for the Study of Economies, Historical Systems, and Civilizations at the State University of New York, Binghamton).

Крупнейшим американским центром исследований в сфере мировой экономики является Институт международной экономики (Institute for International Economics) — частное некоммерческое научно-исследовательское учреждение (США). Также следует отметить Калифорнийскую школу исследований Великой дивергенции, Институт высших исследований в Вене, Институт мировой экономики и международного менеджмента (Institut für Weltwirtschaft und Internationales Management, IWIM), Международный институт по прикладным системным исследованиям (International Institute for Applied System Analysis, IIASA), базирующийся в г. Лаксенбург (Австрия), Институт мир-системных исследований при Калифорнийском университете в Риверсайде (Institute for Research on World-Systems at the University of California, Riverside). В области долгосрочного демографического прогнозирования большую работу проводят Отдел народонаселения ООН, регулярно публикующий демографические прогнозы до 2100 г. по всем странам мира, включая страны БРИКС, австрийский Центр Витгенштейна (Wittgenstein Centre) и Институт показателей и оценки здоровья (Institute for Health Metrics and Evaluation) при Вашингтонском университете (Сиэтл, США).

Если говорить о научном инструментарии долгосрочных прогнозов количественных показателей и характеристик, то он, как правило, основан на использовании эконометрических методов и/или тех или иных модификаций моделей общего равновесия (CGE-моделей), в которых динамика — это следствие экзогенных и/или эндогенных шоков, переводящих экономическую систему из старого в новое состояние равновесия. Научная литература, посвященная моделям и прогнозам подобного типа, насчитывает сотни наименований (см., например: [2, 3, 6, 7, 10]).

Проблема заключается в том, что модели подобного типа удовлетворительно работают, когда социально-экономическая ситуация относительно стабильна и имеет место устойчивый экономический рост. Однако со второй декады XXI в. мир вступил в период глобальной нестабильности, которая только усугубляется и свидетельствует о начале кардинальной трансформации всей мировой системы. О неизбежности глобальных изменений, ожидаемых в 20-х гг. XXI в., говорилось в докладах Римскому клубу, начиная с первого доклада «Пределы роста» (1972 г.). В условиях глобальных изменений прогнозы, основанные на экономет-

рических методах и моделях общего равновесия, становятся нерелевантными. Критика данных методов содержится во многих работах (см., например: [4, 9]).

Кроме того, существующие математические модели, описывающие социальные и экономические процессы в обществе, как правило, узко специализированы, они рассматривают хоть и важные, но частные аспекты и не отражают общество как целостный организм, способный к самоорганизации. Необходимо также отметить следующее:

- традиционный математический инструментарий, используемый при моделировании экономических процессов, слабо отражает институциональную и цивилизационную специфику рассматриваемых стран. Это серьезный недостаток, поскольку страны мира имеют свои четко выраженные институциональные и цивилизационные особенности, которые необходимо учитывать;
- в современных математических моделях не учитывается или недостаточно учитывается, что процессы в социальной, экономической, демографической, политической сферах характеризуются разной скоростью протекания. Кроме того, существуют задержки по времени (временные лаги) во взаимодействии этих процессов, что также нужно учитывать при моделировании;
- в большом числе стран мира важную роль играет взаимодействие плановых и рыночных механизмов регулирования экономики, что должно найти отражение при моделировании.

Методология исследований и достигнутые результаты

На протяжении последних десятилетий в нашей стране и за рубежом выполнено большое количество работ по математическому моделированию и прогнозированию демографических, экономических, социальных, политических процессов на уровне различных стран. Однако эти исследования проводились, как правило, узкими специалистами применительно к конкретной предметной области, что не позволяло увидеть общую картину эволюции общества как целостной системы. В условиях происходящих в мире кардинальных перемен и обострения глобальных проблем требуется комплексный, междисциплинарный подход к их анализу, необходима разработка математических моделей, описывающих различные глобальные процессы в их взаимодействии и влияние этих процессов на развитие стран мира.

В связи с этим перед организованной в 2009 г. научной группой была поставлена задача разработки математического инструментария, реализующего междисциплинарный подход к моделированию и прогнозированию мировой динамики. Особое внимание в исследованиях уделялось учету при математическом моделировании взаимного влияния процессов, происходящих в материальной сфере (природа, материальное производство, экология), и процессов, происходящих в социальной и социально-психологической сфере (политика, идеология, культура). В ходе

исследований использовались методические подходы научной группы Д. Медоуза по определению «пределов роста», исследования проблем взаимодействия «человек—природа» Э.С. Кульпина, наработки группы С.П. Капицы по анализу глобальных демографических процессов, результаты других научных групп и собственных исследований.

Ключевое значение в исследованиях имело совместное моделирование демографических, экологических, социальных, экономических, политических процессов в динамике с учетом положительных и отрицательных обратных связей. Основой создания таких моделей является математическое описание механизмов социальной самоорганизации и эволюции с учетом конкретных условий функционирования рассматриваемых социальных систем. При создании моделей использовались достижения синергетики, теории динамических систем. С позиций математического моделирования рассматривалась проблема соотношения устойчивости и изменчивости в процессе социально-экономической динамики. При этом использовалась методология синергетики (И.Р. Пригожин, Г. Хакен, С.П. Курдюмов), опыт математического моделирования формирования и эволюции устойчивых институциональных структур (С.Г. Кирдина) в социально-экономических системах. Модели рассматриваемых процессов формировались с использованием динамических уравнений, что позволило, с одной стороны, описывать их эволюцию в прошлом, а с другой — анализировать особенности современного развития и делать социально-экономический прогноз. Использование систем нелинейных дифференциальных уравнений позволило исследовать как стабильные, так и переходные состояния социальных систем. При этом стабильным состояниям (в том числе «ловушкам развития», к которым, в частности, относятся «сырьевая ловушка» и «ловушка средних доходов», характерные для развивающихся стран) соответствуют устойчивые аттракторы в фазовом пространстве переменных системы. Изменение внешних и внутренних параметров (условий, влияющих на систему) может привести как к постепенному изменению характеристик аттрактора (к его смещению в фазовом пространстве), так и к полному его исчезновению (в частности, к гибели и распаду социальной системы). В ходе проводимых исследований большое внимание уделялось способам анализа социальных систем в периоды перехода из одного фазового состояния в другое, а также верификации разрабатываемых математических моделей, которая осуществлялась с использованием исторических данных, т.е. путем моделирования прошедших событий, результат которых уже известен.

За 15 лет научной группой Садовниченко—Акаева выполнен большой объем исследований по моделированию демографических, социально-экономических, политических процессов в рамках различных проектов, поддержанных РАН и другими организациями, в том числе в проектах «Математическое моделирование и системный анализ мировой динамики» (2009—2011 гг., в рамках Программы фундаментальных исследований

Президиума РАН «Экономика и социология науки и образования»), «Математическое моделирование глобальной и региональной динамики в условиях модернизации систем науки и образования» (2012—2013 гг., в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Экономика и социология науки и образования»), «Математические методы прогнозирования мирового и странового социально-экономического развития» (2014—2018 гг., проект РНФ № 14-11-00634), «Историческая глобалистика: историческая эволюция, современность и прогнозные сценарии развития глобальных сетей связей, глобальных процессов и институтов планетарного масштаба, а также роли в них России и БРИКС» (2015—2017 гг., грант РНФ № 15-18-30063), «Исследование устойчивости социально-экономических структур в изменяющихся внешних условиях, анализ путей развития и проблем безопасности России методами математического и компьютерного моделирования» (2008—2010 гг., грант РФФИ № 08-06-00319-а), «Математическое моделирование социальной динамики и ловушек социально-экономического развития (2013—2015 гг., грант РФФИ № 13-06-00576), «Моделирование и прогнозирование нестационарных социально-экономических процессов: Россия в контексте мировой динамики» (2016—2018 гг., грант РФФИ № 16-06-00245-а), «Мировое развитие и “пределы роста” в XXI веке: моделирование и прогноз» (2020—2022 гг., проект РНФ № 20-61-46004) и др. В ходе исследований членами коллектива:

- рассмотрены методические вопросы моделирования социально-экономической и исторической динамики. Предложена методология моделирования социальных систем, использующая математическое описание с помощью дифференциальных уравнений механизмов взаимодействия (экономического, политического) между различными социальными группами и слоями общества. Исследованы возможности использования разработанного методического аппарата для изучения устойчивости функционирования и развития социально-экономических систем;
- разработаны базовые модели экологических, социально-экономических процессов, процессов социально-политической самоорганизации, предназначенные для исследования исторической динамики как на уровне мир-системы в целом, так и на уровне отдельных регионов и стран;
- разработаны методы моделирования изменений природной среды и климата под действием антропогенных и естественных факторов, выполнены прогнозные оценки климатических изменений, разработаны модели и методы прогнозирования прикладных климатических характеристик;
- созданы базовые модели устойчивости демографических, экономических, политических процессов, позволяющие исследовать нелинейную динамику социальных систем;
- разработана система комплексного моделирования, на основе которой были проанализированы варианты мирового развития в XXI в.;

- разработана методология описания демографических и экономических циклов в обществах различного типа, исследованы возможности моделирования «мальтузианской ловушки», «ловушки сырьевых стран», «ловушки средних доходов», в которые попадают развивающиеся страны, а также проведен анализ ловушек, в которые попадают развитые страны;
- с использованием моделей проведена оценка устойчивости рассматриваемых социально-экономических и политических процессов, исследованы механизмы цикличности, проведен анализ фазовых переходов в историческом развитии и процессов глобализации;
- разработана базовая динамическая модель экономики России, учитывающая экономическую структуру общества и способная описывать нестационарные процессы. С помощью модели проведен анализ особенностей современного экономического состояния России, рассмотрены различные ситуации дестабилизации экономики, предложены способы парирования угроз дестабилизации и укрепления экономической безопасности страны;
- предложена методология использования логико-математического моделирования для исследования вопросов национальной безопасности, которая позволяет на основе теории рисков оптимизировать мероприятия по укреплению национальной безопасности, обосновать необходимую систему мониторинга и контроля значимых характеристик;
- проведен анализ возможностей использования логико-математического моделирования в интересах стратегического планирования и управления в Российской Федерации.

Отработана технология трансформации базовых моделей в расчетные (базовые модели имеют обобщенный характер и предназначены для анализа и моделирования основных закономерностей, характеризующих изучаемый процесс; расчетные модели предназначены для получения количественных оценок в конкретных ситуациях), включая процесс верификации полученных расчетных моделей с использованием рядов исторических данных (по существу, проводится моделирование прошлых событий, после чего результаты сравниваются с фактически наблюдавшимися количественными показателями). В ходе этой процедуры решаются две задачи: проверка того, что модель качественно правильно описывает процессы, происходившие в прошлом; идентификация неизвестных параметров модели на основе сопоставления результатов расчетов с эмпирическими рядами данных и автоматизированного поиска такого набора параметров, который обеспечивает наилучшее соответствие расчетных и экспериментальных данных. Отработано проведение сценарных прогнозов. Разработано соответствующее программное обеспечение.

Результаты исследований опубликованы в большом количестве научных трудов, в том числе в монографиях:

Проекты и риски будущего. Концепции, модели, инструменты, прогнозы / Отв. ред. А.А. Акаев, А.В. Коротаев, Г.Г. Малинецкий, С.Ю. Малков. М.: КРАСАНД, 2011;

Моделирование и прогнозирование глобального, регионального и национального развития / Отв. ред. А.А. Акаев, А.В. Коротаев, Г.Г. Малинецкий, С.Ю. Малков. М.: ЛИБРОКОМ, 2012;

Садовничий В.А., Акаев А.А., Коротаев А.В., Малков С.Ю. Моделирование и прогнозирование мировой динамики / Научный совет по программе фундаментальных исследований Президиума Российской академии наук «Экономика и социология знания». М.: ИСПИ РАН, 2012;

Мировая динамика. Закономерности, тенденции, перспективы / Отв. ред. А.А. Акаев, А.В. Коротаев, С.Ю. Малков. М.: ЛИБРОКОМ, 2014;

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 фундаментальных исследований Президиума Российской академии наук «Экономика и социология науки и образования». М.: Наука, 2014;

Анализ и моделирование мировой и страновой динамики: Методология и базовые модели / Отв. ред. В.А. Садовничий, А.А. Акаев, С.Ю. Малков, Л.Е. Гринин. М.: Учитель, 2015;

Краткосрочные и долгосрочные угрозы и риски России в условиях обострения международных отношений и пути их минимизации: Стратегический анализ / Отв. ред. С.Ю. Малков, Л.Е. Гринин, А.В. Коротаев. М.: Учитель, 2015;

Малков С.Ю., Андреев А.И., Гринин Л.Е., Коротаев А.В., Малков А.С. Россия в контексте мировой динамики: Моделирование и прогноз. М.: Учитель, 2016;

Садовничий В.А., Акаев А.А., Коротаев А.В., Малков С.Ю. Качество образования, эффективность НИОКР и экономический рост: Количественный анализ и математическое моделирование / Научный совет по Программе фундаментальных исследований Президиума Российской академии наук «Экономика и социология науки и образования». М.: ЛЕНАНД, 2016;

Садовничий В.А., Акаев А.А., Коротаев А.В., Малков С.Ю., Соколов В.Н. Анализ и моделирование мировой и страновой динамики. М.: ЛЕНАНД, 2017;

Sadovnichy V., Akaev A., Ilyin I., Malkov S., Grinin L., Korotayev A. Reconsidering the Limits to Growth: A Report to the Russian Association of the Club of Rome (World-Systems Evolution and Global Futures). N.Y.: Springer, 2023;

Садовничий В.А., Акаев А.А., Ильин И.В., Алешковский И.А., Андреев А.И., Билюга С.Э., Гринин А.Л., Гринин Л.Е., Давыдова О.И., Зинькина Ю.В., Ковалева Н.О., Коротаев А.В., Малков С.Ю., Мусиева Д.М., Саямов Ю.Н., Устюжанин В.В. Преодолевая пределы роста.

Доклад Римскому клубу: монография / Под ред. В. А. Садовниченко. М.: Изд-во Московского университета, 2024.

Последняя фундаментальная разработка научной группы Садовниченко—Акаева — инициативный доклад Римскому клубу «Преодолевая пределы роста», изданный как на русском, так и на английском языке и приуроченный к 50-летию первого доклада Римскому клубу «Пределы роста» [1, 5, 8]. Доклад отражает взгляд российских ученых на кардинальные изменения, происходящие в мире в последние десятилетия. Анализ изменений основан на математическом моделировании глобальных социоприродных процессов, на выявлении закономерностей глобальной динамики на протяжении исторического периода в несколько тысяч лет. Доклад представляет собой коллективную монографию, в которой изложены методология моделирования и конкретные математические модели, созданные на основе комплексного подхода к математическому моделированию (включающего мир-системный, макроисторический и эволюционный подходы), а также системного взгляда на общество, в котором изменения в одной подсистеме влекут за собой трансформации в других. Проанализированы изменения, которые привели мир-систему к ее нынешнему состоянию; определены основные векторы трансформаций мир-системы; представлен прогноз развития основных подсистем общества и мир-системы (от краткосрочных до сверхдолгосрочных — до 100 лет); представлены различные сценарии развития, приводятся рекомендации по переходу к наиболее благоприятному сценарию.

В настоящее время работа научной группы продолжается в рамках проекта РФФ № 23-11-00160 «Моделирование и прогнозирование развития стран БРИКС в XXI веке в контексте мировой динамики». Конкретными задачами исследований, в частности, являются:

- на основе математического моделирования провести анализ возможных вариантов мирового развития в XXI в., включая демографическую, технологическую, энерго-экологическую, социально-политическую сферы;
- усовершенствовать имеющиеся и разработать новые методы и модели, предназначенные для математического моделирования и прогнозирования социального и экономического развития стран БРИКС в условиях происходящих глобальных трансформаций с учетом их институциональных и цивилизационных особенностей;
- на основе использования комплекса разработанных математических моделей сделать сценарный прогноз развития стран БРИКС до 2050 г., провести анализ рисков развития;
- разработать предложения по созданию системы моделирования и прогнозирования мирового развития и стран БРИКС в XXI в. в интересах обоснования стратегических решений на государственном уровне.

В рамках проекта завершена работа над монографией «Развитие объединения БРИКС в контексте мировой динамики: задачи и перспекти-

вы», которая приурочена к саммиту БРИКС в Казани в октябре 2024 г. В монографии с использованием математических моделей исследованы перспективы развития объединения БРИКС и его роль в формировании нового многополярного мироустройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Садовничий В. А., Акаев А. А., Ильин И. В.* и др. Преодолевая пределы роста. Доклад Римскому клубу / Под ред. В. А. Садовничего. М.: Изд-во Московского университета, 2024.
2. *Global dynamics: approaches from complexity science* / Ed. by A.G. Wilson. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2016.
3. *Hegre H., Nygerd H.M., Landsverk P.* Can we predict armed conflict? How the first 9 years of published forecasts stand up to reality // *International Studies Quarterly*. 2021. N 65 (3). P. 660—668.
4. *Majid R., Mir S.A.* Advances in statistical forecasting methods: An overview // *Economic Affairs*. 2018. N 63 (4). P. 815—831.
5. *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.
6. *Randers J.* 2052: A Global Forecast for the Next Forty Years. Vermont: Chelsea Green Publishing, 2012.
7. *Randers J., Rockström J., Stoknes P.E.* et al. Transformation is feasible. How to Achieve the Sustainable Development Goals within Planetary Boundaries. Stockholm: Stockholm University, 2018.
8. Reconsidering the Limits to Growth: A Report to the Russian Association of the Club of Rome / Ed. by V. Sadovnichy et al. N.Y.: Springer, 2023.
9. *Reinert E.* How Rich Countries Got Rich and Why Poor Countries Stay Poor. L.: Hachette UK, 2007.
10. *Vollset S.E., Goren E., Yuan C.-W.* et al. Fertility, mortality, migration and population scenarios for 195 countries and territories from 2017 to 2100: A forecasting analysis for the Global Burden of Disease Study // *The Lancet*. 2020. N 396(10258). P. 17—23.

REFERENCES

1. *Sadovnichij V.A., Akaev A.A., Il'in I.V.* i dr. Preodolevaya predely rosta. Doklad Rimskomu klubu [Overcoming the limits of growth. Report to the Club of Rome]. Pod red. V.A. Sadovnichego. M.: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 2024. (In Russ.)
2. *Wilson A.G.* (ed.). *Global dynamics: approaches from complexity science*. Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, 2016.
3. *Hegre H., Nygerd H.M., Landsverk P.* Can we predict armed conflict? How the first 9 years of published forecasts stand up to reality. *International Studies Quarterly*. 2021. N 65 (3). Pp. 660—668.
4. *Majid R., Mir S.A.* Advances in statistical forecasting methods: An overview. *Economic Affairs*. 2018. N 63 (4). Pp. 815—831.
5. *Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens III W.W.* The Limits to Growth. A report for the Club of Rome on the predicament of Mankind. N.Y.: Universe Books, 1972.

6. Randers J. 2052: A Global Forecast for the Next Forty Years. Vermont: Chelsea Green Publishing, 2012.
7. Randers J., Rockström J., Stoknes P.E., Golüke U., Collste D., Cornell S. Transformation is feasible. How to Achieve the Sustainable Development Goals within Planetary Boundaries. Stockholm: Stockholm University, 2018.
8. Sadovnichy V., Akaev A., Ilyin I., Malkov S., Grinin L., Korotayev A. (eds). Reconsidering the Limits to Growth: A Report to the Russian Association of the Club of Rome. N.Y.: Springer, 2023.
9. Reinert E. How Rich Countries Got Rich and Why Poor Countries Stay Poor. London: Hachette UK, 2007.
10. Vollset S.E., Goren E., Yuan C.-W., Cao J., Smith A.E., Hsiao T. Fertility, mortality, migration and population scenarios for 195 countries and territories from 2017 to 2100: a forecasting analysis for the Global Burden of Disease Study. *The Lancet*. 2020. N 396(10258). Pp. 17—23.