
Серия основана в 2005 году

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ:

Г.В. ОСИПОВ (председатель)

В.Л. МАКАРОВ

В.А. САДОВНИЧИЙ

В.С. СТЕПИН

С.В. СТЕПАШИН

Л.С. ЧЕРНОЙ

С.М. ШАХРАЙ (ученый секретарь)

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
INSTITUTE OF SOCIAL AND POLITICAL RESEARCH
SCIENTIFIC COUNCIL FOR «ECONOMICS AND SOCIOLOGY OF KNOWLEDGE»
FUNDAMENTAL RESEARCH PROGRAMME OF THE PRESIDUM OF THE RAS

**V.A. SADOVNICHYI,
A.A. AKAYEV, A.V. KOROTAYEV,
S.YU. MALKOV**

Modelling and Forecasting World Dynamics

MOSCOW 2012

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОГРАММЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПРЕЗИДИУМА РАН «ЭКОНОМИКА И СОЦИОЛОГИЯ ЗНАНИЯ»

**В.А. САДОВНИЧИЙ,
А.А. АКАЕВ, А.В. КОРОТАЕВ,
С.Ю. МАЛКОВ**

Моделирование и прогнозирование мировой динамики

МОСКВА 2012

УДК 316 + 33
ББК 65.01 + 65.2/4 + 60.56

*Работа выполнена в рамках Программы Президиума Российской академии наук
«Экономика и социология знания»*

В.А.Садовничий, А.А.Акаев, А.В.Коротаев, С.Ю.Малков. Моделирование и прогнозирование мировой динамики / Научный совет по Программе фонд. исслед. Президиума Российской академии наук «Экономика и социология знания». – М.: ИСПИ РАН, 2012. – (Экономика и социология знания). – 359 с.
ISBN 978-5-7556-0456-7

В данной книге авторы предлагают новую методологию долгосрочного социально-экономического моделирования и прогнозирования, основанную на кондратьевских больших циклах экономической конъюнктуры. Использование методологии позволяет обнаружить точки кризисов, рецессий и бифуркаций и тем самым повышает точность и надежность прогноза. Методология применяется для системного анализа мировой динамики и построения сценариев развития России.

Для экономистов, социологов, политологов, политиков, предпринимателей, государственных служащих.

ISBN 978-5-7556-0456-7

- © Научный совет по Программе фундаментальных исследований Президиума Российской академии наук «Экономика и социология знания», 2012
- © Российская академия наук и издательство «Наука», серия «Экономика и социология знания» (разработка, оформление), 2005 (год основания)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Тема данной книги – развитие и совершенствование методов анализа и математического моделирования различных аспектов мировой динамики.

Необходимость долгосрочного прогнозирования мировых демографических, экономических, экологических процессов была остро осознана в середине XX века. Первыми системными исследованиями в этой области были работы, выполненные по заказу «Римского клуба», созданного в 1968 г. по инициативе Аурелио Печчеи. Эти работы имели большой резонанс и вызвали интерес к этой тематике во всем мире. Моделированием и прогнозированием глобальных процессов стали заниматься различные организации по всему миру, включая ООН.

Однако, несмотря на большое количество исследований и разнообразных моделей в данной области, в настоящее время моделирование мировой динамики переживает определенный кризис, проявлением которого явилась неспособность внятно предсказать мировые финансово-экономические потрясения 2008 г.

Для преодоления существующих проблем необходимо заново осмыслить принципы, положенные в основу моделирования мировой динамики. Надо избежать искуса усложнения моделей, сделать их более прозрачными, при этом не утрачивая, а наращивая уровень их системности.

Работы в этом направлении велись на протяжении 2009–2011 гг. в рамках исследований по подпрограмме *«Комплексный системный анализ и моделирование мировой динамики»* программы Президиума РАН «Экономика и социология знания».

Целью исследований являлась разработка системных междисциплинарных подходов к анализу и прогнозированию современных макротенденций и циклов экономической, демографической, политической, социальной, культурной и технологической мировой и региональной динамики, а также их использование в стратегическом и макро-

историческом прогнозировании развития России и мира в XXI в. В ходе исследований решались следующие задачи:

- обоснование методологии и логико-математических методов долгосрочного моделирования мировой и региональной динамики на основе системных междисциплинарных подходов;
- создание иерархической системы математических моделей для описания макротенденций и циклов мировой и региональной динамики;
- анализ рисков и возможностей развития России для прогнозируемых вариантов мировой и региональной динамики;
- разработка программно-методического аппарата для систем поддержки принятия решений на государственном уровне, разработка рекомендаций по стратегии российского развития.

В данной книге изложены основные результаты исследований, полученные в рамках указанного научного проекта. Руководили проектом академик В.А.Садовничий и иностранный член РАН А.А.Акаев. В работах по проекту принимали участие следующие исследователи (в скобках указаны разделы книги, в которых отражены результаты их работы): Акаева Б.А. (Раздел 4.2.3, Приложение 1), Акимов А.В. (Раздел 3.3.3), Антипов В.И. (Приложение 1), Ануфриев И.Е. (Раздел 4.2, Приложение 1), Белотелов Н.В. (Приложение 1), Божевольнов Ю.В. (Разделы 2.1, 3.3.2, 3.3.3, 4.2.2, Приложение 1), Бондаренко В.М. (Раздел 4.2.1), Бритков В.Б. (Приложение 1), Бродский Ю.И. (Приложение 1), Бурова А.Н. (Приложение 2), Васильев Е.В. (Приложение 1), Винокуров Г.Н. (Раздел 3.3.4, Приложение 1), Гринин Л.Е. (Раздел 3.4), Джамакеев У.Т. (Раздел 1.1), Дубовский С.В. (Приложение 1), Зинькина Ю.В. (Раздел 3.3.3, Приложения 1, 2), Кирдина С.Г. (Раздел 3.2.4), Кобзева С.В. (Приложение 2), Ковалев В.И. (Разделы 3.3.4, 4.4, Приложение 1), Коротаев А.В. (Разделы 2, 3, 4.2.2, Приложения 1, 2), Коссе Ю.В. (Раздел 4.1.2, Приложение 1), Малинецкий Г.Г. (Раздел 1), Малков А.С. (Разделы 2.1, 3.2.1, 3.3, Приложение 1), Малков С.Ю. (Разделы 1, 2.3, 3.1, 3.2.4, 3.3.4, 4.1, 4.4, Приложение 1), Махов С.А. (Раздел 3.2.1), Митин Н.А. (Приложение 1), Орлов Ю.Н. (Приложение 1), Пантин В.И. (Раздел 4.3), Перов С.А. (Приложение 1), Плакиткин Ю.А. (Приложение 1), Подлазов А.В. (Раздел 3.4.2), Старков Н.И. (Раздел 4.1.2, Приложение 1), Филин Н.А. (Раздел 3.4, Приложение 2), Фомин А.А. (Раздел 3.4.2), Халтурина Д.А. (Разделы 3.2.1, 4.2.2), Хаматшин А.Д. (Приложение 2), Цирель С.В. (Раздел 2.2), Чернавская Н.М. (Приложение 2), Чернавский Д.С. (Раздел 4.1.2, Приложение 2).

ние 1), Шишов В.В. (Приложение 1), Щербаков А.В. (Раздел 4.1.2, Приложение 1).

Участники проекта благодарят за сотрудничество Алексеева В.В., Бадалян Л.Г., Васильева А.М., Геловани В.А., Десятова И.В., Криво-ротова В.Ф., Кузнецова Д.И., Кузнецова И.В., Лапкина В.В., Маевского В.И., Маненкова С.К., Отоцкого П.Л., Павловского Ю.Н., Пашенко Ф.Ф., Подкорытова Ю.А., Следзевского И.В., Сулакшина С.С., Ткачева В.Н., Турчина П.В., Фурсова А.И.

Введение

О НОВОЙ МЕТОДОЛОГИИ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ СИСТЕМЫ И РОССИИ

В настоящее время человечество переживает напряженный период. Недавний оптимизм, основанием которому служили устойчиво высокие темпы роста мировой экономики на протяжении всей второй половины XX века, в настоящее время сменился растерянностью и неуверенностью в будущем. В этой ситуации существенно возрос интерес к научно обоснованному прогнозу мирового развития.

Моделирование мировой динамики ведет свое начало с докладов видного американского ученого Дж.Форрестера знаменитому Римскому клубу в конце 1960-х–начале 1970-х гг. относительно применения разработанных им моделей системной динамики для целей долгосрочного эколого-экономического прогнозирования [Форрестер 1978]. Главный вопрос, который интересовал тогда Римский клуб, состоял в определении степени устойчивости экономической модели, господствовавшей на Западе после Второй мировой войны. Эта модель предполагала динамичный рост и неограниченное расширение при использовании ресурсоемких технологий. Доклады Форрестера показали, что продолжение стратегии ресурсоемкого роста в условиях наступившего в тот период небывалого демографического роста неизбежно приведет либо к острой нехватке ресурсов в мире, либо к катастрофическому загрязнению окружающей среды.

Идеи Форрестера были с успехом развиты его учеником, талантливым исследователем Д.Медоузом. Медоуз и группа его соратников разработали модели мировой динамики, включавшие показатели численности населения Земли, обеспеченности энергией и сырьевыми ресурсами; рассматривались перспективы продовольственного обеспечения населения и опасность загрязнения окружающей среды. Результаты компьютерного моделирования были опубли-

ликованы в 1972 г. в ставшей всемирно известной книге *Пределы роста* [Медоуз, Рандерс, Медоуз 1972]. В данной публикации высказывались предостережения о серьезных угрозах, которые могут возникнуть на пути к устойчивому развитию человечества из-за сокращения запасов энергоносителей и других сырьевых ресурсов, а также вследствие интенсивного загрязнения окружающей среды. Эти результаты имели большой резонанс в мире, их следствием стало более пристальное внимание к экологическим проблемам, широкое внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий. Ответственные политические лидеры, осознав опасность сохранения старой экономической модели, предприняли попытки перейти к новой экономике, основанной на знаниях. Для изучения различных аспектов мировой динамики по всему миру было создано множество научно-исследовательских учреждений. Однако разрабатывавшиеся в 1980-е гг. модели не оправдали связанных с ними надежд, поскольку не позволили предсказать реальное развитие экономических процессов. С.П.Капица приводит примечательное высказывание американского экономиста, лауреата Нобелевской премии Герберта Саймона о том, что «сорок лет опыта моделирования сложных систем на компьютерах, которые с каждым годом становятся все больше и быстрее, научили, что грубая сила не поведет нас по царской тропе к пониманию таких систем... Тем самым моделирование потребует обращения к основным принципам, которые приведут нас к разрешению этого парадокса сложности» [Капица 2008: 9].

Следующая волна интереса к вопросам прогнозирования будущего родилась в 1990-е гг. в связи с приближением третьего тысячелетия и естественным желанием заглянуть в новый век. В этот период было выполнено множество футурологических исследований, авторы которых, осмысливая итоги бурного XX века с его двумя мировыми войнами, небывалым развитием научно-технического прогресса и демографическим взрывом, пытались представить мировое развитие в грядущем веке. С познавательной точки зрения они представляют немалый интерес, хотя в ряде случаев граничат с научной фантастикой.

В последние годы в мире наблюдается новый подъем активности в области геополитического и социально-экономического прогнозирования будущего. Эта активизация связана с глобальными экологическими и энергетическими вызовами, с существенным обострением продовольственной проблемы, вызванной значительным ростом численности населения Земли. Нагрузка на окружающую среду продолжает быстро расти, несмотря на развитие

технологий и усилия общественных организаций. Фактически человечество уже вышло за разумные пределы природопользования и попало в область неустойчивого развития.

Все чаще виднейшие политики призывают перейти к экологически ориентированному росту, способному придать экономическому развитию характер устойчивости. При этом подчеркивается необходимость как политических и моральных стимулов, так и долгосрочных инвестиций, позволяющих добиться реализации двух целей в рамках одной глобальной экономической стратегии – политики, которая позволяла бы удовлетворить насущные экономические и социальные потребности человечества и положила бы начало новой «зеленой» глобальной экономике. Осознание этого, однако, не обрело еще практического измерения. При сокращении энергоемкости экономического роста в развитых странах происходит стремительный рост потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в развивающихся и переходных странах, переживающих период индустриализации. Без достижения определенного уровня потребления ТЭР на душу населения невозможно преодоление отсталости в развитии производительных сил и экономического благосостояния. Опыт Китая в последние годы показывает, что эффективное догоняющее развитие требует быстрого наращивания потребления ТЭР.

С нарастающей силой проявляется еще одно обстоятельство. **Человечество переживает эпоху глобальной демографической революции, – время, когда после взрывного роста характер развития существенно изменяется и мир переходит к ограниченному воспроизводству [PricewaterhouseCoopers 2006]. Демографические процессы стали важнейшей проблемой и для России.** В свою очередь, для развивающихся стран в ближайшие десятилетия центральной проблемой будет задача обеспечения баланса продовольствия и растущего населения. Встает вопрос, можно ли при имеющихся технологиях прокормить увеличивающееся население развивающихся стран, учитывая ограниченные ресурсы сельскохозяйственных земель и намечающийся дефицит пресной воды в этих странах? Правительства промышленно развитых стран должны преодолеть узконациональные интересы и позаботиться об инвестициях в программы, которые позволят повысить производительность труда в самых бедных странах, создать там новые рабочие места, предотвратив тем самым голодные бунты и политические бесчинства, а также массовую миграцию из них в благополучные страны. С высокой вероятностью можно гово-

рять, что в предстоящем десятилетии обострится борьба «Севера и Юга», усилится противостояние между группой стран, составляющих «золотой миллиард», и другими регионами мира. Ситуация может измениться к лучшему только при коренном переломе политики развитых стран Запада в отношении бедных стран Юга. Сегодня же в этом вопросе мы наблюдаем со стороны развитых стран лишь показную озабоченность.

Линия на исследование самых острых проблем, с которыми человечеству придется столкнуться уже в обозримом будущем, поиск наиболее эффективных путей их преодоления – вот основные ориентиры сегодняшних усилий в области долгосрочного прогнозирования. В этой области предстоит дать ответы на следующие ключевые вопросы.

1. Как найти оптимальное равновесие между экономическими и социальными потребностями людей и необходимостью предотвратить экологические и иные издержки научно-технического прогресса?

2. Как разрешить нарастающие проблемы в экономической и социальной сферах и устранить факторы, породившие такие самовоспроизводящиеся проблемы, как ужасающее неравенство в доходах, бедность и нищета на глобальном и национальных уровнях?

3. Как научиться в международных отношениях предупреждать переход напряженности в фазы острых геополитических рисков и конфликтов, а на национальном уровне – снижать угрозы внутренней стабильности?

На рубеже веков четко обозначилась в качестве важнейшей задача обеспечения устойчивого развития в масштабах всего человечества [Медоуз, Рандерс, Медоуз 2008]. Достижение этой цели делает в высшей степени актуальной разработку прогнозов, позволяющих формировать долгосрочные цели и стратегию их достижения. На сегодня социально-экономическое прогнозирование ведется в различных временных диапазонах – от краткосрочных (до одного года), среднесрочных (от одного до пяти лет) до долгосрочных (от 5 до 30–50 лет). Если цель краткосрочных моделей – прогнозирование, направленное на конъюнктурную деятельность, задача среднесрочных моделей заключается в выборе политики развития в ближайшем будущем, то долгосрочные модели предназначены для исследования условий длительного экономического роста. Не умаляя значения краткосрочных и среднесрочных прогнозов, все же отметим, что наиболее востребованным является долгосрочное прогнозирование. Именно оно стано-

вится предметом настоящей работы. Соответствующие модели выступают, прежде всего, моделями теории роста в том смысле, что они представляют собой инструмент для исследования будущего состояния общества в зависимости от стратегии его развития.

В содержательном плане в долгосрочном прогнозе усиливается целевой аспект, обеспечивающий формирование желаемого состояния экономики и качества жизни людей, определение путей, методов и средств их достижения. Целевой долгосрочный прогноз, по сравнению со среднесрочной программой экономических реформ, в большей мере отражает возможность кардинальных преобразований в производственно-технологической и социальной сферах. Цели и задачи на перспективный период ставятся с учетом достижения желаемых стандартов благосостояния общества. Что касается текущего прогнозирования, то оно должно быть увязано с проведением структурных реформ и модернизацией экономики. Все это дает основу для надлежащего распределения ограниченных общественных ресурсов, эффективного экономического планирования и разработки более выверенной долгосрочной социально-экономической стратегии развития.

В последние годы появилось немало серьезных научных прогнозов, рассчитанных на три десятилетия и даже полувековую перспективу. Среди них выделяется исследование корпорации «PricewaterhouseCoopers» – *Мир в 2050 году* [2006]. Как правило, такие прогнозы по силам лишь крупным междисциплинарным исследовательским коллективам.

Мы считаем, что России также необходима компактная математическая макромодель социально-экономического развития для целей компьютерного моделирования различных сценариев роста с ресурсными ограничениями, а также разработка эффективной долгосрочной социально-экономической стратегии развития до 2050 г.

Основные методы и модели долгосрочного прогнозирования

Многие из методов, которые применяются с той или иной долей успеха к различным задачам социально-экономического прогнозирования (см. табл. 1), хорошо формализованы и опираются на применение математического аппарата. Есть и такие, которые находятся на грани между наукой и искусством, мобилизуя интуицию и другие уникальные возможности человека.

Таблица 1

Современные методы и модели долгосрочного прогнозирования

Автор, авторский коллектив, организация, учреждение	Параметры порядка	Методы, модели, принципы, учения	Работы, программы, прогнозы
а) Форрестер Дж. б) Медоуз Д., Рандерс Й., Медоуз Д. (США) «Римский клуб»	R – ресурсы	Математическое макромоделирование (ММ). Модели мировой динамики	1а. <i>Мировая динамика</i> . М.: «Наука», 1978. 1б. <i>Пределы роста. 30 лет спустя</i> . М.: «Академкнига», 2008
Корпорация «PricewaterhouseCoopers» (США)	N – население, T – технологии, L – труд	ММ на основе упрощенной модели эндогенного экономического роста с учетом развития человеческого капитала	Прогноз <i>Мир в 2050 году</i> . 2006. Перспективы развития экономик стран G7+БРИК+ Индонезия, Мексика, Турция, Испания, Австрия, Южная Корея
Фирма «Goldman Sachs» (США)	N, T	ММ на основе простой модели, базирующейся на ПФ Кобба–Дугласа Теория роста Солоу $Y = AK^a L^{1-a}$, где Y – ВВП, A – уровень технологического развития, K – капитал	<i>Мечтая вместе со странами БРИК: путь в 2050 год</i> (2003). Наиболее значительные изменения в динамике роста ВВП стран БРИК – в ближайшие 30 лет
Партридж Э. (США)		Прогнозный сценарий, касающийся мировой экономики и экономики США	<i>Последняя Великая Американская Республика. Доклад из 2050 г.</i> 2003
Научно-технологическое прогнозирование в развитых странах	T, R	Форсайт-технологии	США, Япония, страны ЕС, Южная Корея, Китай, Россия
Кузык Б.Н. Яковец Ю.В. (РФ)	N, T, R	Методология глобального интегрального прогнозирования Метод экспертных оценок, получаемых с помощью многофакторных матриц	Прогноз <i>Россия-2050</i> . <i>Стратегия инновационного прорыва</i> . М.: «Экономика», 2005. Глобальный прогноз <i>Будущее цивилизаций на период до 2050 г.</i>
ИМЭМО РАН (РФ)	N, T, R	Метод экстраполяции макротенденций	<i>Мировая экономика: прогноз до 2020 г.</i> Ред. А.А.Дынкин. М.: «Магистр», 2007
Клинов В.Г., МГИМО (РФ)	N, T	Экстраполяция тенденций с учетом больших циклов Н.Д.Кондратьева	<i>Мировая экономика: прогноз до 2050 г.</i> «Вопросы экономики». 2008, №5
Коротяев А.В., Малков А.С., Халтурина Д.А. ИАФ РАН, ИПМ им. М.В.Келдыша РАН (РФ)	N, T, L	Компактная математическая макромодель, основанная на демографическом императиве С.П.Капицы и законе технологического роста М.Кремера	<i>Законы истории</i> . <i>Математическое моделирование развития Мир-системы</i> . М.: «URSS», 2007
Садовничий В.А., Акаев А.А. и др. МГУ, ИПМ им. М.В.Келдыша РАН (РФ)	N, T, R, L	Комплекс нелинейных математических моделей описания мирового, регионального и национального демографического, социально-экономического, политического развития	<i>Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики</i> . М.: ЛКИ, 2010

Наконец, существуют методы, целью которых является не столько получение каких-то конкретных оценок, сколько достижение согласованной позиции по видению будущего среди экспертов, влияющих на процесс принятия решений о распределении ресурсов для реализации целей развития общества.

Основными объектами социально-экономического прогнозирования являются демография, экономика, социальная сфера, экология и научно-технический прогресс (НТП). Они определяют так называемые параметры порядка – те медленные переменные, под поведение которых будут подстраиваться остальные. Ключевыми параметрами порядка на протяжении мировой истории были и остаются – численность населения (N), доступные ресурсы (R) и уровень технологий (T).

К типичным показателям социально-экономического макропрогнозирования относятся:

- ВВП страны (валовой внутренний продукт – Y) в целом и в расчете на душу населения, объемы производства важнейших видов продукции, товаров и услуг;
- численность населения (N) и трудовых ресурсов (L);
- инвестиции (I) в основной капитал (K), в производственную и социальные сферы;
- экспорт (EX) и импорт (IM) товаров и услуг, сальдо торгового баланса (NX);
- производительность труда (T);
- индекс человеческого развития (HDI).

Многие исследователи полагают, что в области мировой экономики значимость количественных показателей экономического развития (ВВП, например) будет уменьшаться и на первое место начнет выходить такой показатель, как качество развития. Однако сами критерии качества развития (критерии эффективности), как правило, определяются через те же количественные показатели. Не существует также единственно верного способа сопоставления относительной экономической мощи стран с развивающимися рынками, таких, как Китай и Индия, с развитыми странами, входящими в [Организацию экономического сотрудничества и развития](#) (ОЭСР). В этом случае наиболее подходящим показателем является ВВП, исчисленный по паритету покупательной способности, который является хорошим индикатором средних показателей качества жизни.

Приведем краткий обзор основных методов и моделей прогнозирования, представленных в [табл. 1](#). Детальный обзор можно найти в книге [Прогнозирование будущего: новая парадигма](#) [Фетисов, Бондаренко 2008].

Экстраполяционный метод прогнозирования

В основу этого давно известного и широко используемого метода положено предположение, что прогнозируемый процесс обладает тенденцией к естественному продолжению тренда, отражающего динамику изменения параметров этого процесса в прошлые периоды. Иначе говоря, динамика прогнозируемого процесса в перспективе определяется тенденциями, заложенными и проявившимися в предыдущих этапах развития системы, поэтому прогноз рассматривается как «проекция прошлого в будущее». Данный метод широко используется в ИМЭМО РАН [Дынкин 2007]. Однако метод экстраполяции макротенденций сопряжен с ошибками в прогнозах в силу циклического характера динамики экономического развития. Попытка учесть влияние больших циклов экономической конъюнктуры Кондратьева [Кондратьев 1928] на долгосрочный экономический прогноз была предпринята в работе В.Г.Клинова [2008]. Поскольку время начала и окончания периодов улучшения и ухудшения экономической конъюнктуры не поддается точной оценке, то и результаты прогноза имеют большой разброс и могут рассматриваться лишь как качественные. Следует признать, что основная область применения экстраполяционных методов – это кратко- и среднесрочное прогнозирование. При применении к долгосрочному прогнозированию они сильно искажают реальную картину.

Методы экспертных оценок

Методы прогнозирования, использующие качественные оценки, в основе которых лежит анализ суждений высококвалифицированных экспертов в тех или иных областях научного знания, носят универсальный характер и применимы для краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного прогнозирования. Учитывая, что мнения экспертов по тем или иным вопросам часто не совпадают и могут быть даже диаметрально противоположными, для уменьшения расхождений и повышения точности прогнозов применяются способы, направленные на достижение согласия сторон. К их числу относится широко используемый на практике метод **Дельфи** [Гапоненко 2008].

Все большую значимость приобретает прогнозирование новых научных и технологических достижений, порожденных ими инноваций, а также оценка их влияния на экономику и природу. Интерес к этой

проблеме не ослабевает, прежде всего, благодаря ключевой роли, которую НТП традиционно играет в обеспечении экономического роста и укреплении обороноспособности государства. Не меньшее значение НТП имеет и для повышения конкурентоспособности промышленных компаний, сохранения окружающей среды, достижения устойчивого развития. Широкое распространение в этой связи получил метод *Форсайт* как разновидность методов, основанных на выработке согласованных суждений [Гапоненко 2008]. Цель применения метода *Форсайт* в самом широком смысле – это достижение наиболее полного согласия экспертного сообщества по вопросам социально-экономического и научно-технологического развития. Данный метод широко используется для научно-технического прогнозирования в США, странах ЕС, Японии, Южной Корее, а в последние годы – в Китае и России [Гапоненко 2008]. Японские специалисты видят ценность *Форсайт*-методологии не столько в достоверности получаемых оценок и принимаемых на этой основе управленческих решений, сколько в самом процессе выработки согласованных оценок.

Интегральное макропрогнозирование

Оригинальная методология интегрального макропрогнозирования с использованием воспроизводственно-циклической макромоделей была разработана видным российским ученым Ю.В.Яковцом [2008]. Указанная макро модель строится на системной основе путем синтеза теории предвидения и учения о циклах, кризисах и инновациях Н.Д.Кондратьева, с одной стороны, и межотраслевого баланса В.В.Леонтьева – с другой. Принципиальное достоинство модели состоит в возможности выявить влияние среднесрочных циклов Жюгляра [Juglar 2008] и долгосрочных кондратьевских циклов на структуру экономики, оценить структурные сдвиги, что невозможно получить другими методами.

Использование воспроизводственно-циклической макромоделей при прогнозировании долгосрочного экономического развития России до 2050 г. [Кузык, Яковец 2005] позволило получить новые результаты по двум направлениям.

1. Применительно к динамике структуры экономики России по воспроизводственным секторам и важнейшим отраслям произведен ретроспективный анализ развития (1980–2000) и сделан прогноз на период до 2050 г. в двух сценариях (инерционного развития и инновационного прорыва).

2. На основе данных об отношении экспорта к валовому выпуску и отношении импорта к ВВП получена оценка за ретроспективный период (1980–2000) и сделан предварительный прогноз на период до 2050 г. в плане изменения структуры экспорта в сторону уменьшения его энергосырьевого характера и повышения импортозамещения как рыночных ниш для инновационного прорыва.

Метод написания сценариев

В настоящее время данный метод становится одним из самых распространенных при построении долгосрочных прогнозов развития сложных систем в отсутствие необходимых для этого более надежных данных. Обычно рассматриваются три возможных сценария развития событий: оптимистичный, пессимистичный и наиболее вероятный, который находится где-то между двумя крайними случаями.

Некоторые исследователи полагают, что на долгосрочную перспективу прогнозировать будущее можно только из будущего. Они предлагают изменить парадигму научного мышления, перейдя от общепринятого принципа историзма, согласно которому прогнозный процесс осуществляется «из прошлого – в будущее», к принципу метаисторизма и исследовать «будущее из будущего». Это требует определения не просто цели развития, а Высшей цели, разработку сценария ее достижения. Данный подход в чем-то сродни научной фантастике. С одним из таких прогнозных сценариев можно познакомиться в работе Э.Партриджа [Partridge 2004].

Методы математического моделирования

Методы компьютерного моделирования с использованием математических макромоделей, адекватно описывающих динамику социально-экономического развития, на сегодня являются самым мощным средством для долгосрочного прогнозирования. Такие математические макромоделі разрабатывают не только отдельные ученые или научные коллективы, но и крупнейшие частные консультационно-аналитические центры и инвестиционные компании, например, «PricewaterhouseCoopers» [PricewaterhouseCoopers 2006], [Wilson, Purushothaman 2003] и др.

В методологическом плане при построении математических макромоделей, описывающих динамику социально-экономического развития, исследователи обычно опираются на сложившуюся во второй половине XX века неоклассическую экономическую теорию. Часто используется неоклассическая модель долгосрочного экономического роста Солоу [Столерю 1974], основанная на традиционной производственной функции Кобба–Дугласа:

$$Y = AK^{\alpha}L^{1-\alpha}, \quad (1)$$

где K – капитал, L – рабочая сила, A – технический прогресс или совокупная производительность факторов, α – доля дохода, которая обеспечивается за счет роста капитальных затрат. Под техническим прогрессом Солоу понимает не только новые технологии, но и новый уровень знаний и умений рабочей силы, новые материалы, новые формы организации производства.

Модель Солоу основана на принятии гипотезы совершенной конкуренции и допускает непрерывную взаимозаменяемость между трудом и капиталом. Рост ВВП в модели Солоу определяется допущениями по следующим факторам:

- рост объема производственного капитала;
- рост занятости (численности рабочей силы);
- рост «человеческого капитала», который зависит от уровня образования и практических навыков рабочей силы;
- развитие технического прогресса, который приводит к повышению совокупного фактора производительности труда.

В качестве базовой экономики для сопоставлений обычно принимают экономику США, которая рассматривается на текущий момент как мировой лидер по использованию передовых технологий и достигнутому уровню производительности труда. Рост ВВП США постулируется на уровне роста производительности труда, составляющего 2% в год, и прогнозов ООН о численности работоспособного населения.

Используя описанную методологию компьютерного моделирования, специалисты корпорации «PricewaterhouseCoopers» дали анализ относительной мощи экономик 17 крупнейших стран мира с точки зрения паритета покупательной способности. К данным странам относятся страны «Большой семерки» (США, Япония, Германия, Великобритания, Франция, Италия, Канада), Испания, Австрия, Южная Корея, а также 7 крупнейших стран с развивающейся рыночной экономикой, которые обозначены в работе как «7 стран с быстро разви-

вающейся экономикой» (Китай, Индия, Бразилия, Россия, Индонезия, Мексика и Турция), далее E7 [[PricewaterhouseCoopers 2006](#)].

На основании выполненных исследований получены следующие основные выводы.

1. В соответствии с базовым сценарием экономика стран E7 к 2050 г. будет крупнее экономики стран G7 на 75%, тогда как на сегодня она составляет 75% G7 по паритету покупательной способности.

2. Под действием расходящихся демографических тенденций произойдут значительные сдвиги в относительных темпах роста экономик E7. Ожидается, что в период между 2005 и 2050 гг. Китай и Россия столкнутся с более значительным снижением численности населения работоспособного возраста по сравнению с Индией, Индонезией, Бразилией, Турцией и Мексикой.

3. Исходя из демографических тенденций и прогнозов для базового сценария, потенциал Индии позволит ей стать самой быстро растущей из наиболее крупных мировых экономик в период до 2050 г. Если делать оценку по паритету покупательной способности, к концу этого периода ВВП Индии будет примерно таким же как у США. У Китая ВВП составит 140% ВВП США. Экономика Бразилии обойдет экономику Японии. Сравнительно быстро будут расти в экономическом плане Индонезия, Мексика и Турция. Экономики этих стран к 2050 г. превзойдут, соответственно, экономики Германии, Великобритании и Италии.

4. Экономика России будет развиваться более медленными темпами в связи с прогнозами резкого уменьшения численности населения работоспособного возраста, но к 2050 г. она почти сравняется с экономикой Франции.

5. Проведенный авторами анализ указывает на то, что долгосрочные относительные прогнозы ВВП стран E7 особенно чувствительны к допущениям об уровне образования населения, притоке чистых инвестиций и темпах роста. Это, в свою очередь, зависит от многочисленных политических и институциональных факторов. При учете паритета покупательной способности результаты могут быть на 30% выше или ниже представленных прогнозов для базового сценария.

Два наиболее важных результата прогнозных оценок, полученных сотрудниками фирмы «Goldman Sachs» [[Wilson, Purushothaman 2003](#)], звучат следующим образом:

- две трети прироста ВВП стран БРИК будут связаны с более высокими темпами роста в реальном секторе;
- наиболее значительные изменения в динамике роста ВВП стран БРИК будут наблюдаться в ближайшие 30 лет.

Главным недостатком рассмотренной модели является то, что в ее основе лежит экономика предложения. Следовательно, модель игнорирует фактор платежеспособного спроса и исходит только из ожидаемой динамики факторов производства. Однако эпоха экономики предложения ушла надолго вместе с неоклассической экономической теорией. Снова наступает эпоха экономики спроса, кейнсианская эпоха. Именно благодаря проводившейся в развитых странах Запада в 1950–1960-х гг. кейнсианской политике обеспечения эффективного спроса «неоклассические» среднесрочные и долгосрочные экономические прогнозы на основе модели роста Солоу приобрели твердую почву и стали более или менее реалистичными. Удивительно, но до сих пор жива аргументация Солоу, согласно которой составители долговременного прогноза не должны быть озабочены проблемой соотношения спроса и предложения, ибо ее «автоматически решает рынок». Ю.Ольсевич пишет, что впоследствии Солоу все же признал: «Сосредоточение внимания на способах описания технологии привело к одному плохому побочному результату. Я слишком мало внимания уделял проблемам эффективного спроса. Говоря по-иному, теорию равновесного роста крайне необходимо дополнить теорией отклонения от траектории равновесного роста» [Ананьин 2008: 132]. Отсюда следует, что **новые динамические макромодел** должны строиться с учетом совместного действия равновесного долгосрочного роста и циклических колебаний вокруг него, определяемых соотношением спроса и предложения. Это и есть основное направление для усовершенствования используемых сегодня математических макромоделей динамики социально-экономического развития.

Следующий важный недостаток заключается в том, что показатели численности населения рассматриваются как внешние данные для макромоделей, т.е. как экзогенно определенная переменная. Это означает, что, хотя модель позволяет оценивать потенциальное воздействие изменения численности населения на различные аспекты экономического роста, она не дает возможности выявить влияние экономических изменений на рост численности населения, иначе говоря, – учесть обратную связь.

А.В.Коротаев и его коллеги разработали компактные математические макромодел

генная переменная. Модель представлена следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= aS(1-L^*)N, \\ \frac{dS}{dt} &= bL^*N, \\ \frac{dL^*}{dt} &= cS(1-L^*)L^* \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где N – численность населения, L^* – доля грамотного населения, S – избыточный продукт на одного человека, a, b, c – постоянные коэффициенты.

Особенностями этой модели являются: во-первых, измерение технологического развития через «избыточный продукт», производимый при данном уровне технологического развития на одного человека; во-вторых, учет динамика грамотности населения. Избыточный продукт S понимается как разность между актуально произведенным продуктом на душу населения ($T=G/N$, где G – мировой ВВП) и продуктом минимально необходимым для простого воспроизводства населения (m – «прожиточный минимум»): $S=T-m$. Избыточный продукт это ресурс, который может быть затрачен на различные цели, например, расширенное воспроизводство населения, научно-технический прогресс, развитие образования и культуры.

Что же касается мирового ВВП, его динамика очень хорошо описывается формулой:

$$G=mN+\gamma N^2 \quad (3)$$

где m и γ – константы [Коротаяев, Малков, Халтурина 2007].

Модель (2)–(3) дает хорошее описание демографического и технико-экономического роста за период с начала новой эры по настоящее время, т.е. фиксирует тысячелетние тренды. Прогностические возможности модели укладываются во времена порядка столетий. Компьютерное моделирование с использованием данной модели показало прекрасное совпадение расчетных значений численности населения мира по модели (2) с фактически наблюдаемыми значениями ди-

намики роста населения в период 1875–2003 гг. Совпадение между расчетными значениями уровня грамотности населения и актуально наблюдаемыми значениями грамотности населения мира также оказалось исключительно высоким.

Данная модель поучительна демонстрацией того, как весьма простой подход, если в него заложены ключевые принципиальные закономерности, описывающие процесс развития сложной самоорганизующейся системы, может дать хорошие возможности для долгосрочного прогнозирования трендовой траектории. Естественно, что модель должна быть адаптирована к условиям постиндустриальной эпохи и учитывать циклические колебания вокруг трендовой траектории, чтобы ее можно было использовать для практического прогнозирования. По крайней мере, одно достоинство модели очевидно: она указывает на возможность усовершенствования существующих макромоделей путем эндогенного включения в них демографической переменной.

Прогнозируемая экономическая ситуация способна стать кризисной, критической или наоборот существенно улучшиться, ввиду непредвиденных поворотов в международной, а также национальной политической и социальной жизни. Как спрогнозировать такие изменения? Каким образом возможно учесть влияние отдельных событий на экономическую ситуацию? Г.Г.Малинецкий разработал синергетический подход, основанный на теории русел и джокеров [Капица, Курдюмов, Малинецкий 2003], который позволяет моделировать механизмы возникновения и развития подобных катастрофических событий. Что касается момента появления таких событий, он может быть определен на основе детального анализа корреляции кондратьевского цикла с социально-политическими событиями.

Как уже отмечалось, за последние годы были подготовлены и опубликованы десятки среднесрочных и долгосрочных прогнозов социально-экономического и технологического развития. Все они различаются по целям, масштабам и методологии проведения исследований и, соответственно, имеют различные, часто не совпадающие выводы. Общее в этих прогнозах – это обеспокоенность за судьбу человечества в связи с неравномерностью экономического и социального развития разных стран и народов, истощением природных ресурсов, загрязнением окружающей среды и другими глобальными проблемами.

Представленный выше краткий обзор методов и моделей долгосрочного прогнозирования показывает, что наиболее перспективной и гибкой методологией является компьютерное динами-

ческое макро моделирование, которое не только позволяет получать прогнозы, но и, что важнее, решать задачу программирования, т.е. управления социально-экономическим развитием, чтобы реализовать оптимальный сценарий развития, установленный в ходе прогнозирования [Садовничий 2005]. Поэтому целесообразна разработка новой методологии компьютерного моделирования на основе усовершенствованной математической макро модели, адекватно описывающей динамику социально-экономического развития отдельной страны и мировой экономики. Важно отметить, что в России сложились сильные школы и традиции в двух направлениях – экстраполяции макротенденций и интегрального макро прогнозирования. К сожалению, математическая макро модель для долгосрочного компьютерного моделирования пока отсутствует.

Циклическое прогнозирование

Мировой экономический кризис 2008 г. оказал сильное шоковое воздействие, вызвал резкое замедление роста как в развитых, так и развивающихся экономиках мира. Американская экономика вступила в фазу длительной рецессии, а мировая экономика – в фазу длительной нестабильности. Сложившаяся ситуация предвещает новые кризисы и длительную депрессию в мировой экономике в предстоящем десятилетии. Многие наблюдатели, следившие за перипетиями разворачивающегося на их глазах ипотечного и банковского кризисов в США в 2007 г. с быстрым втягиванием в его водоворот европейских и азиатских стран, восприняли происшедшие события как спонтанное явление. Однако произошло далеко не случайное совпадение неблагоприятных факторов, оказавших триггерный эффект. Речь идет о проявлении некоторых фундаментальных закономерностей, обуславливающих долговременные тенденции развития. Экономический кризис 2008 г. – не первый и не последний в рыночной экономике. В качестве хрестоматийного примера обычно называют Великую депрессию 1930-х гг. В памяти нынешних поколений людей остался разрушительный кризис начала 1970-х гг., в результате которого рухнула Бреттон-Вудская система с ее золотодолларовым стандартом. Россияне хорошо помнят дефолт 1998 г. – следствие финансового кризиса, начавшегося в Юго-Восточной Азии и распространившегося на весь мир. Имел место также экономический кризис 2000–2001 гг., возникший в отрас-

лях «новой экономики» (электроника, телекоммуникации и информационные технологии), спровоцированный финансовым пузырем.

Каждый раз, когда возникают кризисы, быстро проявляющие свой буйный характер, создается впечатление будто «чертик выпрыгнул из табакерки». Между тем есть теоретические исследования, которые могут служить надежной научной основой для описания динамики экономических процессов, прогнозирования временных рамок возникновения кризисов и определения их существенных характеристик. Речь идет о трудах великого русского ученого Н.Д.Кондратьева, открывшего в 1920-х гг. длинные циклы экономической конъюнктуры, проявляющиеся в капиталистической экономике примерно дважды в столетие [Кондратьев 2002]. За последние два века в мировой экономической жизни не было практически ни одного случая, который противоречил бы кондратьевскому учению. События 2008 г. не стали исключением. Следовательно, ликвидация экономических циклов, о которой так много говорили неолибералы, была всего-навсего иллюзией. В этой связи многие исследователи обратили взоры к грядущему большому циклу Кондратьева, подъем которого состоится, вероятнее всего, в 2020–2040 гг. Уже делаются прогнозы относительно его параметров и ключевых базовых технологий [PricewaterhouseCoopers 2006; Клинов 2008; Кузык, Яковец 2005; Wilson, Purushothaman 2003]. Общим недостатком всех этих прогностических исследований является то, что они не учитывают нелинейной природы инновационно-технологического прогресса, сопровождающего повышательную стадию кондратьевского цикла.

В настоящей работе предлагается методология долгосрочного социально-экономического прогнозирования, основанная на теории больших кондратьевских циклов экономической конъюнктуры, что значительно повышает точность и надежность прогноза. Использование этой методологии позволит обнаружить точки кризисов, рецессий и бифуркаций, а самое главное – увеличивает надежность управления социально-экономическими процессами для достижения целевых показателей.

Глава 1

МЕТОДОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МИРОВОЙ ДИНАМИКИ

1.1. Существующие методы моделирования мировой динамики: возможности и ограничения

Математическое моделирование мировой динамики ведет свое начало с докладов видного американского ученого Джея Форрестера знаменитому Римскому клубу¹ в конце 1960-х–начале 1970-х гг. относительно применения разработанных им моделей системной динамики для целей долгосрочного эколого-экономического прогнозирования [Форрестер 1978]. Главный вопрос, который интересовал тогда Римский клуб, состоял в определении степени устойчивости экономической модели, господствовавшей на Западе после Второй мировой войны. Эта модель предполагала динамичный рост и неограниченное расширение при использовании ресурсоемких технологий. Доклады Форрестера показали, что продолжение стратегии ресурсоемкого роста в условиях имевшего место в тот период небывалого демографического роста неизбежно приведет либо к острой нехватке ресурсов в мире, либо к катастрофическому загрязнению окружающей среды, способному вызвать глобальный экологический кризис.

Модель Форрестера

Джей Форрестер, профессор Массачусетского технологического института, является родоначальником построения моделей мирового развития. Он разработал аппарат «системной динамики», позволяющий имитировать с помощью ЭВМ развитие различных сценариев в динамике сложных систем. Аппарат был построен на основе достижений теории систем и компьютерного моделирования с использованием языка обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Форрестером, по заказу Римского клуба,

¹ Римский клуб (Club of Rome) – международная неправительственная организация, деятельность которой направлена на стимулирование изучения глобальных проблем. Создана в 1968 г. по инициативе крупнейшего итальянского общественного деятеля и бизнесмена А.Печчи.

были созданы первые математические модели мировой динамики *Мир-1* и *Мир-2* (1971–1972), положившие начало моделированию глобальных процессов. В 1971 г. Дж.Форрестер опубликовал первые результаты компьютерного моделирования мировой динамики в ставшей популярной книге *Мировая динамика* [1978], в которой он впервые предпринял попытку описать основные процессы экономики, демографии, роста загрязнения окружающей среды и их взаимодействие и обусловленность в планетарном масштабе.

Прежде всего, Дж.Форрестер выделил наиболее существенные мировые процессы. На тот момент ими оказались следующие: 1) быстрый рост населения; 2) индустриализация и связанный с ней промышленный рост, вызывающий загрязнение окружающей среды; 3) нехватка продовольствия; 4) рост отходов производства; 5) нехватка природных ресурсов. Таким образом, Мир-система, по Форрестеру, состоит из следующих основных подсистем: население, основные фонды (капитал), сельскохозяйственные фонды, невозобновляемые природные ресурсы, загрязнение окружающей среды.

Следовательно, мировая динамика может быть описана пятью основными глобальными переменными, как функциями зависящими от времени: 1) N – численность населения Земли; 2) K – основные фонды (капитал); 3) X – доля фондов в сельском хозяйстве; 4) R – объем невозобновляемых природных ресурсов; 5) Z – количество загрязнений окружающей среды. Дж.Форрестер полагал, что влияние основных переменных N , K , X , R и Z друг на друга в основном сказывается через естественные процессы взаимодействия и вспомогательные факторы, такие, как, например, повышение трудности добычи невозобновляемых ресурсов по мере их истощения. Кроме указанных переменных, Форрестер ввел еще одно понятие – качество жизни Q , носящее характер индикатора функционирования исследуемой системы. Качество жизни задается априори в виде произведения четырех унитарных сомножителей:

$$Q = Q_C Q_F Q_N Q_Z \quad (1.1)$$

где Q_C, Q_F – зависимость качества жизни соответственно от материального уровня жизни (C) и от питания (F); Q_N, Q_Z отражают влияние факторов N и Z на качество жизни как соответствующих функциональных зависимостей.

Для построения имитационных моделей, описывающих динамику Мир-системы, используются однотипные обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка в форме:

$$\begin{aligned} \frac{dy_i}{dt} &= f_i^+ - f_i^-, \\ i &= \overline{1, n} \end{aligned} \quad (1.2)$$

Здесь f_i^+ – правая часть уравнения, включающая в себя все факторы, вызывающие рост переменной y_i , а f_i^- включает все факторы, вызывающие убывание переменной y_i . Предполагается также, что эти слагаемые правой части могут быть представлены в виде произведения функций, зависящих только от факторов F_j , которые, в свою очередь, сами являются функциями от основных переменных y_i . Например,

$$f_i^+ = \varphi_i^+(F_1, F_2, \dots, F_m) = \varphi_{i1}^+(F_1) \varphi_{i2}^+(F_2) \dots \varphi_{im}^+(F_m), \quad (1.3)$$

где $F_j = \psi_j(y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jl})$, $j = \overline{1, m}$, причём $m < n$, $l < n$. Отсюда следует, что количество факторов должно быть меньше количества основных переменных, и каждый фактор зависит не от всех основных переменных, а только от части из них. Эти ограничения были необходимы для того чтобы упростить задачу моделирования.

Таким образом, имеется система ОДУ (1.2) с правыми частями в форме (1.3). Для решения этой системы ОДУ первого порядка необходимо задать начальные условия в определенный момент времени:

$$t = T_0 : y_{i|t=T_0} = y_{i0} \quad (1.4)$$

Эти условия вместе с ОДУ (1.2) определяют задачу Коши. При определенных условиях существует единственное решение данной задачи Коши. Следовательно, задание начального условия (1.4) однозначно определяет динамику Мир-системы.

В модели мировой динамики Дж.Форрестера присутствуют соответственно пять обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих пять глобальных переменных. В общем случае это пять нелинейных ОДУ. Расчеты по этой математической модели Дж.Форрестер проводил для временного интервала 1900–2100 гг. Год 1970-й был принят за опорный, поскольку данные расчетов сопоставлялись с имеющейся статистикой по временному интервалу 1900–1970 гг. Это дало возможность, во-первых, отладить и верифицировать саму модель, а во-вторых, подтянуть плохо известные параметры модели. А с 1970 г. расчеты являются уже чисто прогнозными. Конечно, выбранный горизонт прогнозирования до 2100 г. не позволяет говорить о приемлемой надежности и точности прогноза за пределами XX столетия, поскольку в модели напрямую не учитывается технический прогресс, который играет ключевую роль в долгосрочном развитии. А за 130 лет трижды меняется технологический уклад [Глазьев 1993], что существенным образом сказывается на вековой траектории эколого-экономического развития. Однако для такого рода модели Дж.Форрестер и не ставил задачи точного предсказания, целью моделирования является выявление тенденций развития системы и её качественных характеристик. По сути, модель Дж.Форрестера является моделью динамики индустриальной экономики. В целом сценарный анализ модели выявил угрозу кризиса во взаимоотношении человечества и природы в XXI веке и показал существование «глобально-

го равновесия» при условии самоограничений и решении ресурсной проблемы. Как считал Дж.Форрестер, единственный путь избежать кризиса, связанного с экспоненциальным ростом, – это переход к глобальному равновесию, когда переменные системы выходят на стационарные значения и не меняются. В принципе, осуществить полную стабилизацию в рамках модели Форрестера невозможно, поскольку ресурсы могут только убывать во времени. Тем не менее для остальных переменных возможно достичь выхода на стационарные значения, хотя и для ограниченных временных интервалов.

Модификации модели Форрестера. Модель Мир-3

Римский клуб поддержал ряд последующих проектов по глобальному моделированию и исследованию взаимозависимости различных процессов мировой динамики. Прямым продолжением модели Форрестера стала модель *Мир-3*, разработанная его талантливым учеником Денисом Медоузом и международной исследовательской группой. В модели *Мир-3* была проведена дезагрегация переменных при сохранении 5 основных подсистем, как у Дж.Форрестера. Правда в последней версии модели *Мир-3-91* была добавлена шестая подсистема «управление». Кроме того, Д.Медоуз ввел в модель большее количество взаимосвязей, примерно в 3 раза превышающее число взаимосвязей, использованных Дж.Форрестером. В результате была построена система из 12 нелинейных ОДУ для основных переменных. Расчеты по модели *Мир-3* показали, что, несмотря на большую детализацию, её прогнозы качественно и количественно оказались весьма близки к результатам, полученным по модели *Мир-2*. В модели *Мир-3* не удалось преодолеть ни одного из основных недостатков базовой модели Форрестера. Дело в том, что излишнее усложнение модели без принципиального её усовершенствования привело лишь к тому, что идентификация параметров системы еще более затруднилась, поскольку их стало в три раза больше, тогда как объем объективных статистических данных оставался крайне малым.

Тем не менее результаты, полученные с помощью модели *Мир-3* и опубликованные в 1972 г. в книге *Пределы роста*, которая стала первым официальным докладом Римского клуба, получили широкий резонанс в мире и оказали заметное влияние на общечеловеческое представление о мировом развитии. В указанной книге впервые высказывались предостережения о серьезных угрозах, которые могут возникнуть на пути к устойчивому развитию человечества из-за сокращения запасов энергоносителей и других сырьевых ресурсов, а также вследствие интенсивного загрязнения окружающей среды. Эти выводы имели большой резонанс в мире, их следствием стало более пристальное внимание к экологическим проблемам, широкое внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий производства. Ответственные политические лидеры, осознав опасность сохранения старой экономической модели, предприняли попытки перейти к новой экономике, основанной на знаниях.

Вместе с тем возникла также серьезная критика с различных точек зрения. По мнению специалистов, модель мировой динамики Форрестера–Медоуза была слишком механистична и обща, в ней не описывалась региональная структура Мир-системы, имели место расхождения с теориями экономического роста, недостаточно учитывалось влияние социальных и технологических инноваций. Действительно, модель Форрестера–Медоуза позволяет вести только поиски сценария, предотвращающего кризисную ситуацию, путем компьютерного моделирования ряда последовательных сценариев с усиливающимися ограничениями на интенсивность потребления ресурсов и загрязнения окружающей среды. Модель не позволяет решать задачи управления процессами, влияющими на развитие мировой динамики.

Д.Медоуз и его соратники на протяжении почти сорока лет непрерывно исследовали физические пределы роста, накладываемые истощением природных ресурсов и ограниченной способностью биосферы Земли поглощать промышленные и сельскохозяйственные загрязнения. Накопленные за это время результаты они опубликовали в книге [Медоуз, Рандерс, Медоуз 2008], в которой снова подтверждают свой научно обоснованный вывод о том, что тенденции современного экономического и промышленного развития – это путь, ведущий к глобальному экологическому кризису. Вместе с тем они также убедительно показывают возможности для человечества, не останавливая экономическое развитие и не снижая уровень жизни в развитых странах, перейти к модели устойчивого развития человечества.

Модель Месаровича–Пестеля

В проекте «Стратегия выживания» М.Месарович и Э.Пестель [Mesarovic, Pestel 1974] сформулировали задачу построения модели мировой динамики, основанной на теории многоуровневых иерархических систем и отражающей процессы взаимодействия человека с окружающей средой, а также комплекс экономических, социальных и политических взаимоотношений в обществе. Модель должна была быть управляемой и включать в себя процесс принятия решений человеком. А самое главное, мир предлагалось рассматривать не как единое однородное целое, а как систему взаимодействующих регионов, различающихся уровнем развития и социально-экономической структурой.

В модели Месаровича–Пестеля все страны мира в соответствии с их социально-экономической структурой и уровнем развития были разбиты на 10 регионов. Каждый регион описывался системой специальных подмоделей с одинаковой структурой. Связь регионов осуществляется через импорт, экспорт и миграцию населения. Основными подмоделями являются подмодели экономики, демографии и энергетики. Обратные связи между отдельными подмоделями, как правило, отсутствуют. Это приводит к жесткому варианту определения эндогенных переменных для подмоделей, использующих в качестве входной информации расчеты других подмоделей. В этих подмоделях ряд параметров остается неопределенным. Управление

реализуется выбором того или иного сценария путем задания значений неопределенных параметров. Сценарий же выбирается лицом, принимающим решения (ЛПР), – человеком, проводящим компьютерное моделирование.

Модели Форрестера–Медоуза и Месаровича–Пестеля были основными среди глобальных моделей первой волны. Основные характеристики этих моделей представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Математические модели глобального развития (1970-е гг. – первая волна)

Авторы Организация, учреждение	Уровни Мир-Системы Основные переменные	Теория и принципы	Итоговые модели	Публикации
Форрестер Дж. -Родоначальник построения математических моделей системной динамики Массачусетский технологический институт (МТИ), США	Мир-система <i>N</i> – числен. насел. <i>K</i> – капитал физич. <i>X</i> – доля капитала в сельском хоз-ве <i>R</i> – объем невозобн. ресурсов <i>Z</i> – кол-во загрязн. окр. среды	Теория и принципы системной динамики Математические модели мировой динамики $\begin{cases} \frac{dy_i}{dt} = f_i^+ - f_i^-, i = 1, n; \\ y_i(t = T_0) = y_{i0}; n = 5. \end{cases}$	Мир-1 (1971 г.) Мир-2 (1972 г.) По заданию Римского клуба	Мировая динамика M: Наука, 1978, (1971 англ.)
Медоуз Д., Рандерс Й., Медоуз Д. МТИ, США Римский клуб	Мир-система Добавлена подсистема «управление» Проведена дезагрегация переменных	Детализация и уточнение модели Форрестера Матем. модель: система из 12 нелинейных ОДУ	Мир-3 Официальный доклад Римского клуба	Пределы роста. 30 лет спустя.-М: «Академкнига» 2008 (1972 англ.)
Месарович М.(США) Пестель Э. (ФРГ) Римский клуб	Мир-система Разделена на 10 взаимодействующих регионов Каждый регион описывается системой подмоделей	Теория многоуровневых иерархических систем Теория управления и принятия решений	Подмодели экономики, демографии и энергетики на основе структур- ных ДУ	Mankind at the Turning Point. – Second report to the Club of Rome, 1974

В результате прогнозных расчетов по модели Месаровича–Пестеля было показано, что миру угрожает не глобальная катастрофа (приблизительно в середине XXI век как следует из результатов модели *Мир-3*), а серия региональных катастроф, которые начнутся значительно раньше и по разным причинам для разных регионов. Таким образом, авторы видят будущее человечества в длительных разнообразных региональных кризисах – экологических, энергетических, продовольственных, сырьевых, демографических. Последствия региональных катастроф будут ощущаться во всем мире, и избежать глобальной катастрофы можно лишь согласованными усилиями международного сообщества – таким был вывод Месаровича и Пестеля. Они утверждали, что эти кризисы могут постепенно охватить всю планету, если международное сообщество не предпримет усилия по достижению сбалансированного развития всех частей Мир-системы. Поэтому свою концепцию мирового развития Месарович и Пестель называли «органическим ростом». Таким образом, несомненным достоинством этой модели является деление Мир-системы на взаимодействующие регионы, а также специализация и направленность подмоделей на решение конкретных проблем.

Развитие глобального моделирования в СССР

Советские ученые с самого начала приняли активное участие в работе Римского клуба, подключились к исследованиям по глобальному моделированию и стали по существу лидерами второй волны исследований по глобальному моделированию. Работы велись широким фронтом во ВНИИ системных исследований под руководством академика Д.М.Гвишиани и в Вычислительном центре Академии наук под руководством академика Н.Н.Моисеева. Ключевой инновацией в этих исследованиях стало введение управляющих параметров и изучение возможностей управления глобальными процессами. Было доказано существование управлений, позволяющих отодвинуть, смягчить или даже предотвратить негативные последствия глобального развития [Геловани, Егоров и др. 1975]. Вместе с тем также была показана высокая чувствительность глобальных моделей к исходным гипотезам, базовой статистической информации [Геловани, Бритков 1979]. Отсюда следовал вывод, что возможности применения математических методов управления и оптимизации имеют ограниченное практическое применение для такого рода макромоделей. Поэтому дальнейшее развитие глобального моделирования в СССР пошло по пути совершенствования инструментария компьютерной поддержки принятия решений и процессов информационного обеспечения в рамках модифицированной модели Форрестера–Медоуза. Конкретными результатами этих исследований стали знаменитая модель «Ядерная зима», созданная под руководством Н.Н.Моисеева [Моисеев, Александров, Тарко 1985] и доклад *На пороге третьего тысячелетия (глобальные проблемы и процессы развития СССР)*, подготовленный под руководством В.А.Геловани. Подробнее обо всем этом можно прочитать в статье [Дубовский 2010].

Впервые модель мировой динамики с управлением была предложена В.А.Егоровым [Егоров 1980]. Идея разработчика заключалась в том, чтобы создать новые отрасли индустрии по утилизации и восстановлению ресурсов, по очистке окружающей среды от загрязнений и рекультивации земель. Тогда можно осуществлять управление процессами использования природных ресурсов, загрязнения окружающей среды, производства продовольствия путем направления требуемых объемов капитала в соответствующие отрасли. Естественно, что это требует перераспределения капиталовложений, которое может быть оптимизировано по определенному критерию. В математической модели идея управления переменной u_j реализуется путем добавления в правую часть соответствующего ОДУ (2) дополнительного слагаемого, содержащего в виде коэффициента долю капитала, направляемого в новую отрасль, обслуживающую i -ю подсистему. Последняя и служит в качестве одного из управляющих параметров. Если задать все управляющие параметры как функции времени t , то они опре-

деляют некоторый сценарий развития Мир-системы. Далее решается задача оптимального управления по заданному критерию.

Группой В.М.Матросова была создана детальная модифицированная модель Форрестера–Медуза с управлениями В.А.Егорова [Матросов, Измоденова-Матросова 2005]. Отличие этой модели состояло в том, что в ней не ставилась задача оптимизации по какому-либо критерию. Причем законы изменения управляющих параметров были жестко определены и, вдобавок введены функциональные связи между управляющими параметрами и основными переменными модели. Модификация модели Форрестера состояла, в частности, в использовании более точных уравнений, описывающих системные переменные. Например, сектор экономики описывается неоклассической производственной функцией, выражающей динамику ВВП и учитывающей движение капитала, демографическую динамику и научно-технический прогресс. В рамках полученной модели были найдены стационарные решения и доказана их устойчивость. К недостаткам данной модели следует отнести усложнение модификации, затрудняющей её идентификацию.

Основные характеристики глобальных моделей второй волны, разработанных в СССР, представлены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Глобальное моделирование и устойчивое развитие с управлением (СССР–Российская Федерация)

Авторы и авторские коллективы Организация, учреждение	Теория и принципы	Модели	Публикации
Акад. Гвишиани Д.М., Геловани В.А., Бритков В.Б., Дубовский С.В. и др. ВНИИСИ РАН	Ключевая инновация – введение управления и изучение возможностей управления глобальными процессами	1. Усовершенствование модели Форрестера и инструментария компьютерной поддержки 2. Мир-система из 9 регионов	Доклад: На пороге третьего тысячелетия (глобальные проблемы и процессы развития СССР) – 1984.
Акад. Моисеев Н.Н., Александров В.В., Тарко А.М. ВЦ АН СССР	Учение о ноосфере Системный анализ Математические модели климата и глобальных биогеохимических циклов	1. Глобальная модель биосферы 2. Модель «ядерная зима»	Человек и биосфера – М: Наука, 1985.
Проф Егоров В.А. и группа соратников ИПМ им. М.В. Келдыша РАН	Впервые предложено использование теории оптимального управления к процессам мировой динамики	Математическая модель мировой динамики с управляющими параметрами	Математические модели глобального развития. – Л: Гидрометеиздат, 1980.
Акад. Матросов В.М. и группа соратников СО РАН	Устойчивое развитие Замена отдельных типовых ДУ на структурные ДУ	Модифицированная модель Форрестера-Медуза с управлением Егорова В.А.	Учение о ноосфере, глобальное моделирование и устойчив. разв. – М: Academia, 2005.

Основные направления усовершенствования глобального моделирования

Следующая волна интереса к вопросам прогнозирования будущего родилась в 1990-е гг. в связи с приближением третьего тысячелетия и естественным желанием заглянуть в новый век, новое тысячелетие. В этот период было выполнено множество исследований, авторы которых стремились осмыслить итоги бурного XX века, с его двумя мировыми войнами, небывалым развитием научно-технического прогресса и демографическим взрывом, а также представить мировое развитие в XXI веке. В итоге родилось много футурологических предсказаний и научной фантастики, не имевшей прямого отношения к глобальному моделированию.

Кстати, само глобальное моделирование в 90-е гг. прошлого столетия резко затормозилось, хотя для изучения различных аспектов мировой динамики было создано по всему миру множество научно-исследовательских учреждений и лабораторий. Огромное количество людей было занято этой работой. Однако постепенное усложнение моделей привело к тому, что они перестали выражать истинные причинно-следственные закономерности. Большинство экспертов сходится во мнении о том, что разрабатывавшиеся в 1980-е гг. сложные модели не оправдали возлагавшиеся на них ожидания, поскольку не позволили предсказать реальное развитие экономических процессов.

В последние годы в мире наблюдается новый подъем активности в области геополитического, экологического и социально-экономического прогнозирования будущего. Это связано с обострением экологических и энергетических проблем человечества. Продовольственная проблема также может существенно обостриться со значительным ростом численности населения. К сожалению, нагрузка со стороны человечества на окружающую среду продолжает расти, несмотря на развитие технологий и усилия общественных организаций. Положение осложняется тем, что человечество уже вышло за разумные пределы и находится в области неустойчивого развития.

Таким образом, на рубеже веков четко обозначилась крайне важная и актуальная задача обеспечения устойчивого развития в масштабах всего человечества [Медоуз, Рандерс, Медоуз 2008]. Достижение устойчивого экономического роста делает не только возможным, но и необходимым условием разработку долгосрочных прогнозов, позволяющих формировать долгосрочные цели и стратегию их достижения. Следует отметить, что социально-экономические прогнозы ведутся в различных временных диапазонах – от краткосрочных (до одного года), среднесрочных (от одного до пяти лет) до долгосрочных (от 5 до 30–50 лет).

Если цель краткосрочных моделей – прогнозирование, направленное на конъюнктурную деятельность, а задача среднесрочных моделей заключа-

ется в выборе политики развития и строительства в ближайшем будущем, долгосрочные модели предназначены для исследования условий длительного экономического роста. Долгосрочные модели являются прежде всего моделями теории роста, в том смысле, что они представляют собой инструмент для исследования будущего состояния общества в зависимости от стратегии его развития.

В последние годы мы являемся свидетелями появления серьезных научных прогнозов, рассчитанных на три десятилетия и даже полувековую перспективу, например, прогнозы корпорации «PricewaterhouseCoopers» – *Мир в 2050 году* [2006] и фирмы «Goldman Sachs» – *Мечтая вместе со странами БРИК: путь в 2050 год* [Wilson, Purushothaman 2003]. Однако, как правило, такие прогнозы по силам лишь крупным междисциплинарным исследовательским коллективам. Во многих странах мира сегодня разрабатываются подобные прогнозы на десятилетия, а то и на 30–50 лет вперед. В этих прогностических проектах и подобных проектах последнего времени были использованы весьма упрощенные модели, которые вряд ли удовлетворяют современным требованиям. Например, при построении математических моделей, описывающих динамику социально-экономического развития, используется неоклассическая модель долгосрочного экономического роста Солоу, основанная на традиционной производственной функции Кобба–Дугласа:

$$Y = AK^{\alpha}L^{1-\alpha} \quad (1.5)$$

где K – физический капитал, L – численность рабочей силы, A – технический прогресс или совокупная производительность факторов, α – доля дохода, которая обеспечивается за счет роста капитальных затрат. Развитие человеческого капитала лучше учитывается в моделях эндогенного экономического роста, упрощенный вариант которых был использован в модели корпорации «PricewaterhouseCoopers». Следует отметить, что в большинстве глобальных моделей первого и второго поколений для описания блока экономической динамики также использовались различные модификации неоклассической модели роста Солоу.

Главным недостатком рассмотренной модели является то, что в её основе лежит экономика предложения. Следовательно, модель игнорирует фактор платежеспособного спроса и исходит только из ожидаемой динамики факторов производства. Однако эпоха экономики предложения ушла надолго вместе с неоклассической экономической теорией. Снова наступает эпоха экономики спроса, кейнсианская эпоха. Отсюда следует, что новые динамические макромоделі в экономике должны строиться с учетом совместного действия равновесного долгосрочного роста и циклических колебаний вокруг него, определяемых соотношением спроса и предложе-

ния. Это и есть основное направление для усовершенствования используемых сегодня математических макромоделей динамики социально-экономического развития.

Именно взаимодействие циклических колебаний и тренда роста позволяет выявить точки бифуркации, в которых экономическая система теряет устойчивость и может погрузиться в кризисную рецессию [Акаев 2008]. Таким образом, рассмотрение совместного взаимодействия циклических колебаний и роста позволяет прогнозировать время наступления кризиса, тогда как традиционные модели описывали только трендовые траектории и не могли предсказывать кризисы и рецессии. Именно последнее критики рассматривали как главный недостаток глобальных моделей первого и второго поколений.

Что же касается глубоких циклических кризисов, повторяющихся каждые 30–40 лет и связанных со сменой технологического уклада, сменой больших циклов Кондратьева, для их прогнозирования необходимо синхронизировать долгосрочные модели с реальными кондратьевскими циклами либо в мировом масштабе, либо в рамках национальной экономики. Синхронизация позволяет надежно и относительно точно установить горизонт прогнозирования, который определяется продолжительностью очередного большого цикла Кондратьева и измеряется 30–40 годами. Также важно, что в этом промежутке времени действует один и тот же технологический уклад, что гарантирует стабильность характеристик технического прогресса и, следовательно, постоянство параметров производственной функции (1.5). Дело в том, что параметры производственной функции, во-первых, различны даже для стран, находящихся на одинаковом уровне экономического развития, а во-вторых, они различны на различных этапах развития одной и той же страны. Поэтому синхронизация модели экономического роста с большим циклом Кондратьева облегчает проблему идентификации этих параметров. В моделях Форрестера–Медоуза и Месаровича–Пестеля принималась гипотеза о постоянстве указанных параметров на значительных временных периодах порядка 1000 лет, что естественно не выполняется, поскольку в такой период времени укладывается два технологических уклада, каждому из которых соответствуют свои значения параметров. Этим во многом объясняется низкая точность указанных моделей, которая становится неприемлемой при больших горизонтах моделирования с целью прогнозирования.

Одним из основных недостатков глобальных моделей первого поколения явилось описание выбранных глобальных процессов с помощью однотипных дифференциальных уравнений стандартного вида (1.2), не учитывающих внутренние свойства и механизмы развития соответствующих процессов. Форрестер и Медоуз и их последователи описывали правые части уравнений (1.3) так, как это принято в эконометрике, – на основе обработки имеющихся рядов статистических данных, которые в большинстве случаев были крайне скудными. Этим объяснялась низкая точность результатов глобального моделирования первой волны. Отсюда последовали по-

правки – при разработке глобальных моделей второго поколения упор был сделан на структурные модели, описывающие внутренние механизмы воздействия факторов, определяющих развитие динамики основных глобальных процессов и Мир-системы в целом.

Структурные модели глобальных процессов основываются на соответствующих научных теориях, вскрывающих сущность этих процессов, причинные связи внутри них. Ярким примером могут служить глобальные модели взаимодействия человека и биосферы Земли, разработанные под руководством академика Н.Н.Моисеева [Моисеев, Александров, Тарко 1985]. Неотъемлемой составной частью этих моделей стала климатическая модель, опирающаяся на достижения классической науки: гидроаэромеханику, термодинамику и вычислительную математику. Важно то, что данная климатическая модель позволяла выявить изменения климатических характеристик, возникающих вследствие антропогенных факторов. Благодаря этому модель впервые в 1983 г. позволила провести анализ климатических последствий гипотетической ядерной войны и увидеть, как в течение года после ядерной катастрофы меняются климатические параметры, возникает и постепенно просветляется ядерная ночь. Конечно, путем составления типовых уравнений Форрестера вида (1.2) ничего подобного достичь бы не удалось.

Поэтому одним из важнейших направлений усовершенствования моделей глобальных процессов остается использование структурных моделей как наиболее надежных и достоверных. Структурные модели уже широко используются в демографическом и экономическом прогнозировании, что мы покажем в настоящей работе. Следует отметить, что структурные модели социально-экономических процессов в корне отличаются от структурных моделей физических явлений. В отличие от физических явлений социально-экономические процессы являются обычно самоорганизующимися, саморазвивающимися, т.е. они сами принимают участие в программировании своего поведения. Для моделирования подобных систем недостаточно описать внутреннюю структуру взаимодействия ее элементов, необходимо ещё предусмотреть появление новых свойств самоорганизации и саморазвития, которые нельзя вывести из свойств отдельных частей системы [Голанский 1983].

Однако эта специфика социально-экономических процессов не всегда учитывается при их моделировании. Например, модель Форрестера–Медоуза, созданная в виде взаимодействия контуров обратных связей подсистем, игнорировала целостные характеристики общественной системы, сводя их к простой сумме свойств составляющих подсистем. На этот недостаток модели Форрестера–Медоуза указывали авторы второй прогностической модели, подготовленной для Римского клуба – М.Месарович и Э.Пестель. Реализация принципа развития подсистем, исходя из интересов целого, требует построения иерархической многоуровневой модели, а именно этого-то сделать названным авторам и не удалось.

1.2. Иерархическое динамическое моделирование мировой динамики

Проведенный выше анализ имеющихся моделей и подходов к моделированию и прогнозированию мирового развития свидетельствует о наличии нерешенных до настоящего времени проблем и об актуальности создания иерархической системы математических моделей для описания макротенденций и циклов мировой и региональной динамики. В данной системе моделирования целесообразно выделить трех взаимосвязанных иерархических уровней:

- моделирование общих тенденций развития мира как целостной системы;
- моделирование особенностей региональной динамики; при этом глобальная динамика предстает как результат региональных взаимодействий и противоречий;
- моделирование социально-экономической динамики отдельных стран в контексте мирового и регионального развития.

Соответствующим образом должен быть сформирован состав моделей:

- на первом уровне моделирования – модель динамики Мир-системы как целого, предназначенная для анализа трендов мирового развития;
- на втором уровне моделирования – модели региональной динамики, предназначенные для более детального описания глобальных социально-экономических изменений с учетом неравномерности развития отдельных стран и регионов мира;
- на третьем уровне моделирования – модели отдельных стран, предназначенные для анализа и прогноза их развития в условиях имеющихся ограничений и сценариев, сформированных на первом и втором уровнях моделирования.

Модели каждого из уровней должны быть сконструированы таким образом, чтобы имелась возможность конкретизации и расширения их возможностей для решения частных задач. Таким образом, модели должны иметь «ядро», описывающее наиболее важные, базовые процессы, относящиеся к каждому уровню моделирования и позволять достраивать к «ядру» отдельные блоки для более детального описания частных явлений и процессов.

Выше были выделены и сформулированы три наиболее важных направления совершенствования глобального моделирования. Все они для наглядности сведены в [табл. 1.3](#).

Отдельно нужно сказать о важности учета циклических процессов в мировой динамике, связанных с неравномерностью развития технологий и инноваций.

Таблица 1.3

Основные направления совершенствования математического моделирования глобальных процессов

Направления совершенствования	Что достигается
Использование закономерностей социально-экономического и геополитического развития, вытекающих из теории больших циклов Кондратьева	Надежный горизонт прогнозирования порядка 30–40 лет
Учет воздействия краткосрочных циклических колебаний (автоколебаний) на трендовую траекторию долгосрочного развития для выявления критических явлений	Определение точек бифуркации и точек срыва в кризисную экономическую рецессию
Использование структурных дифференциальных уравнений для описания глобальных процессов, путем их вывода из закономерностей и механизмов протекания соответствующих процессов	Высокая точность и надежность, упрощение математических моделей

Кризис мировой экономики, начавшийся в 2008 г. и вызванный проблемами, возникшими в финансовом секторе США, привел к замедлению во многих развитых и развивающихся экономиках мира. Американская экономика вступила в фазу длительной нестабильности и испытала глубокую рецессию. Сохраняется реальная угроза новой волны экономического спада. Сложившаяся ситуация предвещает новые кризисы и длительную депрессию в мировой экономике в предстоящем десятилетии.

Все это в очередной раз напомнило политикам, экономистам и бизнесменам о неравномерном, циклическом характере развития рыночной экономики и необходимости принимать энергичные меры по выявлению нового поколения базисных технологий и внедрению различных инноваций на их основе, чтобы максимально безболезненно преодолеть предстоящие кризисы и депрессию. В связи с этим многие исследователи [Глазьев 2010; Клинов 2010] обратили взоры к грядущему большому циклу Кондратьева, подъем которого состоится вероятнее всего в 2020–2040 гг., и уже делают прогнозы относительно его параметров и ключевых базовых технологий.

Еще в 1912 г. великий экономист XX столетия Йозеф Шумпетер указывал, что главной движущей силой экономического развития являются научно-технические инновации. Он писал [Шумпетер 1982], что когда какая-либо инновация внедряется в экономику, имеет место так называемый «вихрь созидательного разрушения», подрывающий равновесие прежней экономической системы, вызывающий уход старых технологий, отживших организационных структур и появление новых отраслей, новых институциональных возможностей, в результате чего возникает небывалый динамизм экономического развития. Инновации все больше выступают в роли локомотива экономического развития, определяя его эффективность и рост производительности труда. Инновации как процесс поддерживаются инвестициями и соответствующими институтами, без чего не действует механизм их реализации. Инвестиции без инноваций бессмысленны и порой даже вредны, поскольку означают вложение средств в воспроизводство устаревших товаров, продукции и технологий.

Научно-технический прогресс в целом и особенно инновационный процесс, как ныне общепризнано, развивается неравномерно во времени, а именно – циклически. Следствием этого являются циклические колебания экономической деятельности. В центре внимания исследователей в XX столетии находились длинноволновые колебания, открытые выдающимся русским экономистом Николаем Кондратьевым [Кондратьев 2002]. Изучая в 1920-х гг. закономерности происходящих в мировой экономике явлений, он обнаружил длинные циклы экономической конъюнктуры примерно полувековой длительности, которые получили название «больших циклов Кондратьева». Ученый всесторонне обосновал закономерную связь «повышательных» стадий этих циклов с волнами технических изобретений и их практического использования в виде инноваций.

Й.Шумпетер развил учение Н.Кондратьева о больших циклах конъюнктуры и разработал инновационную теорию длинных волн, интегрировав ее в общую инновационную теорию экономического развития [Schumpeter 1939]. Циклическое движение выпуска Шумпетер считает формой отклонения от равновесия, к которому всегда стремится экономическая система. Спонтанные сгустки нововведений вызывают радикальные изменения в экономике, которые уводят ее от изначальной равновесной траектории. Система уже никогда не возвращается к прежнему равновесному состоянию. Новый цикл начинается в период очередной депрессии на новом уровне равновесия. Смена уровней равновесия по Шумпетеру и определяет долговременную траекторию экономического развития, в ходе которого экономическая система находится в динамическом равновесии. Поскольку теория больших циклов Кондратьева играет ключевую роль в инновационной теории экономического развития Шумпетера, а также учитывая, что сам Шумпетер полагал ее краеугольным элементом собственной теории, последнюю справедливо будет именовать в дальнейшем «инновационно-циклической теорией экономического развития Шумпетера–Кондратьева».

Совсем недавно М.Хироока [Hirooka 2006] на основе обработки и анализа большого массива эмпирических данных доказал существование тесной корреляции нововведений и больших циклов Кондратьева и впервые подтвердил, что диффузия нововведений строго синхронизируется с повышательной волной кондратьевского цикла и достигает своего созревания в области наивысшего пика цикла, как показано на рис. 1.1. Причем различные базисные инновации, благодаря действию механизма самоорганизации, формируют целый кластер и появляются группой на стадии депрессии. Это явление установил Герхард Менш [Mensch 1979] и назвал его «триггерным эффектом депрессии». Иначе говоря, депрессия заставляет предприятия искать возможности для выживания, а инновационный процесс может их предоставить, т.е. депрессия запускает процесс внедрения инноваций. Кластеры базисных технологий приводят к возникновению новых отраслей и в свою очередь, запускают очередной большой цикл Кондра-

тьева. Благодаря синергетическому эффекту взаимодействия инноваций внутри кластера инициируется мощный кумулятивный рост экономики, что указывает на основную движущую роль инноваций в экономическом развитии.

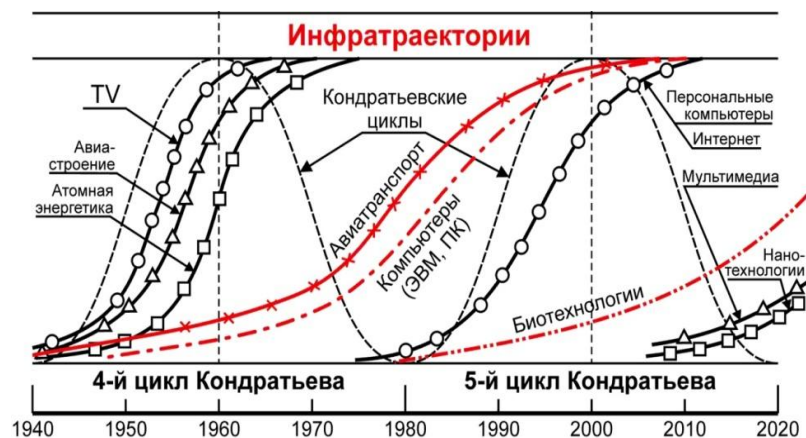


Рисунок 1.1
Диффузия инноваций вдоль подъемов циклов
экономической активности Кондратьева

Отдельные инновации распространяются за пределы одного цикла Кондратьева к следующему циклу (см. рис. 1.2), способствуя появлению новых инфраструктур и сетей, формируя более длинную траекторию развития, которую М.Хироока назвал инфратраекторией (например, компьютеры, авиационное строительство, биотехнологии и др.). Указанные инновации называются магистральными (стволовыми); они сначала распространяются, создавая новые рынки, но затем их потенциал расширяется, чтобы образовать новую инфраструктуру в экономике. Инфратраектории также образуют четко определенный кластер, причем каждый такой кластер имеет срежневую магистральную инновацию. Например, в текущем пятом (V) кондратьевском цикле в этом качестве выступают компьютерные технологии.

Исходя из новой инновационной парадигмы, установленной М.Хироока, зная текущие инфратраектории, которые определяются магистральными инновациями предыдущего цикла Кондратьева, а также траектории базисных инноваций текущего цикла Кондратьева, мы сможем построить прогнозную траекторию динамики инновационно-экономического развития, как это показано графически на рис. 1.2. Это достигается путем сложения суммарной добавленной стоимости, генерируемой базисными инновациями в текущем цикле Кондратьева, а также добавленной стоимости, создаваемой институциональными изменениями и явлением восстановления, обусловленными инфратраекториями. Траектория движения ВВП имеет характер-

ный ступенчатый вид, причем, как и утверждал Й.Шумпетер, каждая ступень описывается лучше всего логистической кривой, являющейся следствием изменения экономической конъюнктуры в соответствии с фазами большого цикла Кондратьева. На рис. 1.2 представлен период времени, охватывающий четвертый (IV) и пятый (V) кондратьевские циклы. Надежное прогнозирование может быть распространено, как минимум, до 2040 г., т.е. верхнего пика шестого (VI) цикла Кондратьева.

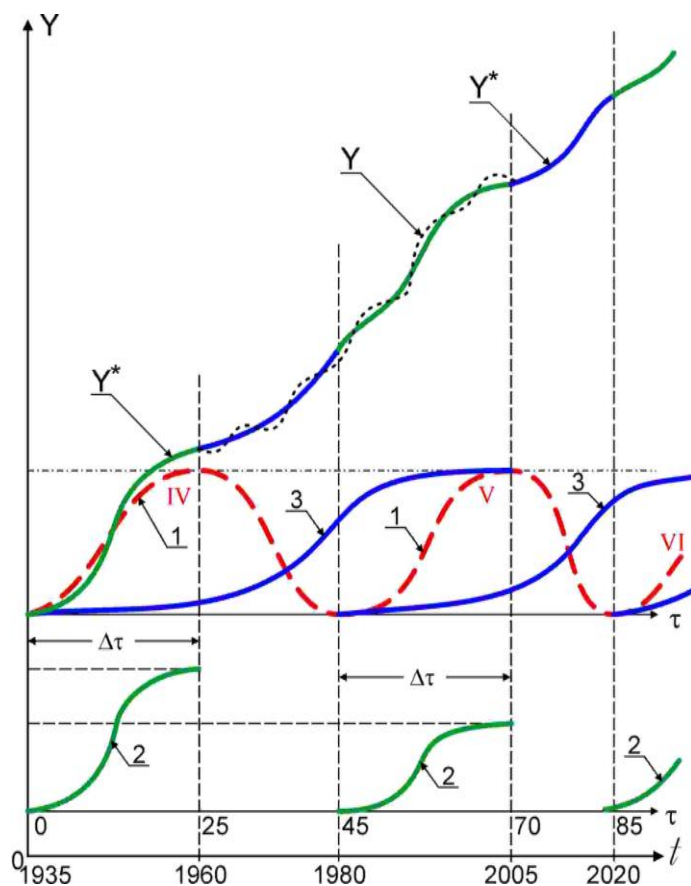


Рисунок 1.2

Графическая схема построения траектории движения общего выпуска Y (ВВП):
 1 – циклы Кондратьева; 2 – траектории диффузии инновационных продуктов на рынки;
 3 – инфратраектории

Описанный выше процесс инновационно-циклического развития рыночной экономики был формализован в работе [Акаев, Хироока 2009].

В восьмидесятые годы прошлого века, после очередного мирового экономического кризиса, исследованию теории и практическим приложениям больших циклов Кондратьева было уделено повышенное внимание и появилось огромное число работ на эту тему, в том числе по разработке математических моделей. Однако математические модели той поры были направлены на качественный анализ циклических колебаний, на определение их ключевых параметров – продолжительности цикла, характерных точек и т.д. Одна из первых математических моделей длинной волны Кондратьева была предложена в работе С.М.Меньшикова и Л.А.Клименко [Меньшиков, Клименко 1984]. Она представляла собой систему дифференциальных уравнений первого порядка с запаздываниями. Модель естественно генерирует колебания подобные колебаниям экономической конъюнктуры в циклах Кондратьева. Она также позволяет весьма приближенно оценить продолжительность цикла и поворотные точки длинных волн. С.В.Дубовский разработал более совершенную модель [Дубовский 1995], в которой циклическое развитие встроено в модель экономического роста. В этой модели динамика ВВП описывается дифференциальным уравнением, полученным из неоклассической модели роста Солоу, и дополнена инвестиционной моделью, соответствующей технологическим циклам, генерирующим циклы Кондратьева. Модель Дубовского также позволяет проводить качественный анализ решения дифференциального уравнения и более точно определять периоды длинных волн, соответствующих большим циклам Кондратьева, а также характерные точки, связанные с подъемами и спадами цикла Кондратьева.

Важной задачей является продолжение этих исследований с целью количественного описания механизма инновационно-циклического экономического развития Шумпетера–Кондратьева, чтобы помимо качественного анализа влияния циклических колебаний на долгосрочный рост уметь рассчитывать траекторию движения ВВП, оценивать продолжительность циклов и прогнозировать моменты кризисной рецессии в экономике.

Основными объектами в создаваемой системе иерархического моделирования – прогнозирования являются экономика, демография, научно-технический прогресс, природные ресурсы и экология. Они определяют параметры порядка – те медленные переменные, под поведение которых будут подстраиваться остальные. Ключевыми параметрами порядка на протяжении мировой истории были и остаются – численность населения (N), доступные ресурсы (R), уровень технологий (A) и образования (E), а также зависящий от них национальный доход (Y). В последующих разделах дается конкретная реализация изложенной в настоящем параграфе программы совершенствования глобального математического моделирования.

Глава 2

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ МИРОВОЙ ДИНАМИКИ

2.1. Макротенденции мирового развития

Человеческое общество – сложная неравновесная система, постоянно развивающаяся и изменяющаяся. Сложность, многофакторность и противоречивость социальной эволюции приводят исследователей к закономерному выводу о том, что любое упрощение, редукция, упущение из виду всего многообразия факторов неизбежно ведут к увеличению ошибки и к существенно неверному пониманию изучаемых процессов [Следзевский 1997]².

Мнение о том, что в истории развития общества не может быть простых общих законов, крепко укоренилось в научных воззрениях, особенно среди представителей гуманитарных наук, непосредственно сталкивающихся в своей деятельности со всем многообразием и непредсказуемостью социальных процессов.

Подобные воззрения, однако, – прямой путь к социальному агностицизму, признанию бессмысленности самого научного изучения общества, ведь задача научного анализа в том и состоит, чтобы выделить основные действующие силы и установить фундаментальные законы, отбросив детали и несущественные отклонения от общих правил³. Таким образом, сам научный подход содержит в себе заметную долю редукционизма. Тем не менее человеческое общество действительно предельно сложная система.

Возможно ли описать его развитие какими-либо достаточно простыми законами? Современные достижения в области математического моделирования дают однозначный ответ: «Можно». Социальная эволюция действительно подчиняется строгим и достаточно простым макрозаконам.

² Как пишет И.В.Следзевский, «с переводом понимания на язык универалистских научных моделей и однозначных определений происходит неизбежная редукция этого феномена (цивилизации) как личностного выражения культуры» [Следзевский 1997: 19].

³ См., например: [Малинецкий 1996, 1997; Розов 1995, 2002; Назаретян 1999; Бородин 1999; Бородин, Владимиров, Гарскова 2003; Чернавский 2004; Гринин 2006а; Турчин 2007; Князева, Курдюмов 2005; Крадин 2008; Нефедов 2008; Graber 1995; Rozov 1997; Carneiro 2000; Harris 2001].

*Удивительное открытие Хайнца фон Ферстера.
«Конец света»: пятница, 13 ноября 2026 г.*

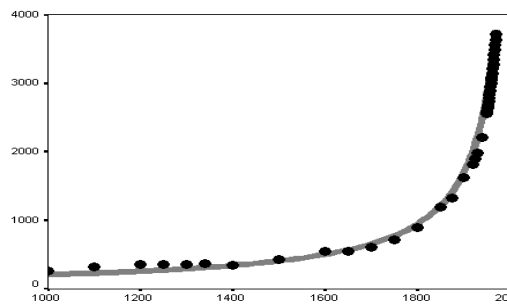
В 1960 г. Х. фон Ферстер, П.Мора и Л.Амиот опубликовали в журнале *Science* сообщение о своем удивительном открытии [von Foerster, Mora, Amiot 1960]. Они показали, что между 1 и 1958 г. н.э. динамика численность народонаселения мира (N) может быть с необычайно высокой точностью описана при помощи следующего поразительно простого уравнения⁴:

$$N_t = \frac{C}{t_0 - t} \quad (2.1)$$

где N_t – это численность населения мира в момент времени t , а C и t_0 – константы; при этом t_0 соответствует сингулярной точке, т.е. численность населения стала бы бесконечной, если бы сохранилась тенденция, наблюдавшаяся с 1 по 1958 г. н.э.

Параметр t_0 был оценен Х. фон Ферстером и его коллегами как 2026,87, что соответствует 13 ноября 2026 г.; это, кстати, предоставило им возможность дать своей статье предельно броское название «Конец света: пятница, 13 ноября 2026 г. от Рождества Христова».

Обратим внимание на то, что графиком приведенного выше уравнения является гипербола; описываемый этим уравнением закон роста обозначается как «гиперболический». На рис. 2.1 показано соответствие гиперболической модели (2.1) и экспериментальных данных.



ПРИМЕЧАНИЕ: черные маркеры соответствуют эмпирическим оценкам численности населения мира, сделанным Мак-Эведи и Джонсом [McEvedy, Jones 1978] для 1000–1950 гг., и эмпирическим оценкам Бюро переписей США [U.S. Bureau of the Census 2010] для периода с 1950 г. по 1970 г. Серая кривая сгенерирована уравнением фон Ферстера (2.1). $R^2=0,996$.

Рисунок 2.1
**Динамика численности населения Земли, 1000–1970 гг. (млн чел.):
сравнение с гиперболической моделью**

⁴ Точнее говоря, уравнение, полученное фон Ферстером и его коллегами, выглядит следующим образом:

$$N_t = \frac{C}{(t_0 - t)^{0,99}}$$

Однако, как было показано С. фон Хернером [von Hoerner 1975] и С.П.Капицей [1992, 1996, 1999], это уравнение имеет смысл использовать в следующем аппроксимированном виде:

$$N_t = \frac{C}{t_0 - t}$$

Напомним, что уравнение фон Ферстера:

$$N_t = \frac{C}{t_0 - t}$$

является решением следующего дифференциального уравнения [Капица 1992, 1996, 1999; Korotayev, Malkov, Khaltourina 2006: 119–120]:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{N^2}{C} \quad (2.2)$$

Каков смысл выражения пропорциональности $dN/dt \sim N^2$? Собственно говоря, он очень прост. В нашем контексте dN/dt обозначает абсолютные темпы роста численности населения в определенный момент времени. Таким образом, данное уравнение говорит о том, что абсолютные темпы демографического роста в каждый данный момент времени пропорциональны квадрату численности населения на данный момент времени.

«Экономический конец света»: суббота, 23 июля, 2005 г.

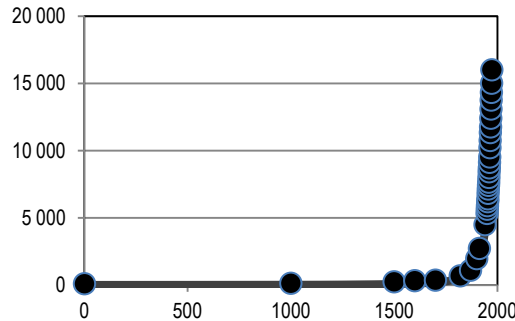
Отметим, что если бы фон Ферстер и его коллеги имели бы в своем распоряжении в дополнение к данным по динамике численности населения мира еще и данные по динамике мирового ВВП за 1–1973 гг. (которые, впрочем, были опубликованы А.Мэддисоном только в 2001 г. [Maddison 2001]), они могли бы сделать и второе впечатляющее «предсказание» – что в субботу, 23 июля, 2005 г. н.э. произойдет «экономический конец света». Иначе говоря, в этот день бесконечным должен был стать мировой ВВП, если бы общая тенденция его роста, наблюдавшаяся в 1–1973 гг., продолжилась дальше. Они также обнаружили бы, что в 1–1973 гг. тенденция роста мирового ВВП следовала не просто гиперболической, а квадратично-гиперболической тенденции [Коротаев, Малков, Халтурина 2007].

В самом деле, сделанные А.Мэддисоном эмпирические оценки динамики мирового ВВП за 1–1973 гг. с хорошей точностью аппроксимируются следующим уравнением:

$$G_t = \frac{C}{(t_0 - t)^2} \quad (2.3)$$

где G_t – это мировой ВВП (в миллиардах международных долларов 1990 г. в паритетах покупательной способности [ППС]) в год t , $C=17355487,3$, а $t_0=2005,56$ (что и дает нам «экономический конец света в субботу, 23 июля 2005 г. н.э.») (см. рис. 2.2).

Здесь и далее ограничимся при подборе значений t_0 целыми числами, поскольку дробные значения несут незначительную погрешность при том общем уровне достоверности данных, которые есть в нашем распоряжении.



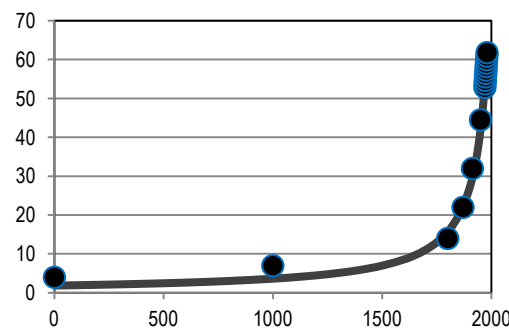
ПРИМЕЧАНИЕ: $R=0,9993$, $R^2=0,9986$, $\alpha \ll 0,0001$. Черные маркеры соответствуют эмпирическим оценкам Мэддисона [Maddison 2001]; данные по производству мирового ВВП на душу населения на 1000 г. скорректированы по В.А.Мельянцеву [1996, 2003, 2004; Meliantsev 2004]. Сплошная серая кривая – график уравнения (2.3).

Рисунок 2.2
Динамика мирового ВВП, 1–1973 гг.
(млрд международных долл., 1990 г. по ППС):
соответствие динамики, генерируемой квадратично-гиперболической моделью,
эмпирическим оценкам

Как мы видим, эмпирические оценки мирового ВВП также удивительно точно выстраиваются вдоль простой геометрической кривой. Только если для численности населения мира вплоть до начала 1970-х гг. это была гипербола, то для мирового ВВП это квадратичная гипербола.

Динамика роста мировой грамотности

Если мы обратимся к анализу роста грамотности населения Мир-системы, то также обнаружим зависимость гиперболического типа [Коротаев, Малков, Халтурина 2005а, 2007] (см. рис. 2.3).



ПРИМЕЧАНИЕ: $R=0,997$, $R^2=0,994$, $\alpha \ll 0,0001$. Черные маркеры соответствуют оценкам ЮНЕСКО [World Bank 2006] для периода после 1970 г.; для предшествующего периода использованы оценки, полученные на основе данных, опубликованных Мельянцевым [1996, 2003, 2004; Meliantsev 2004]. Сплошная серая кривая сгенерирована следующим уравнением:

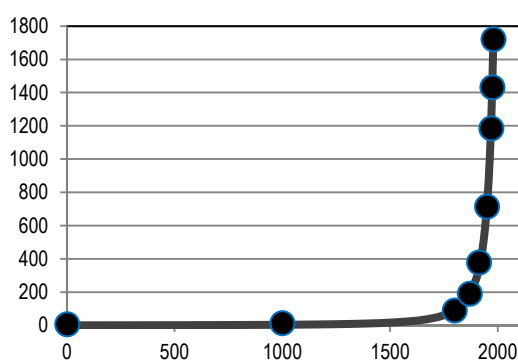
$$l_t = \frac{3769,264}{2040 - t}$$

Параметры $C(3769,1)$ и $t_0(2040)$ определены методом наименьших квадратов.

Рисунок 2.3
Динамика мировой грамотности, 1–1980 гг. (%):
сравнение с гиперболической моделью

Число грамотных людей пропорционально, с одной стороны, уровню грамотности, а с другой стороны, общему числу людей.

Так как обе эти переменные испытывали вплоть до 60-х гг. прошлого века гиперболический рост, следует ожидать, что вплоть до самого недавнего времени число грамотных людей на Земле (L)⁵ росло не просто гиперболически, а квадратично-гиперболически (подобно мировому ВВП). Эмпирическая проверка этой гипотезы подтверждает ее: квадратично-гиперболическая модель описывает рост числа грамотных людей с необычайно высокой точностью (см. [рис. 2.4](#)).



ПРИМЕЧАНИЕ: $R=0,9997$, $R^2=0,9994$, $\alpha \ll 0,0001$. Черные маркеры соответствуют эмпирическим оценкам ЮНЕСКО [World Bank 2006] для периода после 1970 г.; для предшествующего периода использованы оценки, полученные на основе данных, опубликованных Мельянцевым [1996, 2003, 2004; Meliantsev 2004] с учетом изменения возрастной структуры населения [UN Population Division 2007]. Сплошная серая кривая сгенерирована следующим уравнением:

$$L_t = \frac{4958551}{(2033 - t)^2}$$

Параметры C (4958551) и t_0 (2033) определены методом наименьших квадратов.

Рисунок 2.4

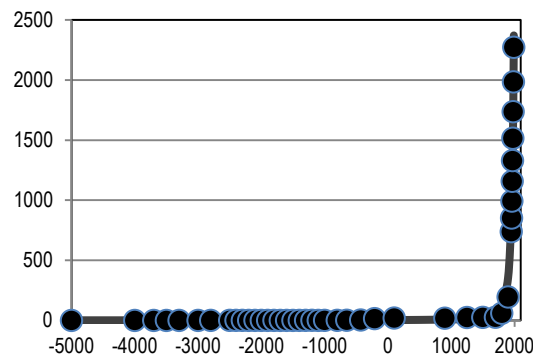
Динамика численности грамотного населения мира, 1–1980 гг. (L , млн чел.):
сравнение с квадратичной гиперболической моделью

Динамика роста мировой урбанизации

Сходные процессы наблюдаются и применительно к урбанизации, макро-динамика которой описывается аналогичными зависимостями (см. [рис. 2.5](#) и [2.6](#)).

В связи с этим не вызывает удивления, что квадратично-гиперболическую динамику демонстрирует и динамика численности населения самого крупного поселения Мир-системы (см. [рис. 2.7](#)).

⁵ С тех пор, как грамотность появилась, практически все грамотное население Земли обитало в рамках Мир-системы, поэтому грамотное население Земли и грамотное население Мир-системы всегда представляли собой понятия почти полностью синонимичные.



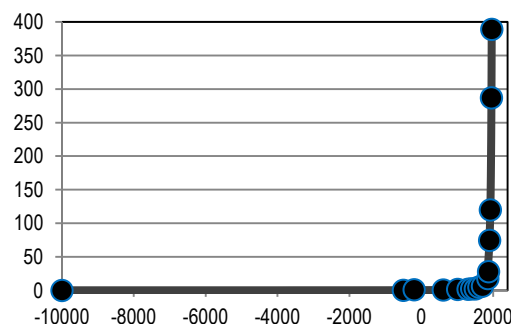
ПРИМЕЧАНИЕ: $R=0,998$, $R^2=0,996$, $\alpha \ll 0,0001$. Черные маркеры соответствуют эмпирическим оценкам Моделски [Modelski 2003], Грюблера [Gruebler 2006] и Отдела народонаселения ООН [UN Population Division 2011]. Сплошная серая кривая – график следующего уравнения:

$$U_t = \frac{7705000}{(2047-t)^2}$$

Параметры C (7705000) и t_0 (2047) определены методом наименьших квадратов.

Рисунок 2.5

Динамика численности городского населения мира, для городов с населением >10000 чел., 5000 г. до н.э.–1990 г. н.э. (млн чел.): сравнение с квадратичной гиперболической моделью



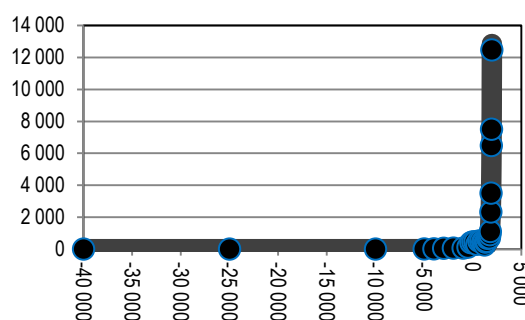
ПРИМЕЧАНИЕ: $R=0,998$, $R^2=0,996$, $\alpha \ll 0,0001$. Черные маркеры соответствуют оценкам Уайта и др. [White et al. 2007] с учетом данных Чэндлера [Chandler 1987] и ООН [UN Population Division 2006]. Сплошная серая кривая сгенерирована следующим уравнением:

$$U_t = \frac{912057,9}{(2008-t)^2}$$

Параметры C (912057,9) и t_0 (2008) определены методом наименьших квадратов. Для сравнения: лучшее соответствие (R^2), получаемое для экспоненциальной модели, составляет 0,637.

Рисунок 2.6

Динамика численности жителей крупных городов (>250 тыс. чел.), 10000 г. до н.э.–1960 г. н.э. (млн чел.): сравнение с квадратичной гиперболической моделью



ПРИМЕЧАНИЕ: $R=0,992$, $R^2=0,984$, $\alpha \ll 0,0001$. Черные маркеры соответствуют оценкам Моделски [Modelski 2003], Чэндлера [Chandler 1987] и ООН [UN Population Division 2010]. Сплошная серая кривая сгенерирована следующим уравнением:

$$U_{\max t} = \frac{104020000}{(2040-t)^2}$$

Параметры C (104020618,57) и t_0 (2040) определены методом наименьших квадратов. Для сравнения: лучшее соответствие (R^2), получаемое здесь для экспоненциальной модели, составляет 0,747.

Рисунок 2.7

Динамика размеров крупнейшего поселения мира, 10000 г. до н.э.–1950 г. н.э. (тыс. чел.): сравнение с квадратичной гиперболической моделью

Как было показано культурными антропологами [Naroll, Divale 1976; Levinson, Malone 1980: 34], размер самого крупного поселения в доаграрных, аграрных и раннеиндустриальных обществах является неплохим индикатором общего уровня социокультурной сложности соответствующей системы, что заставляет предполагать, что и этот интегративный показатель рос в эпоху развития в режиме с обострением по квадратично-гиперболическому закону.

Выход Мир-системы из режима с обострением

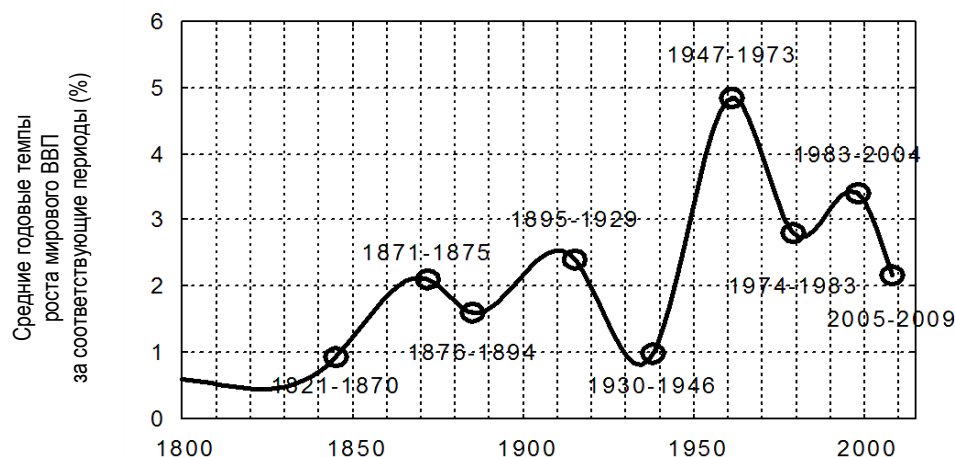
Рост целого ряда важнейших показателей развития Мир-системы (таких, как уровень грамотности или урбанизации) перестал быть в последние десятилетия гиперболическим в силу действия элементарного эффекта насыщения – как уже говорилось, грамотность просто по определению не может превысить 100%, и в силу описанных выше механизмов ее рост начинает все больше замедляться при приближении к этому уровню, неизбежно трансформируясь из гиперболического в логистический.

Замедляются темпы роста и других рассмотренных выше показателей. При этом необходимо подчеркнуть, что нынешнее падение темпов демографического роста коренным образом отличается от спадов и колебаний прошлого. Это не очередное колебание, это *фазовый переход* на новый, нетипичный для всей прежней истории, режим развития. Если все предыдущие спады темпов роста численности населения мира происходили на фоне катастрофического падения уровня жизни населения и были вызваны, прежде всего, увеличением смертности вследствие различных бедствий (войн, голода, эпидемий), по мере завершения которых человечество относительно быстро восстанавливалось и выходило на прежнюю траекторию, то нынешний спад происходит на фоне экономического подъема и вызван качественно отличными причинами: *резким снижением рождаемости*, происходящим как раз из-за роста уровня жизни основной массы населения Мир-системы и вызванного этим роста уровня образованности, обеспеченности медицинским обслуживанием (включая разнообразные методы и средства планирования семьи), социальным страхованием и т.п. Снижение темпов роста грамотности и урбанизированности также нередко наблюдалось в предшествующие эпохи, но тогда оно было обусловлено нехваткой экономических ресурсов, сейчас же происходит на фоне высочайших темпов экономического роста и связано с выходом на уровень насыщения.

Таким образом, развитие Мир-системы было гиперболическим лишь до 60–70-х гг. прошлого века. Гиперболическая тенденция, наблюдавшаяся вплоть до этого времени, не могла продолжаться далее сколько-нибудь долго просто по определению. Ведь если бы тенденция роста, наблюдавшаяся вплоть до этого времени, продолжилась бы и дальше, то население Земли должно было бы стать бесконечным уже в 20-е гг. этого века, а ми-

ровой ВВП должен был бы уйти в бесконечность еще раньше – в 2005 г. (см. выше [рис. 2.2](#)). Естественно, что еще задолго до этого развитие Мир-системы перестало быть гиперболическим, и она начала свой выход из режима с обострением.

В реальности после 1973 г. замедлилась не просто скорость увеличения темпов роста мирового ВВП, но и сами эти темпы. Таким образом, выход Мир-системы из режима с обострением не ограничился лишь демографической динамикой Мир-системы. Собственно говоря, появившиеся в конце 1960-х–начале 1970-х гг. алармистские прогнозы (в особенности отметим прогнозы Дж.У.Форрестера [[Forrester 1971](#); [Форрестер 1978](#)] и Медоузов [[Meadows et al. 1972](#)]) и показывали, что если экономический рост Мир-системы не замедлится, то человечество может в самом ближайшем будущем столкнуться с самыми серьезными угрозами, рисками и катастрофами. Но с 1970-х гг. темпы экономического развития Мир-системы стали замедляться (и, на наш взгляд, алармистские прогнозы Форрестера и Медоузов сыграли в этом замедлении какую-то роль, стимулировав рост расходов на ресурсосбережение и природоохранные мероприятия и системы). Общая динамика темпов роста мировой экономики представлена на [рис. 2.8](#).



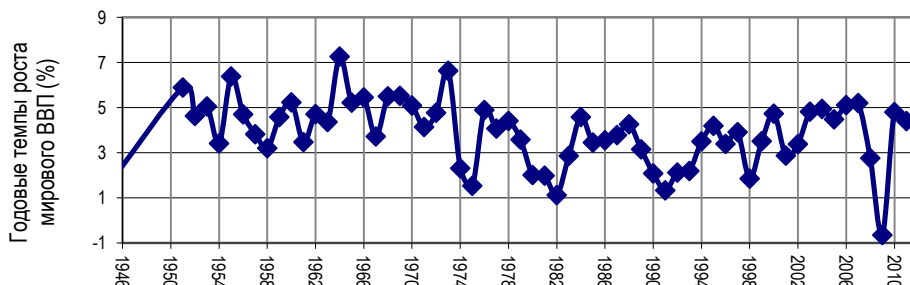
Источник: [World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2010].

Рисунок 2.8

Динамика относительных среднегодовых темпов роста мирового ВВП, 1700–2009 гг. (%)

Как мы видим, на этом графике наряду с двумя трендовыми (восходящая и нисходящая) компонентами очень хорошо прослеживается и циклическая (волновая) составляющая. Природа этой составляющей отнюдь не является загадкой – речь здесь идет о вполне известном феномене конд-

ратьевских волн в мировой экономической динамике⁶. Вместе с тем объяснение замедления мировых темпов экономического роста после 1973 г. только исходя из кондратьевской волновой динамики не представляется достаточно убедительным. Действительно, как можно видеть на рис. 2.8 и 2.9, в 1984–2007 гг. даже на пике очередной повышательной фазы кондратьевского цикла темпы экономического роста Мир-системы не превысили темпы этого роста на предыдущей повышательной фазе (1947–1973), спад же в начале очередной понижительной фазы оказался глубже, чем в начале предыдущей понижительной фазы⁷, что позволяет достаточно уверенно говорить о том, что в 1970-е гг. произошел перелом тысячелетней тенденции к стремительно ускоряющемуся росту мирового ВВП на тенденцию к замедлению темпов этого роста.



Источник: [World Bank 2011: NY.GDP.МКТР.РР.КД⁸; Maddison 2010⁹; Conference Board 2011¹⁰].

Рисунок 2.9
Динамика годовых темпов роста мирового ВВП за 1945–2011 гг. (%)

⁶ Подробнее о кондратьевских циклах/волнах см. ниже в этой главе, а также: [Кондратьев 1922, 1925, 1928, 1989, 2002; Kondratieff 1926, 1935, 1984; Акаев 2010а; Акаев, Садовничий 2010; Абрамов 2001; Бабинцев, Блинов 1991; Бобровников 2004; Глазьев 1993; Гринин, Коротаев 2009а; Ерохина 2001; Казанцев, Тесля 1991; Коротаев, Цирель 2009; Маевский 1994, 1997; Маевский, Каждан 1996; Меньшиков, Клименко 1989; Моуги 1992; Пантин 1996; Пантин, Лапкин 2006; Румянцева 2003; Умов, Лапкин 1992; Яковец 2001; Åkerman 1932; Ayres 2006; Barnett 1998; Barr 1979; Berend 2002; Bernstein 1940; Berry 1991; Bieshaar, Kleinknecht 1984; Chase-Dunn, Grimes 1995; Chase-Dunn, Podobnik 1995; Cleary, Hobbs 1983; Dator 2006; Dickson 1983; Diebolt, Doliger 2006; Eklund 1980; Forrester 1978, 1981, 1985; Freeman 1987; Freeman C., Louçã F. 2001; Garvy 1943; Glismann, Rodemer, Wolter 1983; Goldstein 1988; Gruebler, Nakicenovic 1991; Haustein, Neuwirth 1982; Hirooka 2006; Jourdon 2008; Kleinknecht 1981; Kleinknecht, Van der Panne 2006; Korotayev, Tsirel 2010; Kuczynski 1978, 1982; Linstone 2006; Mager 1987; Mandel 1975, 1980; Mensch 1979; Metz 1992, 1998, 2006; Modelski 2001, 2006; Modelski, Thompson 1996; Papenhausen 2008; Reuveny, Thompson 2001, 2004, 2008, 2009; Rostow 1975, 1978; Schumpeter 1939; Senge 1982; Silberling 1943; Solomou 1990; Tausch 2006a, 2006b; Thompson 1988, 2007; Tylecote 1992; Van Duijn 1979, 1981, 1983; Van Ewijk 1982; Van der Zwan 1980; Wallerstein 1984; Коротаев, Халтурина, Божевольнов 2010: 188–227]. Отметим, что, как было показано ранее [см., например: Коротаев, Халтурина, Божевольнов 2010: 188–227], отсутствие кондратьевских волн в мировой экономической динамике до 1870 г. отнюдь не случайно и объясняется не просто недостаточным числом точек данных (кондратьевские волны в динамике мирового ВВП до 1870 г. не прослеживаются и при увеличении числа точек данных), а целым рядом серьезных объективных обстоятельств.

⁷ Подробнее об этом см. [Коротаев, Халтурина, Божевольнов 2010: 188–227].

⁸ Оценка темпов роста мирового ВВП в 2004–2009 гг.

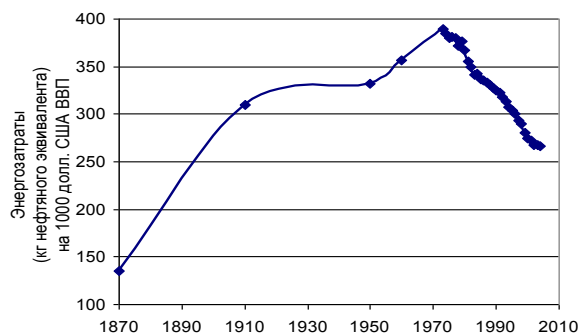
⁹ Оценка темпов роста мирового ВВП в 1940–2003 гг.

¹⁰ Оценка темпов роста мирового ВВП в 2010 г. и прогноз на 2011 г.

Представляется, что начавшееся в начале 1970-х гг. замедление темпов экономического роста Мир-системы¹¹ представляет собой вполне здоровое явление, непосредственно связанное с общим процессом выхода Мир-системы из режима с обострением.

Примечательно, что в 1970-е гг. была переломлена и еще одна тысячелетняя тенденция – к снижению эффективности использования энергии. Тенденция эта особенно наглядно видна в сфере производства продуктов питания. Действительно, рост производства человеческими обществами полезной биомассы с единицы хозяйственно эксплуатируемой территории вплоть до самого последнего времени сопровождался снижением эффективности энергозатрат. Так, собиратель, расходуя 1 джоуль энергии, получал несколько сот джоулей в собранных им продуктах питания; в экстенсивном земледелии этот показатель падает ниже 100 на один джоуль энергозатрат, а затем опускается до 10 на один джоуль энергозатрат в интенсивном доиндустриальном земледелии¹². В интенсивном индустриальном земледелии цифра эта уже стремится к 1 джоулю (на джоуль энергозатрат)¹³, а в наиболее интенсивном (парниковом) индустриальном земледелии она иногда падала до 0,001 [Люри 1994: 14–30; 2004] (вплоть до того, как с начала 1970-х гг. начала набирать сила противоположная тенденция – к росту эффективности энергозатрат [World Bank 2010]).

Наши расчеты дают сходные результаты и применительно к удельной энергозатратности производства мирового ВВП (см. [рис. 2.10](#)).



ПРИМЕЧАНИЕ: в качестве единицы измерения мирового ВВП вслед за Мэддисоном использовался международный доллар 1990 г. в паритетах покупательной способности. [Darmstadter 1971; Etemad et al. 1991; Netherlands Environmental Assessment Agency. 2000; World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2009].

Рисунок 2.10

Динамика удельных энергозатрат на производство единицы мирового ВВП, 1870–2004 гг.

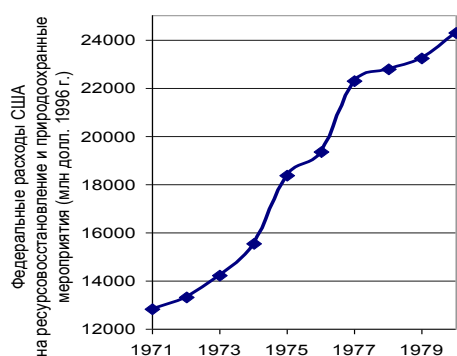
¹¹ О замедлении после начала 1970-х гг. темпов мирового экономического роста вообще и темпов экономического роста Мир-системного центра в особенности см. также, например: [Denison 1985; Maddison 2007; Чернов 2006; Абель, Бернанке 2008: 282–289; Мельянцев 2009: 17–50].

¹² Включая, естественно, энергию домашних животных и т.п.

¹³ Включая энергию, расходуемую разного рода сельскохозяйственными машинами, а также энергию, затрачиваемую на производство разного рода минеральных удобрений, гербицидов, пестицидов и т.п. В парниковом хозяйстве сюда добавляется энергия, расходуемая на поддержание в парнике оптимальной температуры и т.д.

Как мы видим, вплоть до начала 1970-х гг. этот показатель достаточно устойчиво рос, а после этого началось его не менее устойчивое снижение.

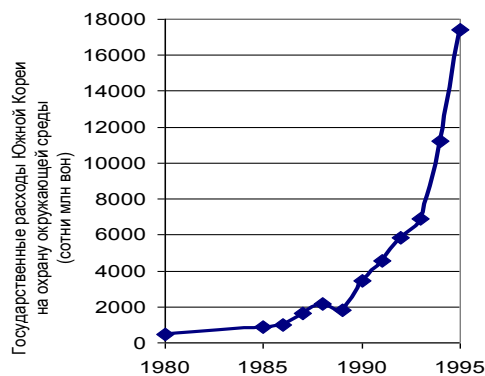
Выявившаяся начиная с 1970-х гг. тенденция к замедлению относительных темпов роста мирового ВВП представляется скорее позитивным, чем негативным явлением также потому, что указанное замедление было во многом связано с наблюдавшимся в эти годы стремительным ростом расходов на ресурсосбережение и природоохранные мероприятия (см. рис. 2.11 и 2.12).



Источник: [Carter et al. 2006: 3–365].

Рисунок 2.11

Динамика федеральных расходов США на ресурсосоставление и природоохранные мероприятия, 1971–1980 гг. (млн долл. 1996 г.)



ПРИМЕЧАНИЕ: как мы видим, в Южной Корее стремительный рост расходов на охрану окружающей среды произошел с заметным запаздыванием относительно других экономически развитых стран, однако и замедление относительных темпов там произошло тоже с очень заметным запаздыванием [Акаев 2010].

Источник: [Chung, Kirkby 2002: 204].

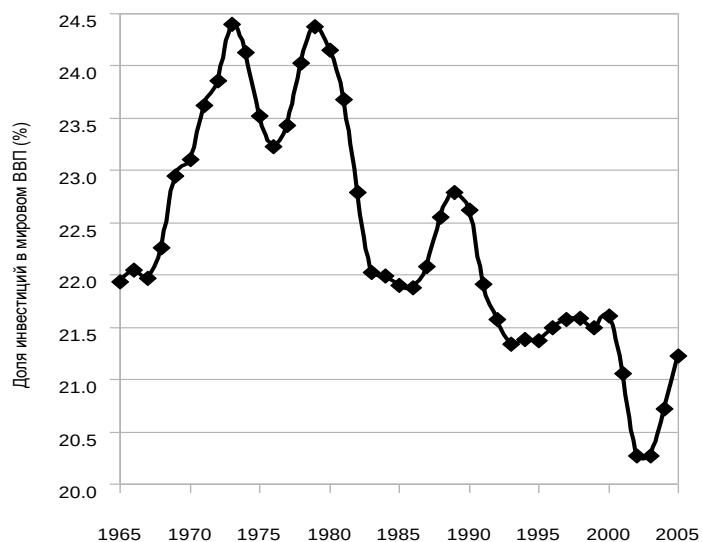
Рисунок 2.12

Динамика государственных расходов Южной Кореи на охрану окружающей среды, 1980–1995 гг. (сотни млн вон)

Рост расходов на ресурсосбережение и природоохранные мероприятия является фактором замедления темпов экономического роста [Denison 1985; Люри 2005]; но такого рода замедление представляется в высшей степени оправданным.

Конечно же, резкий рост расходов на ресурсовосстановление и природоохранные мероприятия наблюдался прежде всего в экономически развитых странах Мир-системного ядра, но, как мы увидим это ниже, замедление темпов экономического роста в период после начала 1970-х гг. затронуло прежде всего именно Мир-системный «Центр», в то время как в большинстве развивающихся стран Мир-системной «Периферии» эти темпы даже ускорились.

С другой стороны, обращают на себя внимание тесно связанные с тенденцией к уменьшению темпов роста мирового ВВП тенденция к сокращению доли инвестиций в мировом ВВП (см. рис. 2.13) и тенденция к уменьшению макроэкономической эффективности инвестиций (измеряемой в том, сколько долларов прироста ВВП приходится на доллар инвестиций) (см. рис. 2.14).

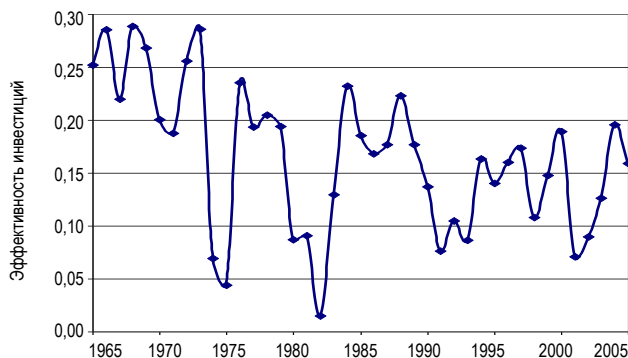


ПРИМЕЧАНИЕ: использовалась переменная «Валовые инвестиции в основной капитал (% ВВП)» [*Gross fixed capital formation (% of GDP)*]. Отметим, что прямой расчет этого показателя по данным той же базы данных. (Экскурс 2 второй книги *Законов истории* [Коротаев, Халтурина, Божевольнов 2010: 188–227] дает менее выраженный понижательный тренд с более выраженной кондратьевской волновой составляющей.)

Источник: [World Bank 2010].

Рисунок 2.13

Динамика валовых инвестиций в основной капитал, 1965–2005 гг. (% мирового ВВП)



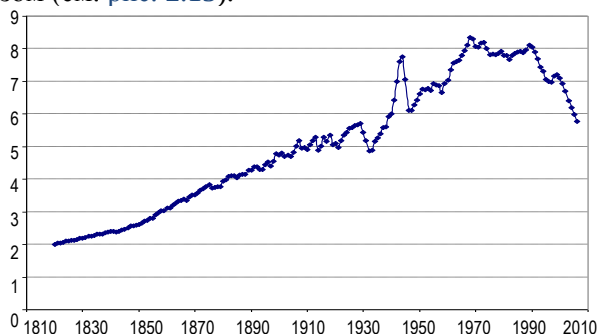
Источник: [World Bank 2010].

Рисунок 2.14
Динамика мировой эффективности инвестиций

Итак, комплексный системный анализ показывает, что начало 1970-х гг. было важной вехой не только в глобальном демографическом, но и в глобальном экономическом переходе (а также и в глобальном социокультурном переходе), вехой, обозначившей начало выхода Мир-системы из режима с обострением, начало замедления (и стабилизации) развития Мир-системы по многим ключевым показателям.

*К системному анализу мировой динамики:
взаимодействие «Центра» и «Периферии» Мир-системы*

В целом, общая картина динамики разрыва между «Центром» и «Периферией»¹⁴ по ВВП на душу населения за последние 200 лет выглядит следующим образом (см. рис. 2.15).

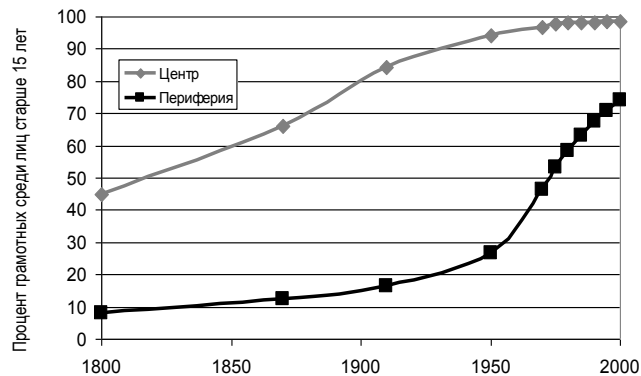


Источник: [World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2010].

Рисунок 2.15
Динамика отличия между «Центром» и «Периферией» по ВВП на душу населения (разы)

¹⁴ В качестве Мир-системного «Центра» в данной работе рассматривались государства ОЭСР с высоким уровнем дохода на душу населения (такие, как страны Западной Европы, США, Япония и т.д.), в качестве «Периферии» – все остальные страны, за исключением стран, ранее входивших в СССР и бывших коммунистических стран Европы.

Как мы видим, в начале XIX в. различие в уровне экономического развития между «Центром» и «Периферией» Мир-системы было довольно незначительным. Существовал, однако, один показатель, который на начало XIX в. резко отличал страны Мир-системного ядра от «периферийных» стран. Речь идет об уровне грамотности населения (см. [рис. 2.16](#)).



Источник: [Мельянцев 1996; Morrison, Murtin 2006: Table 4].

Рисунок 2.16

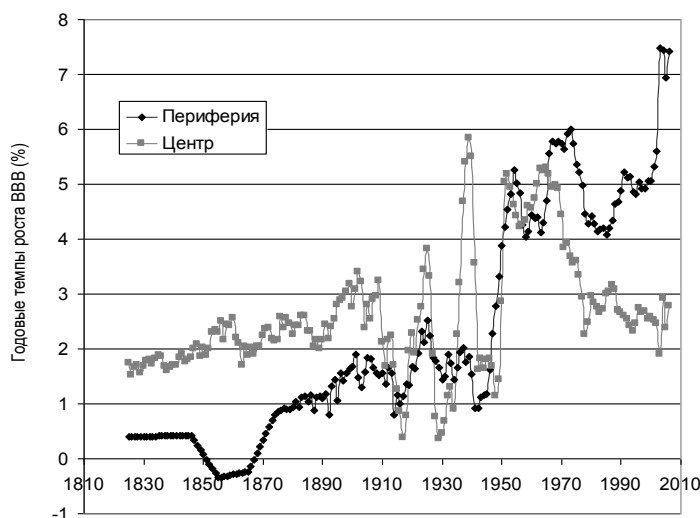
Динамика грамотности населения «Центра» и «Периферии» Мир-системы

Наиболее быстрый экономический рывок в эпоху модернизации сделали те страны, где уже была достаточно высокая грамотность населения. Этот факт отнюдь не случаен и отражает то обстоятельство, что решающим фактором экономического развития в эпоху модернизации стало развитие именно человеческого капитала [см., например: Мельянцев 1996; Добрынин, Дятлов, Курганский 1999; Denison 1962; Lucas 1988; Scholing, Timmermann 1988; Schultz 1963 и т.д.]. Исследование, опубликованное в первой книге *Законов истории* [Коротаев, Малков, Халтурина 2007: 95–100], показало существование сильной и безусловно значимой линейной корреляции между уровнем грамотности в 1800 г. и показателем ВВП на душу населения в наши дни [подробнее см. Коротаев, Халтурина 2009]. При этом полученное значение коэффициента R^2 указывает на то, что данная корреляция объясняет 86% всей дисперсии данных. Таким образом, гипотеза о том, что распространение грамотности является одним из сильнейших факторов экономического роста, получила дополнительное подтверждение. Грамотное население, с одной стороны, имеет гораздо больше возможностей для восприятия и использования достижений модернизации, а с другой стороны, оно более активно производит инновации, способствующие дальнейшему модернизационному развитию и экономическому росту.

Исследования выдающихся советских психологов А.Р.Лурии, Л.С.Выготского и Ф.Н.Шемакина на основе результатов экспедиций в Средней Азии в 1930-е гг. показали, что образование оказывает фундаментальное

воздействие на формирование познавательных процессов (восприятия, памяти, мышления). В ходе исследования выяснилось, что неграмотные респонденты, в отличие от грамотных, предпочитали конкретные цветовые обозначения абстрактным, а ситуативную группировку предметов – категориальной, на которой базируется абстрактное мышление. Кроме того, неграмотные респонденты не решали силлогистические задачи типа «Драгоценные металлы не ржавеют. Золото – драгоценный металл. Ржавеет золото или нет?». Эти силлогизмы казались респондентам бессмысленными, поскольку были вне сферы их практического опыта. Грамотные респонденты, получившие хотя бы минимальное формальное образование, легко решали предложенные силлогизмы [Лурия 1974, 1982: 47–69]. Аналогичные результаты были получены и в других обществах с высокой долей неграмотного населения [Ember 1977; Rogoff 1981]. Таким образом, грамотный рабочий, предприниматель, изобретатель и т.д. оказывается эффективнее неграмотного не только благодаря способности прочесть инструкции, документацию или учебные пособия, но и благодаря более развитым навыкам абстрактного мышления [подробнее о грамотности как факторе экономического роста см. Коротаев, Халтурина 2009].

Темпы роста ВВП в «Центре» были значительно выше, чем на «Периферии» Мир-системы на протяжении всего XIX и начала XX века, что и вело к достаточно быстрому росту разрыва между ними (см. рис. 2.17).



ПРИМЕЧАНИЕ: девятилетние сглаженные средние с последовательным уменьшением окна сглаживания по краям.

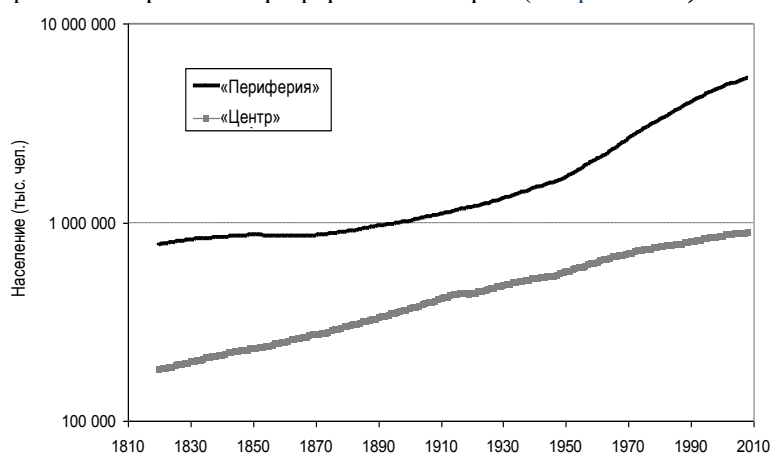
Источник: [World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2009].

Рисунок 2.17

Динамика относительных годовых темпов роста ВВП в «Центре» и на «Периферии» Мир-системы, 1820–2007 гг. (сглаженные девятилетние средние)

В 1914–1950 гг. экономический рост как «Центра», так и «Периферии» испытывает мощную турбулентность; при этом в «Центре» они были выражены даже сильнее, чем на «Периферии» – здесь в это время наблюдались и более высокие экономические взлеты, и более глубокие падения. В послевоенный период темпы роста ВВП в «Центре» и на «Периферии» Мир-системы выравниваются, и в 1950-е–начале 1960-х гг. и там, и там наблюдаются довольно близкие (и при этом очень высокие) темпы роста ВВП. С конца 1960-х гг. наблюдается тенденция к снижению темпов роста ВВП в «Центре». Это снижение затем начинается и на «Периферии», но с некоторым запаздыванием; при этом в целом темпы роста ВВП на «Периферии» начинают превышать эти темпы в «Центре». Особенно сильно этот разрыв начинает расти с середины 1980-х гг., когда намечается достаточно устойчивая тенденция к ускорению темпов роста ВВП на «Периферии» на фоне продолжающейся тенденции к их снижению в «Центре».

Вместе с тем здесь надо учитывать то обстоятельство, что «Периферия» значительно отстает от «Центра» по темпам демографического перехода. В «Центре» этот переход начался раньше: раньше наступила первая фаза перехода, раньше началось снижение смертности. Поэтому в XIX веке темпы роста численности населения в «Центре» значительно превышали темпы демографического роста «периферийных» стран (см. [рис. 2.18](#)).



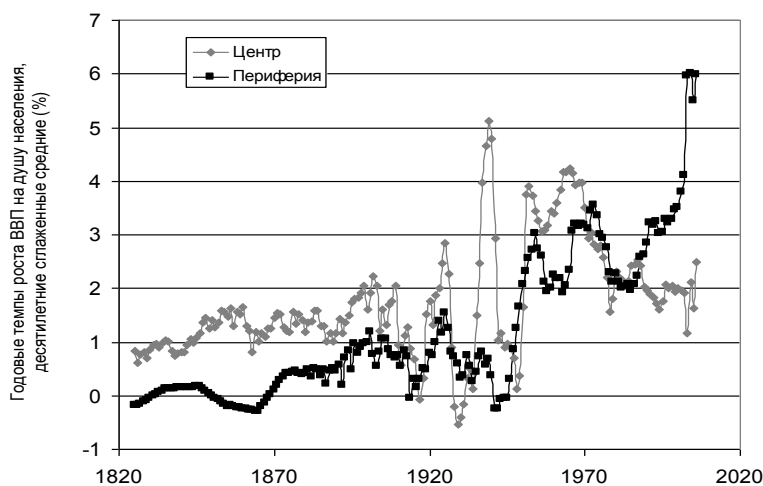
Источник: [World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2009].

Рисунок 2.18

Динамика численности населения «Центра» и «Периферии» Мир-системы, 1820–2008 гг. (тыс. чел.)

Однако после Второй мировой войны демографический переход в странах Мир-системного ядра завершился, рождаемость в этих странах сильно уменьшилась, а темпы роста населения замедлились до близких к нулю

уровней. Вместе с тем в странах «Периферии» в послевоенный период демографический переход был в самом разгаре: смертность в большинстве «периферийных» стран сильно сократилась, а рождаемость оставалась все еще на очень высоком уровне. В связи с этим темпы роста населения в 1950–1960-е гг. достигли в большинстве стран «Периферии» своих максимальных значений. В эти годы одинаково высокие темпы роста ВВП в «Центре» и на «Периферии» сопровождалось тем, что население «Периферии» росло значительно быстрее, чем население «Центра». В результате темпы роста ВВП на душу населения в «Центре» по-прежнему продолжали превосходить темпы роста ВВП на душу населения на «Периферии» (см. [рис. 2.19](#)), соответственно и разрыв между «Центром» и «Периферией» в 1950–1960-е гг. продолжал увеличиваться.



ПРИМЕЧАНИЕ: девятилетние сглаженные средние с последовательным уменьшением окна сглаживания по краям.

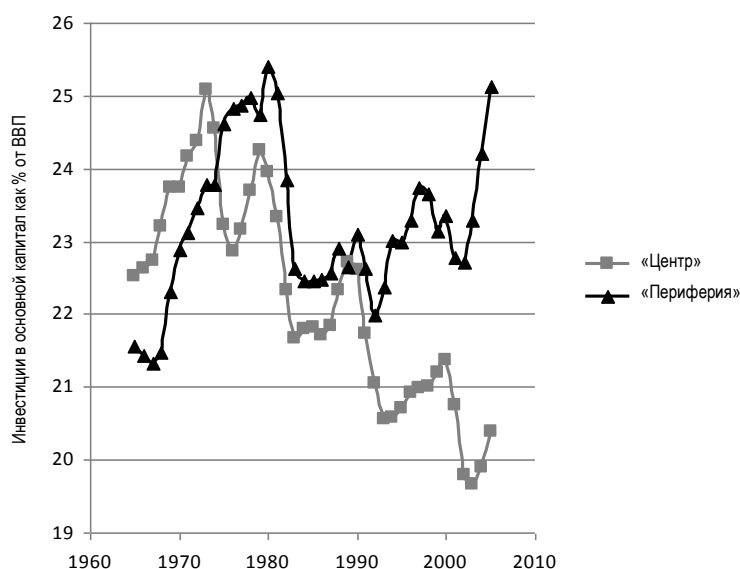
Источник: [World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2009].

Рисунок 2.19

Динамика относительных годовых темпов роста ВВП на душу населения в «Центре» и на «Периферии» Мир-системы, 1820–2007 гг. (сглаженные девятилетние средние, %)

Вместе с тем в эти десятилетия большинству стран «Периферии» удалось добиться резкого роста грамотности, что, с одной стороны, стимулировало экономический рост, а с другой стороны, способствовало сокращению рождаемости и очень значительному замедлению темпов роста населения. В результате в начале 1970-х гг. темпы роста ВВП на душу населения в странах «Периферии» сравнялись с темпами роста этого показателя в странах «Центра», а с конца 1980-х гг. «Периферия» по темпам роста ВВП на душу населения стала все более и более обгонять «Центр». Таким образом, разрыв в уровне жизни между странами «Центра» и «Периферии» стал все более и более сокращаться.

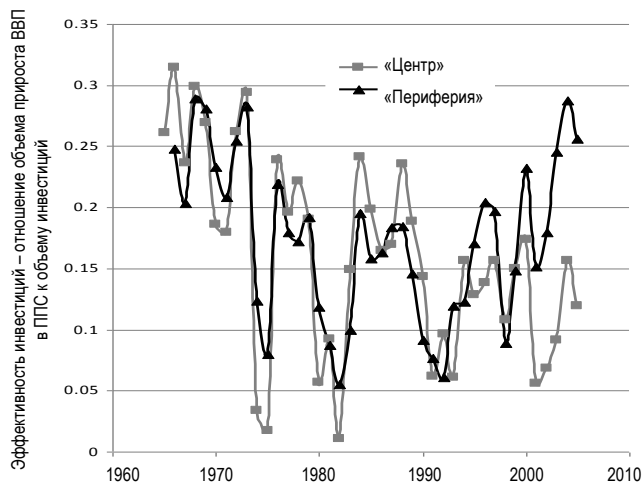
Отметим, что замедление темпов экономического роста в «Центре» и ускорение темпов этого роста на «Периферии» сопровождались (и были в очень высокой степени обусловлены) следующими важными процессами-тенденциями: 1а) уменьшением доли инвестиций в ВВП стран «Центра» (с начала 1970-х гг.); 1б) увеличением доли инвестиций в ВВП «Периферии» (с начала 1990-х гг.)¹⁵; 2а) уменьшением макроэкономической эффективности инвестиций (измеряемой в том, сколько долларов прироста ВВП приходится на доллар инвестиций) экономик «Центра» (с конца 1960-х гг.); 2б) увеличением макроэкономической эффективности инвестиций на Мир-системной «Периферии» (с начала 1990-х гг.) (см. [рис. 2.20–2.22](#)).



Источник: [World Bank 2010].

Рисунок 2.20
Динамика доли инвестиций в ВВП «Центра» и «Периферии» Мир-системы, 1965–2005 гг.

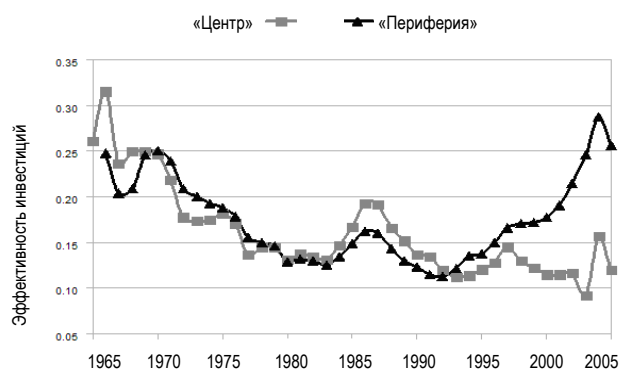
¹⁵ О факторах высокого уровня инвестиционной активности в экономически среднеразвитых странах (к которым в настоящее время относится большинство стран Мир-системной «Периферии», где в настоящее время проживает подавляющее большинство «периферийного» населения и где сейчас производится подавляющая часть «периферийного» ВВП) подробнее см. [Коротаев и др. 2009].



Источник: [World Bank 2010].

Рисунок 2.21

Динамика эффективности инвестиций в «Центре» и на «Периферии» Мир-системы, 1965–2005 гг.



ПРИМЕЧАНИЕ: семилетние сглаженные средние с последовательным уменьшением окна сглаживания по краям.

Источник: [World Bank 2010].

Рисунок 2.22

Динамика эффективности инвестиций в «Центре» и на «Периферии» Мир-системы, 1965–2005 гг. (семилетние сглаженные средние)

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что перелом двухвековой тенденции роста различия в уровне жизни между «Центром» и «Периферией» на тенденцию к сокращению этого разрыва с удивительной точностью (практически до года) совпал с переломом целого ряда других многовековых (и даже иногда многотысячелетних) тенденций на прямо противо-

положные. Здесь необходимо отметить переход от многотысячелетних тенденций увеличения относительных темпов роста населения и ВВП (а также ВВП на душу населения) к прямо противоположным тенденциям уменьшения этих темпов. Также отметим переход от многотысячелетней тенденции уменьшения эффективности использования энергии к прямо противоположной. Имеются определенные основания предполагать, что совпадение это отнюдь не случайно и отражает тот факт, что мы имеем здесь дело с разными сторонами единого процесса развития Мир-системы, с разными сторонами единого процесса выхода Мир-системы из режима с обострением и начала движения к траектории устойчивого развития.

Действительно, у всех новых, оформившихся в 1970–1980-е гг. тенденций (тенденций к замедлению относительных темпов роста мирового населения и ВВП, к сокращению удельной энергозатратности ВВП, к уменьшению экономического разрыва между «Центром» и «Периферией») есть и некоторый «общий знаменатель» – все они в той или иной степени ведут к стабилизации развития Мир-системы, к некоторому снятию многих накопившихся в ней структурных напряжений.

Начиная с 1990-х гг. тенденция к сокращению разрыва захватила не только развивающиеся страны в целом, но и слаборазвитые страны в частности. До этого на протяжении продолжительного времени высокоразвитые страны развивались более высокими темпами, чем слаборазвитые (см. [рис. 2.23](#)).

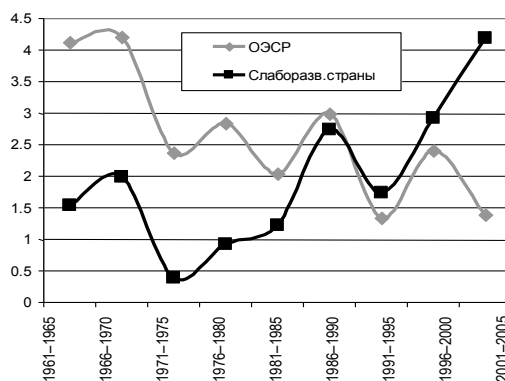


Рисунок 2.23

Сравнительная динамика среднегодовых темпов роста ВВП на душу населения в 1961–2005 гг. в экономически развитых странах, входящих в ОЭСР¹⁶, и в экономически слаборазвитых странах (% в год)

¹⁶ Австралия, Греция, Норвегия, Австрия, Исландия, Португалия, Бельгия, Ирландия, Испания, Канада, Италия, Швеция, Чешская Республика, Япония, Швейцария, Дания, Корея, Великобритания, Финляндия, Люксембург, Соединенные Штаты, Франция, Нидерланды, Германия, Новая Зеландия.

Особенно примечателен был рост темпов экономического развития в странах Африки южнее Сахары, которые в последние годы до финансово-экономического кризиса резко обошли развитые страны по показателю темпов роста ВВП (рис. 2.10).

Согласно краткосрочному прогнозу Международного валютного фонда (МВФ), Африка южнее Сахары может оказаться относительно устойчивой перед лицом кризиса в случае высоких цен на сырье [IMF 2008]. Так, среднегодовые цены на кофе в 2008 г. были выше, чем когда-либо за последние 10 лет [ICO 2009]. Однако резкое и неожиданное падение цен на нефть с августа по декабрь 2008 гг. говорит об ограничениях такого прогноза.

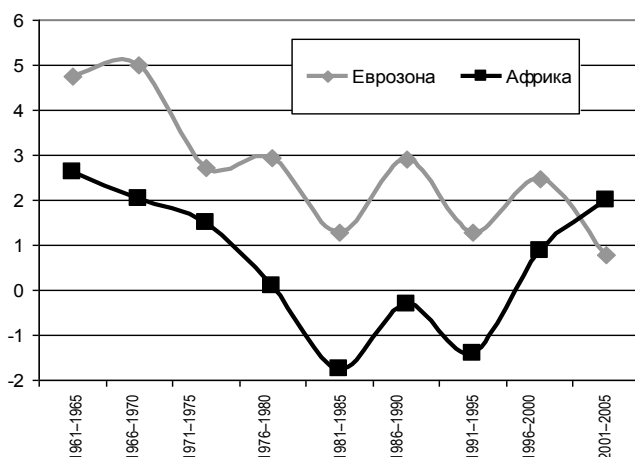


Рисунок 2.24

Сравнительная динамика среднегодовых темпов роста ВВП на душу населения в 1961–2005 гг. в странах еврозоны и в странах Африки южнее Сахары (% в год)

На нижеследующем рис. 2.25 видно, что с началом нового тысячелетия страны бывшего СССР и Восточной Европы вышли на более высокие показатели темпов роста ВВП.

Показательным примером, характеризующим эту тенденцию, является соотношение темпов роста ВВП на душу населения в Индии и во Франции. С начала 1980-х гг. значения этого показателя в Индии значительно превышают таковые во Франции (рис. 2.26).

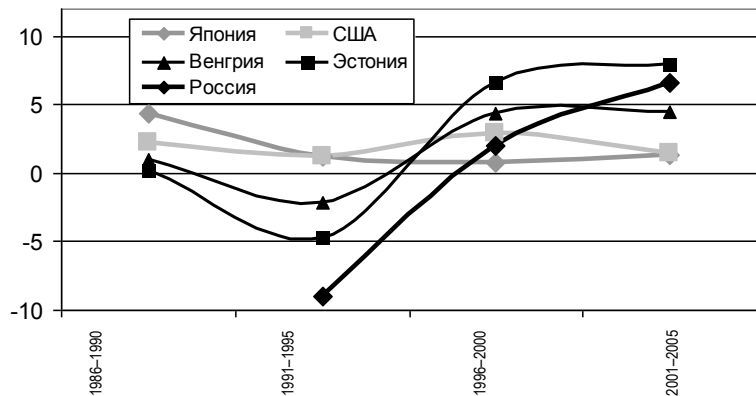


Рисунок 2.25

Сравнительная динамика среднегодовых темпов роста ВВП на душу населения в 1986–2005 гг. в Японии, США, Венгрии, Эстонии и России (% в год)

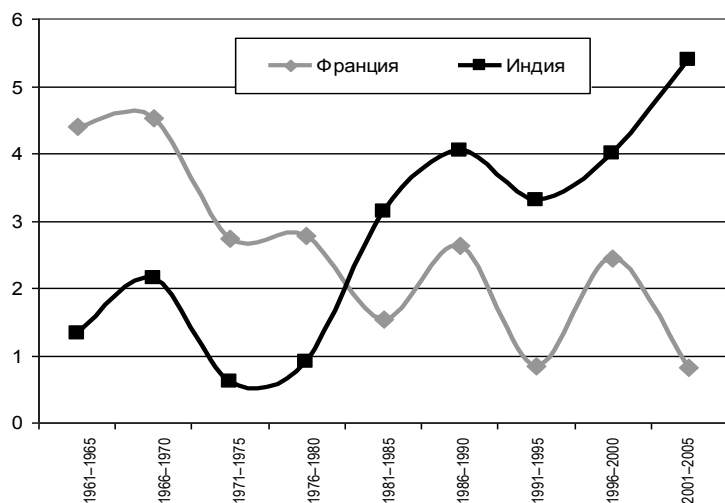


Рисунок 2.26

Сравнительная динамика среднегодовых темпов роста ВВП на душу населения в 1961–2005 гг. во Франции и Индии (% в год)

Проведенный анализ показывает, что наметившаяся в последнее время тенденция к выравниванию уровней развития слабо и высоко экономически развитых стран является в высшей степени закономерной. Одним из важных факторов здесь является то обстоятельство, что капитал при прочих равных (включая отсутствие слишком большого разрыва в уровне гра-

мощности¹⁷) и при достаточно экономически прозрачных границах имеет тенденцию перетекать из стран с более высоким уровнем ВВП на душу населения (а значит, и практически всегда с более высокой зарплатой) в страны с более низким уровнем ВВП (а значит, и с более низкой зарплатой), в результате чего темпы экономического роста снижаются в первых и повышаются во вторых [см., например: Jones 1997]. Многие экономисты также обращают внимание на то обстоятельство, что при относительно низкой капиталовооруженности (характерной для экономически средне- и слабо-развитых стран) те же самые капиталовложения в тенденции дают более высокую отдачу, чем при высокой капиталовооруженности (характерной для экономически высокоразвитых стран):

«При прочих равных условиях страны с низким уровнем развития имеют предпосылки для более быстрого экономического роста. Такой результат влияния начальных условий на темпы последующего развития иногда называют эффектом “быстрого старта”. В бедных странах рабочие зачастую не имеют даже самых простых инструментов, поэтому производительность труда находится на очень низком уровне. А в результате ее заметный рост может быть достигнут при самых незначительных инвестициях. В развитых же странах техническая оснащенность производства очень высока. Вследствие этого даже значительный прирост капитала, приходящегося на одного рабочего, приводит к весьма небольшому росту производительности. Анализ показателей экономического развития разных стран подтверждает наличие эффекта “быстрого старта”: при равенстве прочих показателей, в частности доли ВВП, направляемой на инвестиции, бедные страны достигают более высоких темпов экономического роста, чем богатые»¹⁸ [Мэнкью 2009: 186–187].

¹⁷ В результате наиболее высокие темпы экономического роста в тенденции наблюдаются не среди наименее (или наиболее) развитых, а среди экономически среднеразвитых стран [подробнее см. Коротаев, Халтурина 2009: 67–96; Халтурина, Коротаев 2010: 49–97].

¹⁸ Наши собственные исследования [Коротаев, Халтурина 2009: 67–96; Халтурина, Коротаев 2010: 49–97] темпов экономического роста различных стран в последние годы в целом подтверждают данный вывод, но с той разницей, что мы указываем, что наиболее высокие темпы экономического роста типичны все-таки не для наименее развитых, а для среднеразвитых экономик (о возможных причинах существования данной закономерности см. выше). Впрочем, по сути, это не противоречит вышеприведенному высказыванию Н.Г.Мэнкью, так как более высокие темпы экономического роста в среднеразвитых странах в очень высокой степени связаны с характерным для среднеразвитых экономик повышенным удельным весом инвестиций в основной капитал в ВВП, который в целом заметно превышает значения данного показателя как в слабо, так и в высоко развитых странах.

Э.Абель и Б.Бернанке¹⁹ также обращают внимание на следующее обстоятельство:

«Согласно модели Солоу, если экономики являются открытыми и свободно осуществляются международные заимствования, то безусловную конвергенцию поддерживают некоторые дополнительные экономические силы... Так как более бедные страны имеют меньше капитала на одного работника и поэтому более высокий предельный продукт капитала, чем более богатые страны, субъекты сбережений из всех стран смогут получить большие доходы, инвестируя в бедные страны. Поэтому иностранные инвестиции должны обеспечивать более быстрый рост запасов капитала в бедных странах, даже если уровень отечественных сбережений в этих странах невысок» [Абель, Бернанке 2008: 306].

Особое значение при этом придается диффузии технологий из «Центра» на «Периферию» Мир-системы:

«Сегодня бедные страны имеют значительные преимущества по сравнению с пионерами индустриального развития. Развивающиеся нации могут заимствовать капиталы, знания и технологии у более передовых. Согласно гипотезе, выдвинутой Александром Гершенкроном из Гарварда, *относительная отсталость* может способствовать развитию²⁰... Поскольку страны с низким доходом получают от лидеров самые современные технологии, ...некоторые страны или регионы с низким доходом проявляют тенденцию к более быстрому росту, чем страны с высоким доходом» [Самуэльсон, Нордхаус 2009: 312–313; Samuelson, Nordhaus 2005: 584].

Нетрудно видеть, что оба данных фактора ускоренных темпов роста «периферийных» (и в особенности «полупериферийных») экономик являются взаимодополнительными, ибо диффузия капитала в тенденции дополняется диффузией технологии (более того, диффузия капитала и является одним из важнейших создателей каналов диффузии технологий).

Поэтому в объяснении нуждается скорее наблюдавшееся еще совсем недавно опережение по темпам экономического развития экономически высокоразвитыми странами средне- и слаборазвитых.

В качестве одного из важнейших факторов здесь (наряду, естественно, с остававшимся долгое время недостаточным уровнем образованности населения многих стран третьего мира) выступала недостаточная прозрачность экономических границ, в высокой степени связанная с разного рода левацки-

¹⁹ Более известный в настоящее время, конечно, не как со авторов одного из наиболее популярных учебников по макроэкономике, а как председатель Федеральной резервной системы США.

²⁰ Подробнее см., например: [Gerschenkron 1962; Блауг 2008: 68].

ми экономическими экспериментами, начиная от попыток (нередко вполне успешных) полного огосударствления экономики (снижавшего прозрачность экономических границ до уровня, близкого к нулевому) и кончая с виду «безобидными» запретами на вывоз прибылей (в реальности вполне эффективно блокировавшими внешние инвестиции). В этом плане наметившаяся в последние годы тенденция к выравниванию уровня экономического развития высокоразвитых стран, с одной стороны, и средне- и слаборазвитых, с другой, является достаточно логичным следствием нарастающей реальной глобализации, невозможной без роста прозрачности экономических границ, а также результатом роста уровня образованности населения развивающихся стран и тесно связанного с этим продвижения к завершению демографического перехода, т.е. результатом того, что к 1990-м гг. большинству стран третьего мира удалось добиться резкого роста грамотности, что, с одной стороны, стимулировало экономический рост, а с другой стороны, способствовало сокращению рождаемости и очень значительному замедлению темпов роста населения. В результате всех этих процессов мы и наблюдаем в последние годы в большинстве стран «Периферии» значительно более высокие темпы роста ВВП на душу населения, чем в большинстве стран «Центра», а значит, и совершенно закономерное достаточно быстрое сокращение разрыва по уровню жизни между «развитыми» и «развивающимися» странами. Особо отметим, что, как показывает [рис. 2.15](#), сокращение это идет заметно более быстрыми темпами, чем шло нарастание данного разрыва вплоть до начала 70-х гг. прошлого века.

Подводя итоги, можно утверждать, что начало 1970-х гг. было важной вехой не только в глобальной демографической, но и в глобальной экономической и трансформации, вехой, обозначившей начало выхода Мир-системы из режима с обострением, начало замедления (и стабилизации) развития Мир-системы по многим ключевым показателям. С этого времени человечество вступило в новую реальность, которая требует осмысления и моделирования.

2.2. Циклические процессы в мировой динамике

Вековые циклы социально-демографической динамики

Одним из важнейших недавних открытий в области изучения долгосрочных динамических социальных процессов было доказательство того факта, что политико-демографические циклы представляют собой общую базовую черту динамики всех сложных аграрных систем.

Существование демографических циклов в доиндустриальной истории Европы и Китая было известно достаточно давно [Кульпин 1990; Мугрузин 1986, 1994; Postan 1950, 1973; Abel 1974, 1980; Chao 1986; Cameron 1989; Goldstone 1991], а уже в 80-е гг. XX в. начали появляться и математические модели этих циклов [Usher 1989]. К настоящему времени в нашем распоряжении имеется достаточно большое количество таких моделей [Chu, Lee 1994; Малков 2002, 2003, 2004, 2009; Малков, Ковалев, Малков 2000; Малков и др. 2002; Komlos, Nefedov 2002; Малков, Малков 2000; Малков, Сергеев 2002, 2004а, 2004б; Turchin 2003, 2005а, 2005б; Nefedov 2004; Малков, Селунская, Сергеев 2005; Turchin, Korotayev 2006; Turchin, Nefedov 2009; Нефедов, Турчин 2007; Коротаев 2006а и т.д.]²¹.

В последнее время наиболее серьезный вклад в развитие этих моделей был сделан С.А.Нефедовым и П.В.Турчиным. Важно подчеркнуть, что на основе данных моделей С.А.Нефедову и П.В.Турчину удалось показать, что демографические циклы были базовой характеристикой динамики всех сложных аграрных систем (а не только лишь исключительно китайским или средневековым европейским феноменом).

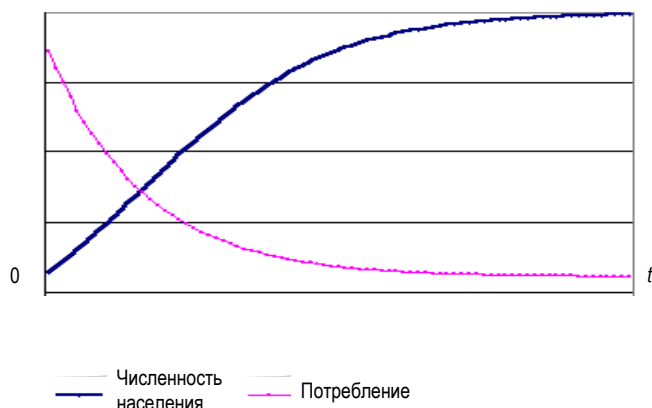
Нефедов строит свою базовую модель на основе классической популяционной модели Р.Перла, описываемой в основе своей хорошо известным логистическим уравнением Ферхюльста [Ризниченко 2002; Коротаев, Малков, Халтурина 2007]:

$$\frac{dN}{dt} = r(1 - \frac{N}{K})N, \quad (2.4)$$

где N – численность популяции, K – несущая способность Земли, а r – темпы роста численности популяции в условиях отсутствия ресурсных ограничений.

²¹ Имеется также достаточно большое число математических моделей, описывающих не структуру доиндустриальных социально-демографических циклов, а процесс «спасения из мальтузианской ловушки» [Artzrouni, Komlos 1985; Steinmann, Komlos 1988; Komlos, Artzrouni 1990; Steinmann, Prskawetz, Feichtinger 1998; Wood 1998; Kögel, Prskawetz 2001; Komlos, Nefedov 2002]. Подробнее об этих моделях см. [Гринин, Коротаев 2009б, 2009в; Гринин, Коротаев, Малков 2008; Гринин и др. 2009].

Динамика, генерируемая этой моделью, представлена на рис. 2.27.



Источник: [Нефедов 2003: рис. 1].

Рисунок 2.27

Динамика численности населения (синяя линия) и душевого потребления (розовая линия) в зависимости от времени

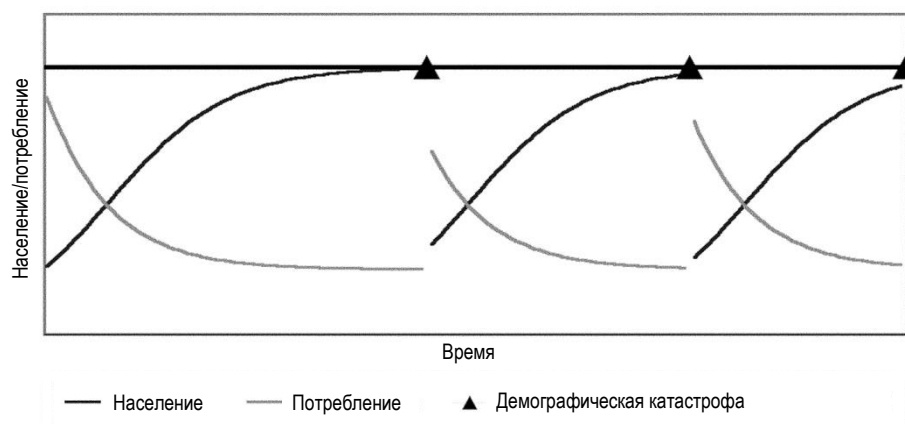
Отметим, что уже эта простая логистическая модель описывает вполне реальный сценарий демографической динамики, неоднократно наблюдавшийся в истории отдельных регионов, когда рост населения происходил в условиях относительно стабильного уровня развития жизнеобеспечивающих технологий.

Неплохо известны и конкретные механизмы, обуславливающие снижение темпов роста населения по мере его приближения к потолку несущей способности земли. Приближение к потолку несущей способности означало снижение производства продовольствия на душу населения. В результате ухудшалось качество питания, рос процент хронически недоедающих, заболеваемость, преступность и т.д. Все это влекло за собой увеличение смертности, которое не могло быть компенсировано увеличением рождаемости хотя бы потому, что в аграрных обществах рождаемость и так, как правило, находилась практически на уровне биологически возможного максимума (для соответствующих показателей средней продолжительности жизни). В результате разрыв между рождаемостью и смертностью начинал все больше и больше сокращаться, а, следовательно, темпы роста численности населения начинали все больше и больше стремиться к нулю [см., например: Нефедов 2003; Nefedov 2004].

На этой основе Нефедов разработал математическую модель доиндустриальных демографических циклов. Базовая логика данной модели излагается автором следующим образом:

«Поведение логистической кривой показывает, что поначалу, в условиях изобилия ресурсов и высокого потребления, численность популяции быстро возрастает. Однако ввиду ограниченности ресурсов этот рост сопровождается

падением душевого потребления (вторая кривая на рис. 1)... Падение потребления приводит к замедлению роста населения, и население стабилизируется вблизи асимптоты, соответствующей максимально возможной численности при минимальном потреблении. Это состояние 'голодного гомеостаза' в действительности оказывается неустойчивым; при отсутствии запасов продовольствия большой неурожай рано или поздно вызывает 'демографическую катастрофу', страшный голод, сопровождаемый эпидемиями. Катастрофа означает резкое уменьшение численности населения; затем начинается период роста в новом демографическом цикле. Таким образом, с точки зрения демографии исторический процесс представляет собой последовательность демографических циклов. Зеркальным отражением демографических циклов являются циклические изменения душевого потребления, то есть циклы реальной заработной платы (рис. 3)» [Нефедов 2003: 5–6].



Источник: [Нефедов 2003: рис. 3].

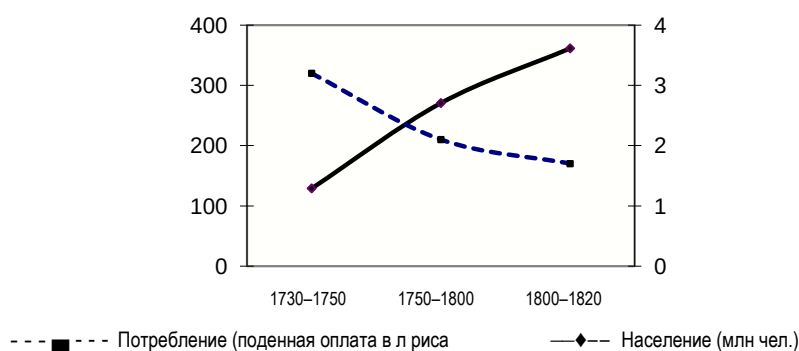
Рисунок 2.28

Демографические циклы

«Каждый демографический цикл начинается с *периода внутренней колонизации* (или *периода восстановления*), для которого характерны наличие свободных земель, рост населения, рост посевных площадей, строительство новых (или восстановление разрушенных ранее) поселений, низкие цены на хлеб, дороговизна рабочей силы, относительно высокий уровень потребления, ограниченное развитие городов и ремесел, незначительное развитие аренды и ростовщичества. После исчерпания ресурсов свободных земель наступает *период сжатия*, для этой фазы характерны отсутствие свободных земель, высокие цены на землю, крестьянское малоземелье, разорение крестьян-собственников, распространение ростовщичества и аренды, рост крупного землевладения, низкий уровень потребления основной массы населения, падение уровня реальной за-

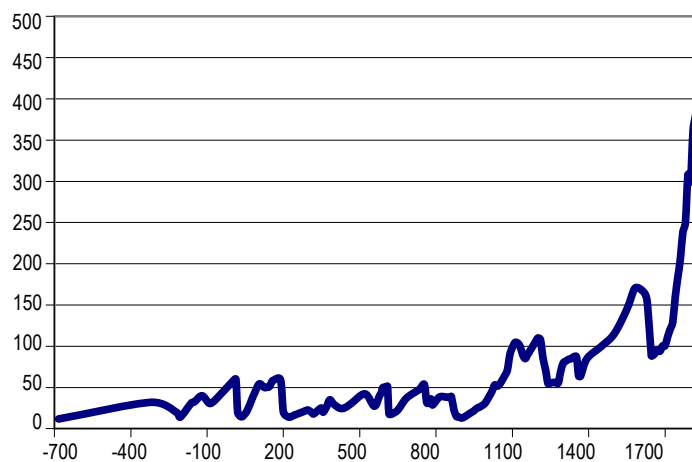
рабочной платы, дешевизна рабочей силы, высокие цены на хлеб, частые сообщения о голоде и стихийных бедствиях, приостановка роста населения, уход разоренных крестьян в города, где они пытаются заработать на жизнь ремеслом или мелкой торговлей, рост городов, развитие ремесел и торговли, большое количество безработных и нищих, голодные бунты и восстания, активизация народных движений под лозунгами передела собственности и социальной справедливости, попытки проведения социальных реформ с целью облегчения положения народа, ирригационные работы, направленные на увеличение продуктивности земель, поощрительная политика в области колонизации и эмиграции, внешние войны с целью приобретения новых земель и понижения демографического давления. В конечном счете, усугубляющаяся диспропорция между численностью населения и наличными продовольственными ресурсами приводит к **экосоциальному кризису**; для этого периода характерны голод, эпидемии, восстания и гражданские войны, внешние войны, гибель больших масс населения, принимающая характер демографической катастрофы, разрушение или запустение многих городов, упадок ремесла и торговли, высокие цены на хлеб, низкие цены на землю, гибель значительного числа крупных собственников и перераспределение собственности, социальные реформы, в некоторых случаях принимающие масштабы революции» [Нефедов 2003: 6–7].

К сожалению, достаточно трудно отыскать прямые исторические данные по долгосрочной динамике численности населения и уровня потребления в доиндустриальную эпоху, однако то, что удастся найти, хорошо подтверждает изложенную выше логику демографических циклов. В качестве примера на [рис. 2.29](#) приведены данные по демографической динамике и уровню потребления в цинском Китае, а на [рис. 2.30](#) приведены обобщенные данные по китайским демографическим циклам.



ПРИМЕЧАНИЕ: составлено по [Нефедов 2003: 5, [рис. 2](#)]. Данные по поденной зарплате из [Chao 1986: 218–219]. Данные по численности населения из [Чжао Вэньлинь, Си Шудзюнь 1988: 541–542].

Рисунок 2.29
Население и потребление в цинском Китае



Источник: [Коротаев, Малков, Халтурина 2007].

Рисунок 2.30

Численность населения Китая в период 700 до н.э.—1850 н.э. (млн чел.)

Пользуясь косвенными количественными данными, а также разработанной им системой качественных индикаторов, Нефедов выявляет более 40 социально-демографических циклов в истории различных древних и средневековых обществ Евразии и Северной Африки [Нефедов 1999а, 1999б, 1999в, 1999г, 1999д, 2000а, 2000б, 2001а, 2001б, 2002а, 2002б, 2003, 2005, 2007, 2008; Nefedov 2004 и т.д.], показав таким образом, что политико-демографические циклы не являются специфическими лишь для китайской или средневековой европейской истории, а должны рассматриваться именно в качестве общей фундаментальной характеристики социальной макродинамики сложных аграрных систем.

Следует подчеркнуть, что новое поколение моделей [Нефедов 2002а, 2002б; Nefedov 2004; Turchin, Nefedov 2009; Малков 2002, 2009; Turchin 2003; Нефедов, Турчин 2007; Турчин 2007; Коротаев 2006а; Коротаев, Комарова, Халтурина 2007; Коротаев, Халтурина, Божевольнов 2010 и т.д.] учитывает влияние классовой структуры и перепроизводства элиты; эти модели предсказывают динамику очень большого числа переменных, таких как цены на продовольствие, уровень урбанизации, уровень имущественной дифференциации и т.д. Данные модели достигли весьма точного соответствия исторически наблюдаемой динамике. В этих работах демографические процессы в аграрных обществах рассматриваются в контексте математического моделирования их социально-экономической и политической устойчивости.

При рассмотрении экономико-демографической динамики в моделируемых социальных системах выделяются ключевые социальные группы, для которых с помощью соответствующих уравнений описываются внутри- и межгрупповые процессы.

К внутригрупповым процессам относятся: изменение численности группы в результате естественной рождаемости и смертности, зависящих от условий жизни; увеличение накоплений путем непосредственного производства материальных благ; материальные затраты на обеспечение процесса производства материальных благ (инвестиции, вложения и т.п.); уменьшение накоплений материальных благ в ходе их потребления.

К межгрупповым процессам относятся: переход из одной социальной группы в другую (социальная мобильность); уменьшение численности группы вследствие антагонистического взаимодействия с другими группами (смертность в ходе вооруженных конфликтов, миграция); перераспределение материальных благ между двумя группами (насильственное, либо обусловленное традициями, обычаями, политической культурой изъятие благ у одной группы в пользу другой), материальные издержки в ходе межгруппового взаимодействия (управление и поддержание порядка, военные затраты в конфликтах) и т.п.

Согласно этим моделям, демографические циклы в социальных системах такого типа являются проявлением социальных кризисов и имеют ярко выраженный характер в тех случаях, когда государство играет большую роль в хозяйственной жизни страны и/или вынуждено расходовать значительные средства на управление (на поддержание внутренней стабильности и защиту от внешних врагов). Важной чертой данных моделей является учет стохастического эффекта годовых колебаний урожайности.

Анализ показывает, что вековые циклы социально-демографической динамики с сопутствующими им регулярными катастрофическими политико-демографическими коллапсами и депопуляциями были результатом пребывания социально-политических систем в так называемой «мальтузианской ловушке»²². Соответственно, выход социальных систем из мальту-

²² Мальтузианскую ловушку (*Malthusian Trap*) можно определить как типичную для доиндустриальных обществ ситуацию, когда рост производства средств к существованию (в результате того, что он сопровождается обгоняющим демографическим ростом) не сопровождается в долгосрочной перспективе ростом производства на душу населения и улучшением условий существования подавляющего большинства населения, остающегося на уровне, близком к уровню голодного выживания. На языке нелинейной динамики ее также можно назвать «аттрактором равновесия нижнего уровня» (low-level equilibrium attractor) [ср.: Nelson 1956]. О мальтузианской ловушке см., например, [Malthus 1798: 1798; Artzrouni, Komlos 1985; Steinmann, Komlos 1988; Komlos, Artzrouni 1990; Steinmann, Prskawetz, Feichtinger 1998; Kögel, Prskawetz 2001; Гринин, Коротаев, Малков 2008; Гринин 2010]. О кризисах, связанных с мальтузианской ловушкой, см. [Коротаев, Халтурина и др. 2010, 2011; Гринин 2007; Гринин, Коротаев, Малков 2008; Коротаев 2006; Коротаев, Комарова, Халтурина 2007; Кульпин 1990; Малков 2002, 2003, 2004, 2009; Малков, Малков 2000; Малков, Селунская, Сергеев

зианской ловушки должен вести в долгосрочной перспективе к исчезновению особо кровавых внутривнутриполитических потрясений.

Однако недавние исследования показали, что сам выход из мальтузианской ловушки парадоксальным образом может систематически (и вполне закономерно) сопровождаться мощными социально-политическими потрясениями, несмотря на то, что он происходит на фоне долгосрочной тенденции к улучшению²³ условий существования большинства населения. Это явление было названо феноменом «ловушки на выходе из ловушки». Подробно это явление описано в [Главе 3](#) и в [Приложении 2](#) к данной монографии.

Циклические процессы в современной мировой динамике

В целом, модернизация Мир-системы привела к исчезновению вековых циклов социально-демографической динамики, однако тот же самый фазовый переход породил целую систему новых циклов: среднесрочные циклы Жюгляра, долгосрочные кондратьевские волны (40–60 лет), краткосрочные циклы Китчина, ритмы Кузнеца (ранее их часто называли строительными циклами), занимающие по продолжительности промежуточное положение между циклами Жюгляра и Кондратьева.

Циклы **Китчина** (с характерным периодом в 40–59 месяцев) прослеживаются прежде всего в колебаниях товарно-материальных запасов (ТМЗ) предприятий.

«Логика этого цикла прекрасно описывается неоклассическими законами рыночного равновесия и объясняется временными лагами, связанными с запаздыванием рыночной информации, необходимой для принятия фирмами своих деловых решений. Известно, в частности, что на оживление экономической конъюнктуры фирмы реагируют увеличением объемов производства, максимальной загрузкой существующих производственных мощностей. В результате рынок в течение определенного времени (от нескольких месяцев до полутора-двух лет) «наводняется» продукцией, постепенно становящейся избыточной. Спрос сокращается, цены падают, произведенные товары скапливаются в виде ТМЗ, что информирует предпринимателей о необходимости сворачивания объемов производства». Однако этот процесс требует определенного времени...» [Румянцева 2003: 23–24].

Действительно, для того, чтобы информация о том, что предложение существенно превысило спрос, дошла до принимающих решения лиц, требуется некоторое время. Затем предпринимателям требуется определенное время для проверки этой информации и для принятия решения о сокраще-

2005; Мугрузин 1986, 1994; Нефедов 1999, 2001, 2002, 2003, 2005, 2007, 2008; Нефедов, Турчин 2007; Турчин 2007; Chu, Lee 1994; Korotayev, Khaltourina 2006; Korotayev, Malkov, Khaltourina 2006; Nefedov 2004; Turchin 2003; Turchin, Korotayev 2006; Turchin, Nefedov 2009; Usher 1989].

²³ Именно к улучшению, а не ухудшению, как это наблюдалось в социальных системах, находившихся в мальтузианской ловушке (см. литературу в предыдущем примечании).

нии объема производства; определенное время требуется и на исполнения этого решения. Это и есть те временные запаздывания, которые генерируют циклы Китчина. Другой релевантный здесь временной лаг это запаздывание между исполнением вышеупомянутого решения и актуальным рассасыванием избыточных товарных запасов на складах. Однако после уменьшения объема этих запасов ниже определенного критического уровня создаются условия для новой фазы роста спроса, цен и объемов производства, которая также наступает с определенным запаздыванием (так как требуется достаточно значительное время для того, чтобы информация о падении предложения ниже спроса дошла до предпринимателей, для того, чтобы они ее перепроверили и приняли соответствующее решение, а также для того, чтобы это решение было приведено в исполнение и объемы производства реально выросли) [Kitchin 1923; Van Duijn 1983: 9; Румянцева 2003: 23–24].

Лучше всего известны среднесрочные экономические **циклы Жюгляра**, обозначаемые также как «деловые циклы» (с характерным периодом 7–11 лет) [Juglar 1862; Гринин, Коротаев 2009а, Гринин, Коротаев, Цирель 2011; Гринин, Малков, Коротаев 2010а, 2010б]. «...Необходимо учесть, что в рамках делового цикла продолжительностью 7–11 лет осуществляются инвестиции в обновление оборудования, а не просто регулируется степень его загрузки. Поэтому если причиной цикла Китчина можно признать в первую очередь асимметрию рыночной информации» [Румянцева 2003: 24], то применительно к циклам Жюгляра «на первое место выходят инвестиционный и инновационный аспекты» [Румянцева 2003: 24]. Это добавляет еще одно временное запаздывание. Действительно, в начале восходящей фазы цикла Жюгляра превышение спроса над предложением так велико, что оно не может быть полностью удовлетворено даже полной загрузкой существующих производственных мощностей, что порождает необходимость создания новых производственных мощностей через наращивание инвестиций. Сокращение спроса воздействует на объемы выпуска с заметным запаздыванием, даже когда их рост достигается лишь за счет увеличения загрузки существующего оборудования. Однако временное запаздывание будет заметно большим, если рост объемов производства был достигнут через наращивание инвестиций в основной капитал – остановить строительство наполовину построенного завода заметно труднее, чем сократить производство на уже существующей фабрике (с другой стороны, увеличить производство за счет увеличения загрузки уже существующих мощностей – в особенности, если, скажем, половина из них на данный момент не используется – можно значительно быстрее, чем за счет строительства нового завода). Соответственно, и период жюглярских циклов заметно продолжительнее, чем период циклов Китчина.

Еще один тип экономических циклов (их период разными исследователями оценивается в интервале от 15 до 25 лет) обозначается по имени лауреата Нобелевской премии С.Кузнецова, который первым открыл и описал их

[Kuznets 1930; Abramovitz 1961]; иногда их называют также **ритмами Кузнецца** [*Kuznets Swings*; см., например: Abramovitz 1961: 226; Solomou 1989; Diebolt, Doliger 2006, 2008]. Сам Кузнец первоначально связал их с демографическими процессами, прежде всего с миграционными волнами и связанными с ними колебаниями в интенсивности строительства, поэтому он их изначально и назвал «демографическими» или «строительными» циклами.

Однако имеются и более общие модели ритмов Кузнецца. Например, Форрестер предложил связать циклы Кузнецца с волнами особо крупных инвестиций в основной капитал, в то время как кондратьевские волны он объяснял через экономические и физические связи между сектором, производящим средства производства, и сектором, их потребляющим [Forrester 1978: 114; Румянцева 2003: 34–35]. Отметим также интерпретацию ритмов Кузнецца как *циклов инфраструктурных инвестиций*.

Кондратьевские волны

В 1920-е гг. выдающийся российский социолог и экономист Н.Д.Кондратьев обратил внимание на то, что в долгосрочной динамике некоторых экономических индикаторов наблюдается определенная циклическая регулярность, в ходе которой на смену фазам роста соответствующих показателей приходят фазы их относительного спада с характерным периодом этих долгосрочных колебаний порядка 50 лет [Кондратьев 1922: Глава 5; 1925, 2002; Kondratieff 1926, 1935]. Эта циклическая закономерность была прослежена им применительно к таким индикаторам, как цены, банковский процент, объемы внешней торговли, производства угля и чугуна (а также применительно к некоторым другим производственным показателям) для нескольких крупнейших экономик Запада (прежде всего Англии, Франции и США); вместе с тем «длинные волны» в производстве чугуна и угля были предположительно идентифицированы Кондратьевым начиная с начала 1870-х гг. также и на мировом уровне²⁴.

²⁴ Необходимо отметить, что применительно к производственным показателям на мировом уровне во время «нисходящих» фаз кондратьевских циклов (фаз В) мы имеем дело скорее с сокращением темпов роста производства, чем с реальным падением производства (которое редко продолжается более 1–2 лет). В то же время в ходе «восходящих» фаз (фаз А) мы имеем дело с относительным ускорением общих темпов роста производства сравнительно с предшествовавшей «нисходящей» фазой [см., например: Modelski 2001, 2006]; отметим, что Дж.Моделски вполне логично предпочитает обозначать «нисходящие фазы» как «фазы взлета, разгона» (take-off phase), а «восходящие» фазы – как «фазы быстрого роста».

Среди важных предшественников Н.Д.Кондратьева необходимо отметить Й. ван Гелдерена [[van Gelderen 1913](#)], М.А.Бунятына (1915) и С. де Вольфа [[de Wolff 1924](#)]. Здесь можно упомянуть и У.Х.Бевеиджа (более известного скорее как «Лорд Бевеидж» – автора так называемого «Доклада Бевеиджа о социальном страховании» 1942 г., заложившего основу развития британского социального государства и прежде всего британской Национальной службы здравоохранения [[the National Health Service](#)]), который обнаружил целый ряд циклов в долгосрочной динамике цен на пшеницу; при этом характерный период одного из этих циклов оказался равным 54 годам [[Beveridge 1921, 1922](#)]. Стоит подчеркнуть, что на момент открытия Кондратьевым «длинных волн» экономической макродинамики ни одна из вышеупомянутых работ ему известна не была [см., например: [Kondratieff 1935: 115, прим. 1](#)].

Сам Кондратьев выявил следующие длинные волны и их фазы (см. табл. 2.1).

Таблица 2.1

Длинные волны и их фазы, идентифицированные Н.Д.Кондратьевым

Порядковый номер длинной волны	Фаза длинной волны	Даты начала	Даты конца
I	А: восходящая	Конец 1780-х–начало 1790-х	1810–1817
	В: нисходящая	1810–1817	1844–1851
II	А: восходящая	1844–1851	1870–1875
	В: нисходящая	1870–1875	1890–1896
III	А: восходящая	1890–1896	1914–1920
	В: нисходящая	1914–1920	

Последующие исследователи кондратьевских циклов также идентифицировали следующие длинные волны и их фазы для периода после Первой мировой войны (см. табл. 2.2):

Таблица 2.2

«Посткондратьевские» длинные волны и их фазы

Порядковый номер длинной волны	Фаза длинной волны	Даты начала	Даты конца
III	А: восходящая	1890–1896	1914–1920
	В: нисходящая	С 1914 по 1928/1929	1939–1950
IV	А: восходящая	1939–1950	1968–1974
	В: нисходящая	1968–1974	1984–1991
V	А: восходящая	1984–1991	2005–2008?
	В: нисходящая	2005–2008?	?

ПРИМЕЧАНИЕ: последняя дата (2008) предложена авторами настоящей работы. Ранее близкие даты предлагались также рядом других исследователей [см. Lynch 2004: 230; Пантин, Лапкин 2006: 315; Акаев 2010а; Акаев, Садовничий 2010].

Источник: [Mandel 1980; Dickson 1983; Van Duijn 1983: 155; Wallerstein 1984; Goldstein 1988: 67; Chase-Dunn, Podobnik 1995: 8; Modelski, Thompson 1996; Berend 2002: 308; Бобровников 2004: 47; Пантин, Лапкин 2006: 283–285, 315; Ayres 2006; Linstone 2006: fig. 1; Tausch 2006b: 101–104; Thompson 1988, 2007: Table 5; Jourdon 2008: 1040–1043].

К текущему времени предложено значительное число объяснений наблюдаемой динамики кондратьевских волн (или «К-волн», как их предлагают обозначать Дж.Моделски и В.Р.Томпсон [[Modelski, Thompson 1996](#); [Modelski 2001](#)]). Так как на ранних стадиях исследований К-волн кондратьевские циклы были с наибольшей надежностью выявлены для ценовых индексов, большинство объяснений, предложенных в этот период, были монетарного плана. Например, кондратьевские циклы связывали с инфляционными шоками, порожденными наиболее масштабными войнами [см., например: [Åkerman 1932](#); [Bernstein 1940](#); [Silberling 1943](#) и т.д.]. Отметим, что в дальнейшем такие трактовки утратили свою популярность, так как классическая К-волновая структура в колебаниях ценовых индексов после Второй мировой войны прослеживаться перестала [см., например: [Бобровников 2004](#): 54].

Сам Кондратьев объяснял динамику длинных волн прежде всего на основе динамики капитальных инвестиций (уделяя в то же время определенное внимание и динамике технологических инноваций):

«...Имеющиеся в капиталистическом обществе различные товары и блага выполняют свои хозяйственные функции весьма различное время по длительности. Равным образом они требуют и весьма различного времени и средств для их создания. Одни из них... требуют сравнительно короткого времени и относительно небольших единовременных затрат... для своего производства. Другие... требуют более длительного времени и более значительных затрат для их производства. Сюда относится большая часть орудий производства. Третьи – основные капитальные блага функционируют десятки лет, требуют весьма значительного времени и огромных затрат на их производство. Сюда относятся такие капитальные блага, как крупнейшие постройки, сооружения значительных железнодорожных линий... и т.д. Сюда по существу нужно отнести и подготовку кадров квалифицированной рабочей силы... Если К.Маркс утверждал, что материальной основой периодически повторяющихся в каждое десятилетие кризисов или средних циклов являются материальное изнашивание, смена и расширение массы орудий производства в виде машин, служащих в среднем в течение 10 лет, то можно полагать, что материальной основой больших циклов является изнашивание, смена и расширение основных капитальных благ, требующих длительного времени и огромных затрат для своего производства... Повышательная волна большого цикла связана с обновлением и расширением основных капитальных благ, с радикальными изменениями и перегруппировкой основных производительных сил общества. Но этот процесс предполагает огромные затраты капитала. И для того чтобы они могли осуществиться, очевидно, необходимо, чтобы этот капитал был. Это в свою очередь возможно лишь при наличии определенных предпосылок. Первая из них состоит в том, что накопление капитала достигло значительных размеров... Однако как бы ни было значительно уже достигнутое накопление, мы никогда не имеем образования таких огромных фондов капитала, расходование которого затем могло бы продолжаться в течение десятилетия и больше. Вот почему возможность крупных и длительных вложений капитала предполагает вторую предпосылку, со-

стоящую в том, чтобы процесс накопления продолжался и притом таким темпом, чтобы его кривая шла выше, чем кривая текущего инвестирования... Если бы накапливающийся капитал находился в распыленном и рассеянном состоянии, то это делало бы невозможным крупные затраты и радикальные реконструкции в хозяйстве. Поэтому третьей предпосылкой таких реконструкций является концентрация капитала в распоряжении мощных предпринимательских центров. Этой концентрации способствуют система кредита и фондовая биржа. Тот и другой институт аккумулирует и концентрирует накапливающийся и накопленный капитал и делает его чрезвычайно подвижным. Наконец, последним условием, являющимся по существу оборотной стороной предыдущих предпосылок, является относительно малая степень связанности капитала, обилие “свободного” капитала, и, следовательно, дешевизна его... Раз концентрирующийся в достаточных массах относительно свободный и дешевый капитал имеется налицо, то рано или поздно наступает момент, когда значительное инвестирование его в крупные сооружения, вызывающие радикальные изменения условий производства, становится достаточно рентабельным. Начинается полоса для каждого данного исторического периода относительно грандиозного нового строительства, когда находят свое широкое применение накопившиеся технические изобретения, когда создаются новые производительные силы... Начинается общая повышательная волна конъюнктуры. Повышательное движение конъюнктуры и рост производительных сил обуславливает обострение борьбы за новые рынки, в частности за рынки сырья. Это вызывает... обострение международно-политических отношений, увеличение поводов к военным столкновениям и самые военные столкновения... В то же время бурный рост новых производительных сил, повышая активность заинтересованных в нем классов и групп внутри, создает предпосылки для обострения борьбы против устаревших и тормозящих развитие социально-экономических отношений, создает предпосылки для внутренних крупных переворотов. Вот почему... период длительного повышения конъюнктуры связан с радикальными изменениями в области производства, с полосой частых войн и революционных потрясений. Но если природа длительно-повышательной волны такова, то ясно, что во внутренних условиях ее развития лежат и основания, почему она не может продолжаться непрерывно и почему по истечении известного периода неизбежно наступает ее перелом и начинается понижательная волна. Действительно, инвестирование капитала в крупные и дорогие сооружения повышает спрос на капитал. Кривая этого спроса по своему уровню чем дальше, тем более начинает приближаться к уровню кривой накопления и затем превышать последний. Это порождает тенденцию к вздорожанию капитала и к повышению процента на него. В дальнейшем эта тенденция еще более усиливается. Причина этого лежит в развитии внешневоенных и внутреннесоциальных потрясений... Тем самым создаются необходимые предпосылки для общего перелома кривой конъюнктуры к понижению. Так как повышательная волна ее возникает на основе высокого напряжения накопления и долгосрочных помещений капитала в фундаментальные и дорогостоящие сооружения, то проходит весьма значительный период прежде, чем эта повышательная инерция преодолевается и начинается

понижительная волна. Но, тем не менее, она начинается с неизбежностью. Прежний темп инвестирования в капитальные сооружения падает. Активность всей хозяйственной жизни сокращается... Депрессивное состояние хозяйственной жизни толкает к исканию путей удешевления производства, к исканию новых технологических изобретений, способствующих этому удешевлению... Именно в течение этого периода, т.е. в течение длительно-понижительной волны конъюнктуры, технические открытия и изобретения особенно многочисленны. Приостанавливается и рост процента на капитал... Создаются предпосылки для его понижения. Это понижение вызывается, во-первых, тем, что отпадают прежние причины превышения спроса на капитал над его предложением, так как сокращаются размеры инвестиций и ослабевают причины, сдерживавшие накопление. Оно вызывается, во-вторых, тем, что появляются причины, которые способствуют усиленной аккумуляции капитала в руках банковских и торгово-промышленных предприятий... Таким образом, по мере развития понижительной тенденции все сильнее и сильнее начинают действовать факторы, усиливающие его накопление и аккумуляцию. Кривая темпа накопления все значительнее превосходит кривую его инвестирования. Капитал дешевеет. Тем самым вновь создаются условия, благоприятные для подъема...» [Кондратьев 2002: 390–394].

Это направление в объяснении кондратьевской волновой динамики получило свое дальнейшее развитие в работах Э.Манделя [Mandel 1975, 1980], Дж.У.Форрестера и его коллег [см., например: Forrester 1978, 1981, 1985; Senge 1982 и т.д.], А. ван дер Цвана [Van der Zwan 1980], Х.Глисмана, Х.Родемера, Ф.Уолтера [Glisman, Rodemer, Wolter 1983] и т.д.

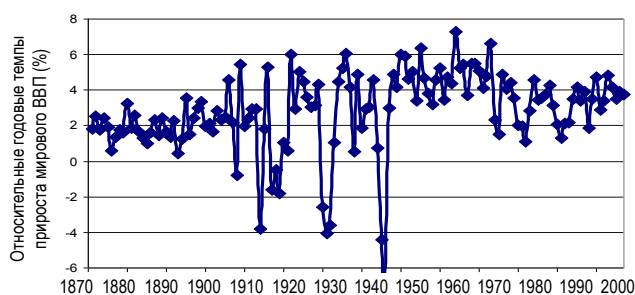
Однако в последние десятилетия наиболее популярным стало объяснение динамики кондратьевских волн, связывающее ее с волнами технологических инноваций (подробнее мы рассмотрим его ниже).

Было предпринято и несколько попыток объединить инвестиционное и инновационное объяснение К-волновой динамики в рамках единого теоретического подхода [см., например: Rostow 1975, 1978; Van Duijn 1979, 1981, 1983; Меньшиков, Клименко 1989; Румянцева 2003 и т.д.].

Отметим, что многие обществоведы рассматривают кондратьевские волны в качестве одной из важнейших компонент современной Мир-системной динамики. Например, В.Р.Томпсон утверждает:

«Длинные волны экономического роста, по всей видимости, обладают исключительно высокой значимостью для Мир-системных социальных процессов... Длинные волны технологических изменений (продолжительностью в 40–60 лет) определяют форму многих важных процессов... В течение последней тысячи лет их влияние становилось все более и более существенным. К-волны стали особенно важными для нашего понимания экономического роста, войн и системного лидерства... Но они важны и для других процессов, таких, как политические изменения в отдельных странах, культурные изменения, а также процессы смены поколений. Этот список, по всей видимости, не исчерпывает значимости кондратьевских волн, но он должен помочь оценить важность длинных волн для глобальных социальных процессов» [Thompson 2007].

Характерно, что волны Кондратьева не идентифицируются на основе эмпирических рядов мирового ВВП. Однако в период после Второй мировой войны кондратьевские волны в динамике темпов роста мирового ВВП видны невооруженным глазом. Кондратьевские волны могут быть в целом прослежены и в мировой экономической динамике 1870–1950 гг., но для этого периода они прослеживаются не столь отчетливо, как для последующего (современного) периода. Турбулентные 1910-е, 1920-е, 1930-е и 1940-е гг. характеризуются колоссальной амплитудой флуктуаций темпов роста мирового ВВП, это осложняет выявление кондратьевской волновой динамики в соответствующие десятилетия (см. [рис. 2.31](#)).

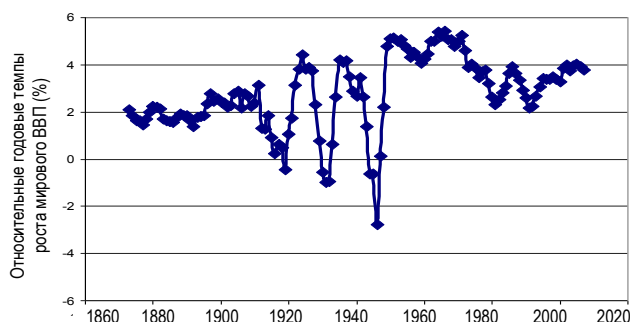


Источник: [World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2009].

Рисунок 2.31

Динамика темпов относительного годового прироста мирового ВВП, 1871–2007 гг.

Собственно говоря, эта динамика лучше видна на графиках для пятилетних движущихся средних, а особенно – для простых среднегодовых значений по пятилетиям (см. [рис. 2.32](#) и [2.33](#)).

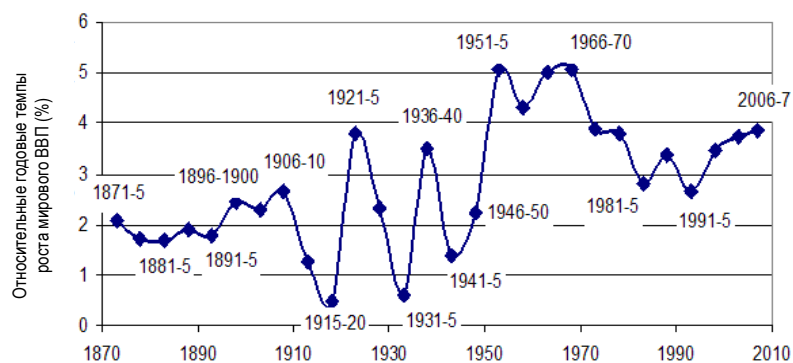


ПРИМЕЧАНИЕ: точка 1873 г. соответствует среднегодовым темпам роста за 1871–1875 гг., точка 1874 г. – среднегодовым темпам роста за 1872–1876 гг., 1875 г. – среднегодовым темпам роста за 1873–1877 гг. ... 2005 г. – среднегодовым темпам роста за 2003–2007 гг.; точки 2006 г. и 2007 г. соответствуют относительным годовым темпам роста мирового ВВП за 2006 г. и 2007 г.

Источник: [World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2009].

Рисунок 2.32

Динамика относительных годовых темпов роста мирового ВВП, 1871–2007 гг.
(движущиеся пятилетние средние, %)

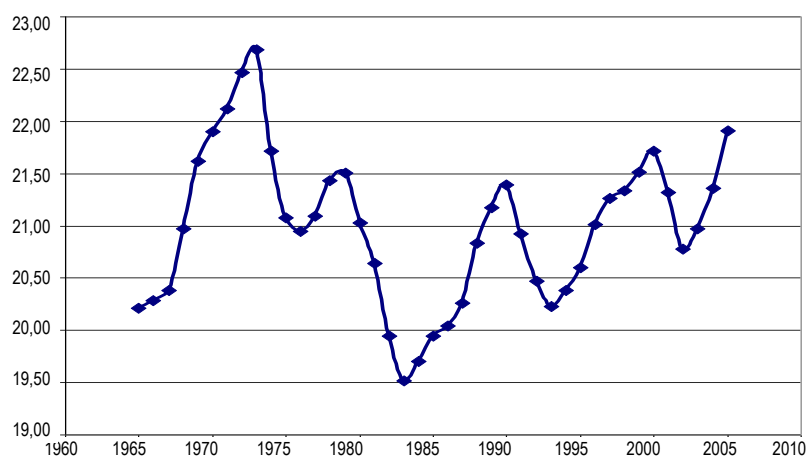


Источник: [World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2009].

Рисунок 2.33

Динамика относительных годовых темпов роста мирового ВВП, 1871–2007 гг.
(средние значения по пятилетиям, %)

Гипотеза о связи динамики инвестиционной активности и волн Кондратьева достаточно хорошо подтверждается эмпирическими данными (см. рис. 2.34).



Источник: [World Bank 2010²⁵].

Рисунок 2.34

Динамика доли инвестиций в мировом ВВП, 1965–2005 гг. (%)

²⁵ Динамика данного показателя была рассчитана по базе данных Всемирного банка ООН через деление показателя суммарных мировых инвестиций (в постоянных международных долларах 2000 г.) на мировой ВВП за соответствующий год (в постоянных международных долларах 2000 г.).

Как мы видим, динамика доли инвестиций в мировом ВВП в общем и целом повторяет динамику кондратьевских циклов:

- 1) эта доля росла на восходящей фазе четвертого (IV) кондратьевского цикла – вплоть до начала 1970-х гг.;
- 2) эта доля достаточно устойчиво падала в годы нисходящей фазы той же кондратьевской волны;
- 3) на восходящей фазе пятого (V), текущего кондратьевского цикла снова наметилась достаточно определенная тенденция к росту доли инвестиций в мировом ВВП.

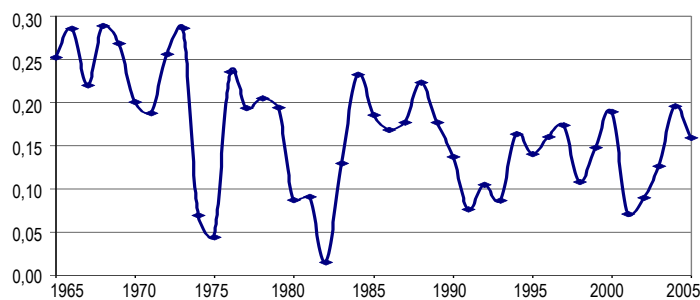
Отметим, что это дает основания ожидать определенного снижения доли инвестиций в мировом ВВП в ближайшие годы нисходящей фазы пятого кондратьевского цикла.

Отметим также, что в мировой динамике инвестиций достаточно определенно прослеживаются не только кондратьевские циклы, но и более короткие циклы Жюглара.

Примечательно, что как кондратьевские циклы, так и циклы Жюглара хорошо прослеживаются и в динамике такого важнейшего показателя, как эффективность инвестиций, измеряемая в нашем случае как прирост мирового ВВП (в постоянных долларах США 2005 г.) на один доллар сделанных в мире инвестиций (см. [рис. 2.35](#)).

Как мы видим, мировая эффективность инвестиций оставалась на очень высоком уровне в годы восходящей фазы четвертого кондратьевского цикла; на нисходящей фазе этого же цикла она резко упала; в годы перехода от четвертой к пятой кондратьевской волне преобладала циклическая динамика, а на восходящей фазе пятой волны наметилась достаточно определенная тенденция к росту мировой эффективности инвестиций. Таким образом, в ближайшие годы нисходящей фазы пятой волны следует ждать некоторого снижения мировой эффективности инвестиций.

Отметим также, что в динамике последнего показателя прослеживаются не только кондратьевские волны и циклы Жюглара, но и, по всей видимости, еще более короткие циклы Китчина.



Источник: [World Bank 2010].

Рисунок 2.35
Динамика мировой эффективности инвестиций

Связь волн Кондратьева и инновационных процессов

Особого внимания заслуживает связь волн Кондратьева и инновационных процессов.

Еще Кондратьев обратил внимание на следующую «эмпирическую правильность»:

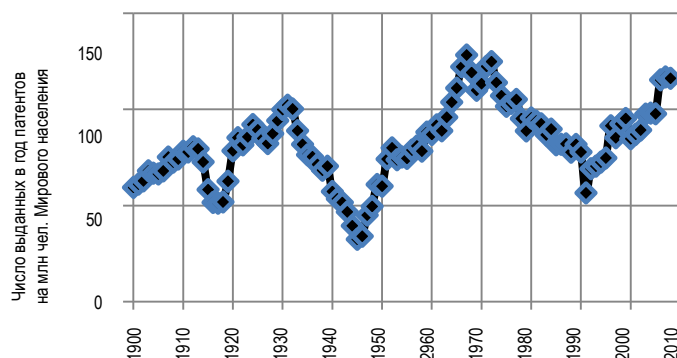
«В течение примерно двух десятилетий перед началом повышательной волны большого цикла наблюдается оживление в сфере технических изобретений. Перед началом и в самом начале повышательной волны наблюдается широкое применение этих изобретений в сфере промышленной практики, связанное с реорганизацией производственных отношений» [Кондратьев 2002: 374].

Вместе с тем Кондратьев отметил:

«Констатируя эту правильность, мы, однако, во-первых, подчеркиваем ее эмпирический характер: как таковая, она лишена точности и, несомненно, допускает исключения. Во-вторых, выдвигая ее, мы абсолютно не склонны думать, что здесь дано какое-либо объяснение причин больших циклов» [Кондратьев 2002: 374].

Однако это направление получило значительное развитие в исследовании Й.А.Шумпетера [Schumpeter 1939], который стал во многом видеть в волнах технологических инноваций именно важнейшее объяснение причин больших циклов [дальнейшую разработку шумпетерианская версия теории К-волн обрела в следующих трудах: Mensch 1979; Kleinknecht 1981; Dickson 1983; Freeman 1987; Tylecote 1992; Глазьев 1993; Маевский 1997; Modelski, Thompson 1996; Modelski 2001, 2006; Яковец 2001; Freeman, Louçã 2001; Perez 2002; Ayres 2006; Dator 2006; Hirooka 2006; Papenhausen 2008; Акаев 2010а; Акаев, Садовничий 2010; Перес 2011; последнюю подборку эмпирических доказательств реального существования шумпетерианских волн технологических инноваций см. в следующей работе: Kleinknecht, van der Panne 2006]. В рамках этого подхода каждая кондратьевская волна связана с определенным ведущим сектором (или ведущими секторами), технологической системой, технологическим стилем или технико-экономической парадигмой. Например, третья (III) кондратьевская волна иногда характеризуется как «эпоха стали, электричества и тяжелого машиностроения. Четвертая (IV) волна – это эпоха нефти, автомобилей и массового производства. Наконец, современная, пятая (V) волна описывается как «эпоха информации и телекоммуникаций» [Papenhausen 2008: 789]; в то время как приближающаяся шестая (VI) волна по некоторым предположениям будет связана прежде всего с нано- и биотехнологиями, и в целом, с так называемой NBIC-конвергенцией, где *N* расшифровывается как нанотехнологии, *B* – как биотехнологии, *I* – как информационные технологии, а *C* – как когнитивная наука [см., например: Lynch 2004; Dator 2006; Медведев 2008; Прайд, Медведев 2008].

Связь волн Кондратьева и инновационных процессов демонстрирует [рис. 2.36](#), на котором представлена динамика числа патентов, выдаваемых в год в пересчете на миллион человек мирового населения (своего рода динамика мировой инновационной активности).



Источник: [Korotayev, Zinkina, Bogevolnov 2011: 1282, рис. 1].

Рисунок 2.36

**Динамика мировой инновационной активности
(число выданных в год патентов в пересчете на млн чел. мирового населения)**

Нетрудно видеть, что на данной диаграмме прослеживаются необычно четкие кондратьевские волны²⁶. В целом, мы видим достаточно устойчивый рост в мире числа выдаваемых (на миллион населения) патентов во время восходящих фаз кондратьевских циклов, и обнаруживаем достаточно выраженное уменьшение этого числа на нисходящих фазах К-волн. Так, видимый на [рис. 2.36](#) первый период роста рассматриваемой переменной более или менее (с временным запаздыванием в 2–3 года) совпадает с восходящей фазой третьего К-цикла (1896–1929); этот рост был только временно прерван Первой мировой войной, когда число выдаваемых (на миллион мирового населения) патентов стремительно (но кратковременно) сократилось, в то время как сразу после войны оно быстро вернулось на трендовую линию роста восходящей фазы. Первый продолжительный период уменьшения числа выданных на миллион человек удивительно точно (за исключением вышеупомянутого временного лага в 2–3 года) совпадает с нисходящей фазой этой волны (1929–1945); второй период устойчивого роста рассматриваемой пе-

²⁶ Отметим, что ранее сходная картина уже была обнаружена в мировой динамике патентных заявок Ю.А.Плакиткиным [2011], который, впрочем, не распознал в выявленных им колебаниях кондратьевских волн.

ременной почти идеально коррелирует с восходящей фазой четвертой кондратьевской волны (1945–1968/1974), в то время как следующий период последовательного уменьшения ее значения очень неплохо соответствует ее нисходящей фазе (1968/1974–1984/1991); наконец, последний период роста числа выданных патентов на миллион населения мира очень хорошо коррелирует с восходящей фазой пятой кондратьевской модели.

Нельзя не отметить, что данная волновая структура, на первый взгляд, противоречит логике теории, разработанной Кондратьевым, Шумпетером и их последователями. Действительно, согласно этой теории, роста изобретательской активности следует ждать на нисходящих фазах К-волн, а на восходящих фазах должно как раз наблюдаться их снижение. Однако противоречие это является лишь поверхностным. Действительно, Кондратьев, собственно говоря, утверждал, что на нисходящих фазах «перед началом повышательной волны каждого большого цикла... наблюдаются значительные изменения в основных условиях хозяйственной жизни общества [которые]... обычно выражаются... в **глубоких** изменениях техники производства и обмена (которым в свою очередь предшествуют **значительные** технические изобретения и открытия)» [Кондратьев 2002 (1926): 370–371], при этом «**широкое применение этих изобретений в промышленной практике**» наблюдается только во время последующей восходящей фазы [Кондратьев 2002 (1926): 374] (выделено нами. – *Авт.*).

При этом с достаточно убедительными основаниями предлагается проводить различие между «прорывными» и «улучшающими» изобретениями/инновациями [см., например: Акаев 2010а]. Именно прорывные изобретения на нисходящей фазе каждой данной К-волны и закладывают основы нового технологического уклада последующего кондратьевского цикла (а их кластеризация на этих фазах вполне подтвердилась последующими исследованиями [см., например: Mensch 1979; Haustein, Neuwirth 1982; Van Duijn 1983; Kleinknecht 1990; Kleinknecht, van der Panne 2006]); как и предполагалось Кондратьевым они находят «широкое применение этих изобретений в промышленной практике» уже на восходящей фазе новой К-волны (опирающейся на новый технологический уклад), что сопровождается потоком улучшающих инноваций, которые совершенно необходимы для успешной диффузии технологий порожденных прорывными изобретениями, сделанными на нисходящей фазе предшествующей кондратьевской волны [Акаев 2010а; Hirooka 2006].

Необходимо отметить, что периоды роста числа выданных патентов отражают рост именно числа улучшающих инноваций. Действительно, среди всей массы выданных патентов лишь ничтожная часть приходится на прорывные изобретения (число которых крайне невелико практически по определению), в то время как абсолютно подавляющее их большинство

приходится именно на улучшающие инновации. Исчерпание потенциала технологического уклада данной К-волны ведет к значительному уменьшению числа улучшающих инноваций, реализующих потенции, порожденные прорывными изобретениями, создавшими соответствующий технологический уклад. С другой стороны, это же самое исчерпание потенциала данного технологического уклада создает мощные стимулы для новых прорывных изобретений. Однако порожденные в результате прорывные инновации могут лишь в очень небольшой степени компенсировать драматическое падение числа улучшающих изобретений старого технологического уклада. Таким образом, исходя из самой логики кондратьевской теории инноваций, имеются достаточные основания ожидать снижения общего числа изобретений (и выданных патентов) на миллион населения на нисходящих фазах К-волн, и выраженного роста их числа на восходящих фазах (когда некоторое снижение числа прорывных инноваций с лихвой компенсируется колоссальным ростом числа улучшающих инноваций).

Как показывает вышеприведенный [рис. 2.36](#), именно это мы и наблюдаем в реальности.

Явным образом динамика кондратьевских волн в США прослеживается по временным рядам индексов Доу–Джонса (см. [рис. 2.37](#)) или NASDAQ, скорректированных с учетом инфляции.

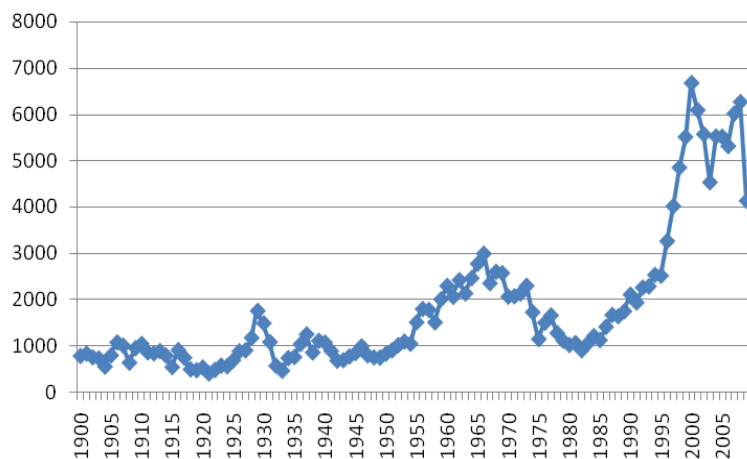


Рисунок 2.37

Кондратьевские волны во временном ряде индустриального индекса Доу–Джонса, скорректированном с учетом инфляции

Еще более выразительно она проявляется в рядах этих индексов, деленных на цену золота ([рис. 2.38](#)).

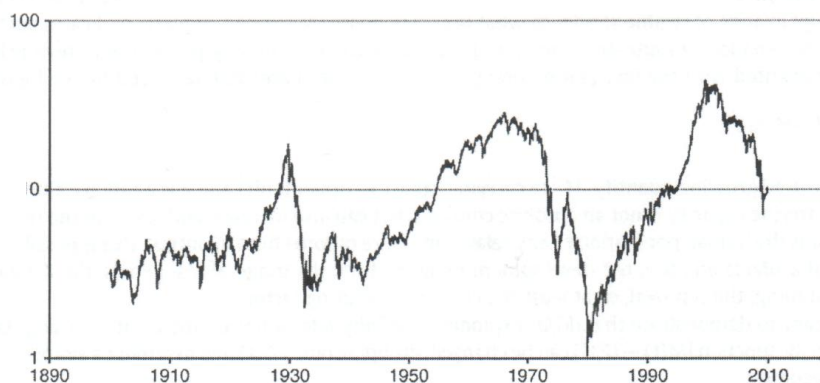


Рисунок 2.38

Кондратьевские волны во временном ряде индустриального индекса Доу–Джонса в пересчете на золото

Действительно, в эпоху спадов и депрессий цена акций «голубых фишек» падает, капиталы начинают искать «тихую гавань» и находят ее в драгоценных металлах, цены на которые резко возрастают [Акаев, Садовничий, Коротаев 2010, 2011; Акаев, Коротаев, Фомин 2011].

Имелся ряд попыток создать математические модели, описывающие волны Кондратьева (Н.Д.Кондратьев, С.В.Дубовский, С.Ю.Глазьев и др.), однако эти модели имеют в целом достаточно абстрактный характер, не учитывают ряд важных факторов (влияние спроса, роль финансового сектора и т.п.), играющих важную роль в изменении экономической конъюнктуры. Поэтому задача разработки математических моделей кондратьевских волн остается актуальной.

2.3. Современная ситуация и перспективы мирового развития

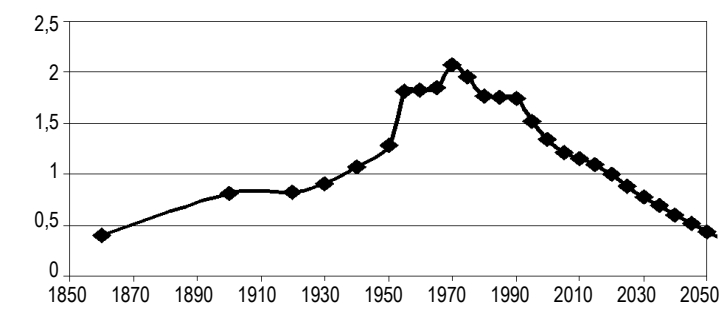
Особенности современного этапа мирового развития в очень высокой степени связаны с изменением тысячелетних, столетних и десятилетних тенденций:

- а) мир выходит из режима гиперболического роста по демографическим, экономическим и др. показателям (прерываются двухтысячелетние, а иногда и значительно более долгосрочные тенденции);
- б) экономическая активность смещается из развитых западных стран в развивающиеся страны, происходит изменение взаимоотношений «Центр»–«Периферия» (нарушается двухсотлетняя тенденция экономического доминирования стран Запада); на смену «подъему Запада»

(*the Rise of the West, the Great Divergence*) приходит «подъем Незапада» (*the Rise of the Rest, the Great Convergence*).

в) происходит переход от пятой к шестой волне Кондратьева (изменяется тренд развития двух предыдущих десятилетий).

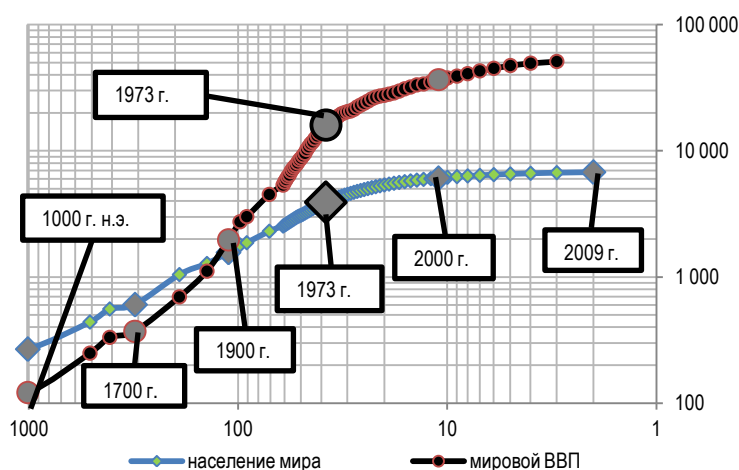
Выход из режима гиперболического роста выражается в замедлении темпов демографического и экономического развития (см. выше рис. 2.8, а также ниже рис. 2.39 и 2.40; в двойном логарифмическом масштабе).



Источник: [Коротяев, Малков, Халтурина 2007] (на период до 1950 г.); БД Отдела народонаселения ООН [UN Population Division 2011].

Рисунок 2.39

Динамика годовых темпов роста численности населения мира, 1860–2010 гг., со средним прогнозом ООН на период до 2050 г. (% в год)



Источник: БД А.Мэддисона [Maddison 2010].

Рисунок 2.40

Динамика численности населения мира (млн чел.) и мирового ВВП (млрд международных долл. 1990 г. по ППС), 1000–2009 гг. (двойной логарифмический масштаб)

В заметной степени это связано с начавшимся глобальным демографическим переходом и снижением рождаемости сначала в развитых, а затем и в развивающихся странах [см., например, Капица 1996, 1999; Вишневский 1976, 2005; Коротаев, Малков, Халтурина 2007; Коротаев, Халтурина 2009].

Смещение экономической активности из развитых западных стран в развивающиеся страны стало проявляться сравнительно недавно (см. выше Раздел 2.1,) и в настоящее время еще не ясно, насколько устойчива данная тенденция, насколько близко смогут лидеры развивающихся стран (страны БРИК) приблизиться по удельным показателям и уровню технологического развития к странам ОЭСР.

Переход от пятой к шестой волне Кондратьева сопровождается спадом спроса и производства, кризисными явлениями в различных сферах жизни. Ожидается, что преодоление кризисных явлений произойдет на основе освоения новых нано-, био-, информационных технологий, однако это произойдет еще не скоро.

В связи с этим следует ожидать следующего:

- в XXI веке произойдет стабилизация численности населения Земли. С одной стороны, это будет способствовать замедлению роста антропогенной нагрузки на экосистемы. С другой стороны, это приведет к замедлению экономического роста (который в настоящее время во многом обусловлен ростом населения Земли) и переходом от экстенсивной к интенсивной модели развития в масштабах всей мировой экономики;
- стабилизация численности населения Земли и снижение темпов экономического роста неизбежно вызовут эволюцию политического устройства во многих странах мира: ожидается дрейф политических систем в направлении от либеральных демократических принципов организации (естественных для условий с растущим ресурсом) к распределительно-иерархическим системам (естественным для условий с уменьшающимся ресурсом);
- экономические центры будут смещаться с запада на восток; представление о примате западной цивилизации, господствующее на протяжении последних нескольких столетий, уйдет в прошлое; произойдет пересмотр представлений о путях развития Мир-системы;
- будут нарастать макросоциальные, экономические, демографические дисбалансы, вызванные изменением упомянутых выше тенденций и ведущие к социально-экономическим кризисам; в связи с переходом от пятой к шестой волне Кондратьева в ближайшие 10 лет ожидаются кризисные явления в экономике, которые только после 2025 г. в соответствии с логикой кондратьевских волн должны смениться экономическим ростом.

Указанные изменения порождают следующие проблемы и опасности:

- снижение рождаемости, сопровождающее демографический переход, происходит несинхронно по регионам мира, вызывая демографические и экономические дисбалансы и, соответственно, социально-политическую напряженность;
- переход от экстенсивной к интенсивной модели развития в связи с предстоящей стабилизацией населения Земли, который предполагает кардинальную институциональную перестройку мировой экономической и политической системы, что не может происходить безболезненно;
- наметившийся процесс смещения экономической активности с Запада на Восток может стать устойчивой тенденцией только если развивающиеся страны смогут стать самостоятельными центрами технологического роста, смогут преодолеть институциональные ловушки догоняющего развития, консервирующими их отставание от развитых стран;
- порождение нарастающими демографическими, экономическими дисбалансами новых и усиление имеющихся социальных противоречий, возбуждение политической нестабильности как внутри отдельных стран, так и между различными странами.

В связи с этим в области исследований мировой динамики стоят следующие научные задачи:

- анализ и моделирование закономерностей и особенностей выхода из режима гиперболического роста (демографические, экономические, технологические, социально-политические аспекты) на основе междисциплинарного подхода;
- анализ и моделирование динамики взаимоотношений «Центра» и «Периферии» Мир-системы, возможностей догоняющего развития и институциональных ловушек;
- учет нестационарных и циклических явлений в экономике и политике, анализ неустойчивостей в социально-экономической динамике стран и регионов и их влияния на мировые процессы;
- разработка методов моделирования и прогноза социально-экономической динамики России в контексте мирового развития (в интересах совершенствования систем поддержки принятия решений на государственном уровне).

Глава 3

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МИРОВОЙ ДИНАМИКИ

3.1. Методы динамического моделирования макросоциальных процессов

Математическое моделирование мировой динамики является чрезвычайно сложной задачей в силу многофакторности, нестационарности, слабой формализуемости, нелинейности макросоциальных процессов. История создания моделей мировой динамики имела следующие особенности:

- в первых моделях Дж.Форрестера (*Мировая динамика* [1971]) и Д.Медоуза (*Пределы роста* [1972]) мир описывался как единое целое, что, с одной стороны, позволило выявить тенденции мирового развития, а с другой стороны, оказалось достаточно серьезным упрощением, не позволившим анализировать детали процессов;
- дальнейшая эволюция моделирования пошла по пути детализации и конкретизации моделей: мир стал описываться как совокупность регионов, а затем отдельных стран. По существу, мир превратился в сумму отдельных стран (при этом целостность потерялась);
- модели становились все более сложными из-за стремления путем введения большого количества учитываемых факторов повысить адекватность моделирования, получить достаточно точные количественные оценки;
- моделирование имело сугубо экономическую направленность. Внеэкономические факторы, как правило, либо не учитывались, либо учитывались как экзогенные характеристики, рассматриваемые лишь в той мере, в которой они влияют на экономический рост.

Развитие моделирования по данному пути породило ряд серьезных проблем:

- по мере усложнения моделей происходила потеря прозрачности моделирования, поскольку увеличение количества формально учитываемых факторов приводит, как правило, не к повышению точ-

ности, а к ухудшению понимания логики процессов, к превращению моделирования в «колдовство» с параметрами;

- сугубо экономический характер моделей обедняет и искажает получаемые результаты, не позволяет понять глубинную логику глобальных процессов;
- модели создаются для описания настоящего и предсказания будущего, но при этом они не объясняют прошлое, не верифицируются на исторических данных, поэтому степень их достоверности не ясна, приходится принимать их на веру;
- в подавляющем числе случаев модели имеют трендовый характер и не учитывают циклической динамики.

Приходится констатировать, что в настоящее время моделирование мировой динамики переживает определенный кризис, проявлением которого явилось то, что, несмотря на наличие большого количества разнообразных моделей, финансово-экономические потрясения 2008 г. не были внятно предсказаны.

Для преодоления указанных проблем необходимо заново осмыслить принципы, положенные в основу моделирования мировой динамики. Надо избежать искуса усложнения моделей, сделать их более прозрачными, но при этом необходимо не утратить, а нарастить уровень их системности. Для этого требуется:

- учитывать не только экономические, но и демографические, социальные, культурные показатели как эндогенные параметры, рассматривать мировую динамику системно в многообразии различных (а не только экономических) ее аспектов;
- при этом по возможности минимизировать количество переменных, чтобы обеспечить прозрачность моделирования;
- учесть не только трендовую, но и циклическую динамику (экономические, политические, социальные циклы);
- верифицировать модели на исторических данных.

Данные требования к моделям мировой динамики, вообще говоря, являются противоречивыми. Действительно, как явствует из вышесказанного, суть их заключается в том, чтобы расширить возможности моделирования, но при этом не увеличивая, а уменьшая количество переменных. Возможно ли это (ведь до сих пор традиции моделирования были противоположными: считалось, что для повышения точности моделирования необходимо увеличение количества учитываемых факторов, при этом модели становились все более и более сложными)? Не является такая постановка задачи утопией?

Представляется, что данная научная задача выполнима. Основой такого оптимизма являются успехи, достигнутые при моделировании сложных эволюционирующих систем в физике, биологии, экономике в последние

десятилетия. Анализ результатов данных работ позволяет сформулировать следующую программу действий.

Надо отказаться от стремления создать единую комплексную модель, предназначенную для решения всего круга вопросов, связанных с анализом мировой динамики. Это тупиковый путь. Надо разбивать крупные задачи на ряд вложенных подзадач, каждую из которых целесообразно решать в рамках своей частной расчетной модели. Данные модели могут отличаться составом переменных, используемыми показателями, методами вычислений, самой идеологией моделирования (это все должно определяться спецификой конкретной решаемой подзадачи). Главное – чтобы они были согласованы по входам и выходам и представляли собой иерархию взаимоувязанных и взаимодополняющих моделей. Целесообразность такого разделения обусловлена тем, что на каждом уровне проявляются свои закономерности, которые сложно (а порой и невозможно) выявить на другом уровне. Применительно к моделированию и прогнозированию мировой динамики целесообразно выделить три взаимосвязанных иерархических уровня:

- моделирование общих тенденций развития мира как целостной системы. Здесь должны быть выявлены наиболее общие закономерности, характеризующие исторический процесс и проявляющиеся именно на этом, глобальном уровне (как сказал поэт: «лицом к лицу – лица не увидать: большое видится на расстоянии»);
- моделирование особенностей региональной динамики. Этот срез важен, поскольку глобальная динамика является результатом региональных взаимодействий и противоречий;
- моделирование социально-экономической динамики отдельных стран в контексте мирового и регионального развития.

Аналогом первого уровня являются модели Форрестера–Медоуза (*Мировая динамика* [1971]; *Пределы роста* [1972]), аналогом второго уровня являются модели Месаровича–Пестеля (*Человечество перед выбором* [1974]). На третьем уровне целесообразно использовать динамические модели, позволяющие исследовать реакцию социальных систем на изменение внешних условий.

Результатом моделирования на первых двух уровнях является определение исходных данных и ограничивающих условий для решения оптимизационных задач на третьем уровне моделирования, где исследуются оптимальные стратегии развития отдельных стран. При этом технология описания глобальных процессов на первом уровне моделирования изменяется по отношению к технологии, использовавшейся Форрестером.

Технология конструирования модели Форрестера заключалась в том, чтобы определять динамику исследуемых переменных (численности населения, объемов основных фондов и т.д.), математически описывая процессы, приводящие к увеличению или уменьшению значений этих переменных.

Описание данных процессов в аналитическом виде для сложной социальной системы представляет собой трудновыполнимую (а часто и невыполнимую) задачу, поэтому Форрестер описывал эти процессы так, как принято в эконометрике – на основе обработки имеющихся рядов статистических данных. Необходимые по детальности ряды статистических данных имеются только начиная с середины XX века, поэтому реализованный подход может описывать только краткосрочные и среднесрочные (по историческим меркам) процессы длительностью в несколько десятков лет, более долгосрочные тенденции с его помощью выявить невозможно.

Чтобы расширить временные рамки моделирования мировой динамики требуется изменение используемого Форрестером подхода: на макроуровне имеет смысл моделировать не сами процессы (они весьма многообразны и могут сильно отличаться друг от друга в различные временные периоды), а их результаты. По существу, речь идет о моделировании динамики ограничений, накладываемых на исследуемые процессы. Для анализа долговременных тенденций, как правило, важны не детали процессов, а объемы доступных ресурсов, емкости имеющихся ниш (экономических, демографических, экологических и др.) и макропропорции (макросоотношения) базовых процессов, обеспечивающих заполнение этих ниш в результате активной человеческой деятельности при использовании имеющихся технологий.

Здесь важно отметить специфику социальных процессов: это процессы с положительной обратной связью в условиях внешних ограничений. Положительная обратная связь есть следствие активности людей с их творческими возможностями, что позволяет постоянно выявлять новые ресурсы и достаточно быстро их осваивать за счет изобретения новых технологий. На стадии освоения новых ресурсов и распространения новых технологий социальные процессы (экономические, демографические, политические) идут с ускорением, базовые характеристики увеличиваются экспоненциально (см. рис. 3.1), ниши не заполнены. Это динамическая стадия развития, для которой характерно отсутствие равновесий, характер ее протекания зависит от деталей процессов, которые должны учитываться в моделях.



Рисунок 3.1

Типичное изменение характеристик социальных процессов во времени
(логистическая кривая)

Когда ресурсы приходят к истощению и выявляются серьезные ограничения в их использовании, то положительная обратная связь сменяется на отрицательную обратную связь, процессы приходят в насыщение (см. [рис. 3.1](#)), ситуация стабилизируется, уравнивается. Такие ситуации хорошо описываются равновесными моделями балансового типа. Динамические уравнения здесь нужны не для описания самих процессов, а для описания изменения объема ниш и ограничений, накладываемых внешними условиями.

Таким образом, иерархическую систему моделирования мировой динамики целесообразно строить следующим образом:

- 1) первый уровень моделирования – модель динамики Мир-системы как целого, предназначенная для анализа трендов мирового развития. Она включает в себя динамические уравнения, описывающие изменение объема ресурсных ниш и ограничений на их использование. На первом этапе моделируются макротенденции, на втором – анализируется и описывается динамика возникновения, освоения, использования и истощения ресурсных ниш, вносящая циклическую (колебательную) компоненту в исторические тренды;
- 2) второй уровень моделирования – модель региональной динамики, предназначенная для более детального описания глобальных социально-экономических изменений и освоения ресурсных ниш и с учетом неравномерности развития отдельных стран и регионов мира. Неравномерность технологического, экономического, культурного развития – это следствие наличия положительной обратной связи в социальных процессах. Она приводит к появлению стран-лидеров и стран-аутсайдеров, которые временно отстали в освоении новых ресурсов и ниш и оказались в роли догоняющих. На этом уровне целесообразно агрегированное рассмотрение стран-лидеров, которые можно объединить в кластер с условным названием «Центр» (причем состав стран, входящих в эту группу, изменяется в ходе исторического развития) и временно отставших стран, которых можно объединить в кластер с условным названием «Периферия» Мир-системы. Могут использоваться и другие способы агрегирования, например, по территориальному признаку. На этом уровне моделирования ярко проявляются циклические составляющие мировой динамики, связанные с конкуренцией стран и их объединений (экономических, военно-политических союзов) за лидерство, здесь становится важным описание деталей происходящих глобальных процессов.

Результаты исследования макропроцессов на первом и втором уровнях моделирования задают внешние условия и ограничения для моделирования на третьем уровне – уровне отдельных стран.

- 3) третий уровень моделирования – модели отдельных стран, предназначенные для анализа и прогноза развития конкретных государств в условиях ограничений и сценариев, сформированных на

первом и втором уровнях моделирования. На этом уровне могут использоваться разнообразные модели, ориентированные на решение конкретных задач. В частности, в рамках подпрограммы «Комплексный системный анализ и моделирование мировой динамики» основное внимание уделяется исследованию долгосрочных трендов развития стран БРИК, а также вопросам оптимизации социально-экономической политики России в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе.

На рис. 3.2 схематично изображена изложенная трехуровневая система моделирования, предназначенная для того, чтобы, с одной стороны, восходить к описанию долговременных макротенденций мировой динамики, а с другой стороны, спускаться к анализу перспектив развития отдельных стран с учетом складывающихся макротенденций мирового развития.

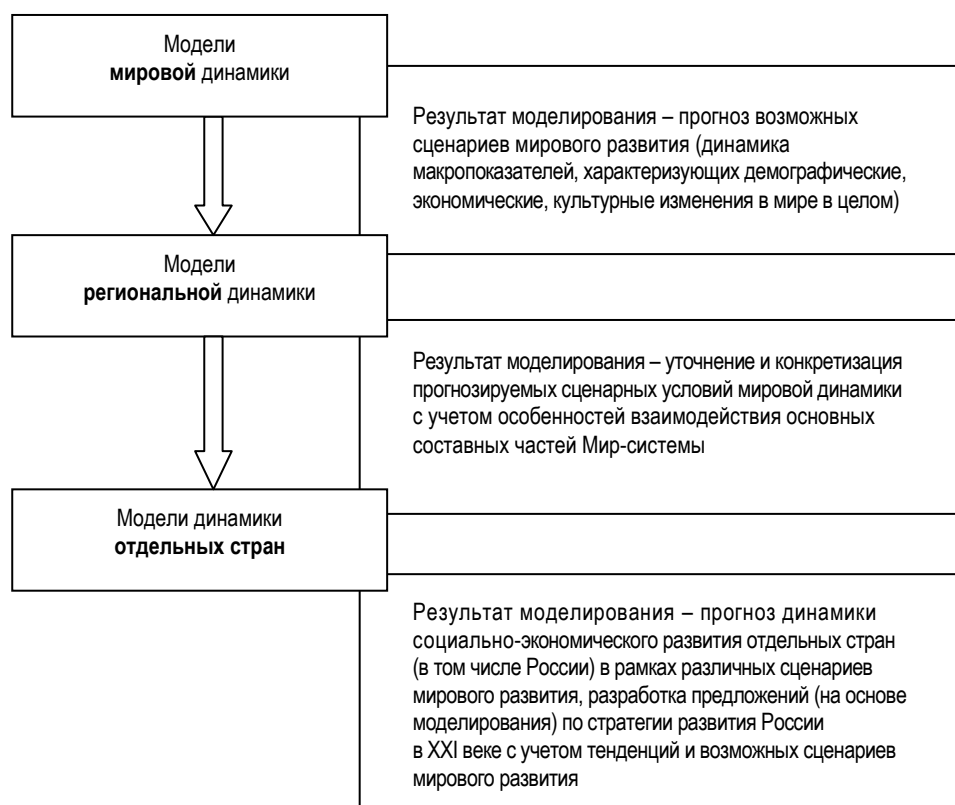


Рисунок 3.2

Схема трехуровневой системы моделирования «мир–регионы–страны»

Как уже указывалось выше, модели каждого из уровней должны быть сконструированы таким образом, чтобы имела возможность конкретизации и расширения их возможностей для решения частных задач. Таким образом, модели должны иметь «ядро», описывающее наиболее важные, базовые процессы, относящиеся к каждому уровню моделирования, и способность наращивания путем достройки «ядра» отдельными блоками для более детального описания частных явлений и процессов. То есть каждая модель должна иметь возможность «разворачиваться» для решения конкретных частных задач и «сворачиваться» для агрегированного описания макротенденций. Это задает достаточно жесткие требования к структуре моделей, используемым параметрам и переменным, входным и выходным данным. То есть система моделей, несмотря на значительное содержательное различие ее уровней, должна изначально проектироваться как единое целое и иметь структуру, позволяющую достаточно просто переходить с одного уровня на другой.

Соответственно, в моделях третьего уровня должны использоваться наиболее «быстрые» переменные, с помощью которых возможно описание достаточно скоротечных процессов и быстрой реакции рассматриваемой социальной системы на изменение внешних и внутренних условий. При переходе к моделям второго и первого уровней должен осуществляться переход от «быстрых» к «медленным» переменным, описывающим долговременные тенденции развития. По существу, эти переменные должны быть «параметрами порядка» моделей более низкого уровня и представлять собой свертки (агрегаты) показателей этих моделей. Соответственно, количество переменных и параметров моделей по мере восхождения от третьего к первому уровню должно сокращаться, а сами модели должны приобретать все более агрегированный характер.

Ниже в данной главе приведен обзор моделей, разработанных в рамках изложенной методологии.

3.2. Моделирование трендов мирового развития

Приведенные в [Разделе 2.1](#) данные показывают, что макродинамика развития Мир-системы подчиняется достаточно четким закономерностям. Соотношение между основными параметрами уровня развития Мир-системы для эпохи гиперболического роста описывается с высокой степенью точности следующей серией аппроксимаций:

$$\begin{aligned} N &\sim S \sim I \sim u, \\ G &\sim L \sim U \sim N^2 \sim S^2 \sim I^2 \sim u^2 \sim SN \text{ и т.д.,} \end{aligned}$$

где, напомним, N – это численность населения мира, S – «избыточный» продукт, производимый при данном уровне технологического развития

Мир-системы на одного человека сверх продукта m , минимально необходимого для простого (с нулевой скоростью роста) воспроизводства населения; l – мировая грамотность, пропорция грамотных среди взрослого населения мира, u – мировая урбанизация, часть населения мира, живущая в городах, G – мировой ВВП, L – численность грамотного населения мира, U – численность городского населения мира.

Наличие данных закономерностей делает возможным создание математических моделей, описывающих взаимосвязи между указанными параметрами. Состояние разработки подобных моделей описано ниже.

3.2.1. Базовая модель изменения глобальных тенденций

Базовая модель описывает глобальные процессы, имеющие долговременный характер. Соответственно, в ней используются наиболее «медленные» переменные, характеризующие тренды мирового развития. Важной исследовательской задачей на этом уровне моделирования является эндогенизация показателей, агрегированно отражающих динамику наиболее значимых (демографических, экономических, технологических, культурных) аспектов мирового развития. Но прежде нужно выбрать соответствующие показатели, которые обладали бы интегрирующими свойствами и были бы наблюдаемыми и измеримыми на протяжении длительных периодов времени. Такая задача была частично решена в монографии *Законы истории: математическое моделирование развития Мир-системы* [Коротаев, Малков, Халтурина 2007], где была предложена система всего из трех дифференциальных уравнений, описывающих соответственно демографическую, технологическую и культурную динамику Мир-системы на протяжении последних двух тысячелетий. В модели используются следующие показатели, играющие роль макропеременных:

- для описания демографической динамики – численность населения мира N ;
- для описания технологического развития – производительность труда T , определяемая как частное от деления величины мирового ВВП Y на количество работников eN (где e – отношение числа работающего населения ко всему населению);
- для описания развития культуры – уровень грамотности E , определяемый как отношение числа грамотных ко всему взрослому населению;
- для описания развития экономики – величина мирового ВВП Y .

Структурная схема базовой модели динамики Мир-системы приведена на рис. 3.3.

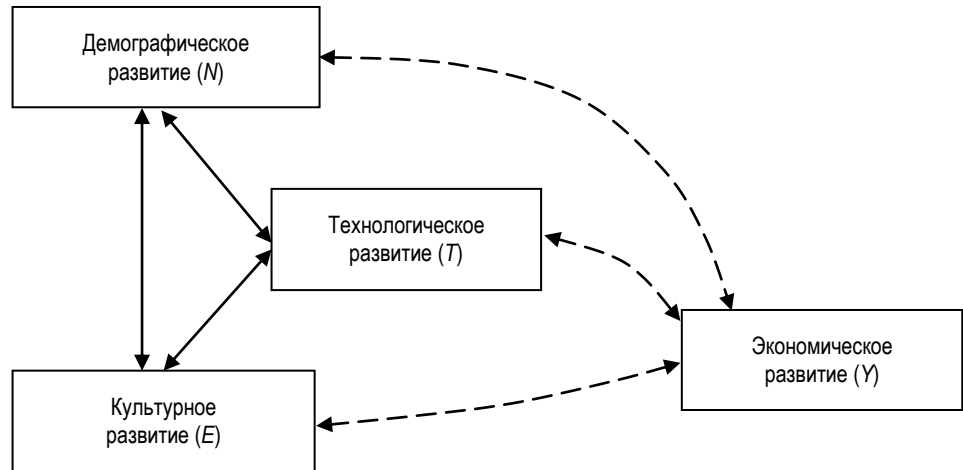


Рисунок 3.3

Структурная схема базовой модели динамики Мир-системы

В обобщенном виде система уравнений имеет вид:

$$\text{Демография} \quad \frac{dN}{dt} = f_N(N, T, E) \quad (3.1)$$

$$\text{Технологии} \quad \frac{dT}{dt} = f_T(N, T, E) \quad (3.2)$$

$$\text{Культура} \quad \frac{dE}{dt} = f_E(N, T, E) \quad (3.3)$$

$$\text{Экономика} \quad Y = f_Y(N, T, E) \quad (3.4)$$

В модели считается, что фундаментальными процессами, определяющими развитие человечества, являются: рост населения Земли N , развитие технологий T и культуры E . Развитие экономики является следствием фундаментальных процессов, соответственно, величина мирового ВВП Y является функцией фундаментальных переменных N , T и E .

Предшествующие исследования [Коротаев, Малков, Халтурина 2005, 2007] показали, что с начала нашей эры до второй половины XX века мировая динамика с высокой точностью описывается системой уравнений (3.1)–(3.4), в которых функции в правых частях уравнений имеют вид:

$$f_N(N, T, E) = aNT(1-E), \quad (3.5)$$

$$f_T(N, T, E) = bNT, \quad (3.6)$$

$$f_E(N, T, E) = cTE(1-E), \quad (3.7)$$

$$f_Y(N, T, E) = eNT, \quad (3.8)$$

где a, b, c, e – структурные коэффициенты, определяемые по историческим данным.

Выражение (3.5) отражает следующую закономерность: динамика численности населения Земли вплоть до второй половины XX века определялась уровнем экономического развития $Y \sim NT$, т.е. способностью обеспечить увеличивающемуся населению необходимый уровень потребления. При этом темпы прироста населения снижаются при достижении достаточно высокого уровня образованности [об этом феномене см. [Коротаев, Малков, Халтурина 2005, 2007](#)].

Выражение (3.6) соответствует формуле Кузнец–Кремера [[Kremer 1993](#)], смысл которой в том, что удельные темпы технологического развития пропорциональны численности изобретателей, которые в свою очередь составляют определенную (и достаточно постоянную) часть населения N .

Смысл выражения (3.7) в том, что технологическое развитие общества способствует увеличению удельных темпов роста грамотности, но при этом уровень грамотности не может превышать 100% и со временем выходит на насыщение (грамотность взрослого населения становится всеобщей).

Выражение (3.8), по существу, следует из определения мирового валового продукта: его объем Y равен производительности труда T , умноженной на число трудящихся (пропорциональное численности населения N).

Базовая модель (3.1)–(3.4) с правыми частями (3.5)–(3.8) имеет вид:

$$\frac{dN}{dt} = aTN(1-E) \quad (3.9)$$

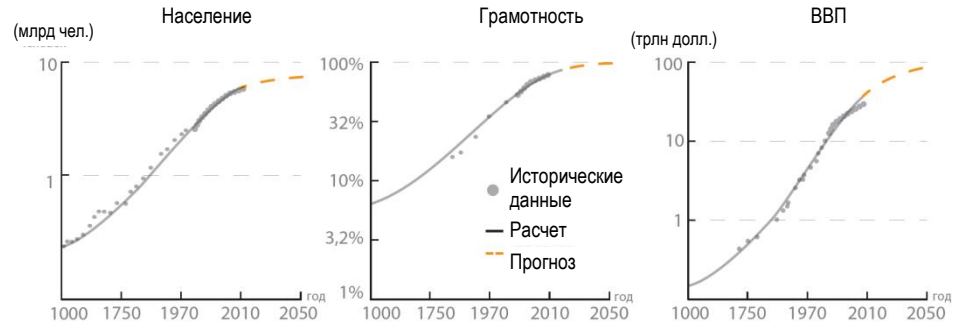
$$\frac{dT}{dt} = bTE \quad (3.10)$$

$$\frac{dE}{dt} = cTE(1-E) \quad (3.11)$$

$$Y = eTN \quad (3.12)$$

Результаты расчетов, выполненных в предыдущих работах [[Коротаев, Малков, Халтурина 2005, 2007](#)] с использованием системы (3.9)–(3.12) приведены на рис. 3.4.

Видно очень хорошее соответствие результатов моделирования реальным данным. При этом обращает на себя внимание тот факт, что в течение двух тысячелетий значения структурных коэффициентов a, b, c, e остаются постоянными, что указывает на стабильность макротенденций динамики показателей N, T и E на протяжении столь продолжительного периода времени, охватывающего эпоху аграрного и индустриального развития Мир-системы.



ПРИМЕЧАНИЕ: использован двойной логарифмический масштаб, мировой ВВП выражен в трлн долл. США 1990 г.

Рисунок 3.4

Сравнение результатов расчетов мировой динамики по модели (3.9)–(3.12) (линия) с историческими данными (точки)

Модель (3.1)–(3.4) с правыми частями вида (3.5)–(3.8) описывает динамику N , T , E и Y в предыдущую эпоху. Для того чтобы модель могла быть использована как инструмент прогноза и анализа последствий принимаемых решений, она должна содержать параметры, изменение которых определяет характер траекторий исторического развития. Такими параметрами являются структурные коэффициенты a , b , c , e . Управление их значениями может осуществляться, например, посредством целенаправленного изменения доли конечного потребления в ВВП, путем увеличения инвестиций в технологическое развитие и образование и т.п. Если коэффициентами s_N , s_T , s_E обозначить долю в ВВП Y соответственно конечного потребления, инвестиций в повышение производительности труда и в образование, то с учетом $Y \sim NT$, система уравнений (3.9)–(3.12) преобразуется в вид:

$$\frac{dN}{dt} = k_N s_N \frac{Y}{N} N(1 - E) \quad (3.13)$$

$$\frac{dT}{dt} = k_T s_T Y \quad (3.14)$$

$$\frac{dE}{dt} = k_E s_E \frac{Y}{N} E(1 - E) \quad (3.15)$$

$$Y = eTN \quad (3.16)$$

где k_N – обобщенный параметр демографического роста, k_T и k_E – отдача от инвестиций в технологии и в образование. Видно, что (3.9)–(3.12) переходит в (3.13)–(3.16) путем замены $k_N s_N = a$, $k_T s_T = b$, $k_E s_E = c$ без изменения структуры уравнений.

Структурное соответствие прогнозной модели (3.13)–(3.16) ретроспективной модели (3.9)–(3.12), верифицированной на обширном объеме исторических данных, делает возможным ее использование для краткосрочного и среднесрочного прогноза мирового развития. Однако если речь идет о долгосрочном прогнозе, то модель следует уточнить.

С чем связана необходимость модификации модели, столь хорошо описывавшей динамику Мир-системы до настоящего времени? Это связано с переломным характером современного исторического периода. Предшествующая эпоха гиперболического роста должна была неизбежно закончиться, и это происходит именно сейчас на наших глазах. Изменение характера мирового развития выражается:

- 1) в начавшемся глобальном демографическом переходе (в резком замедлении роста населения Земли; в переходе демографической кривой с гиперболической траектории, длившейся тысячелетия, на логистическую траекторию [Капица 1999; Коротаев, Малков, Халтурина 2005, 2007]);
- 2) в усиливающихся экологических и ресурсных ограничениях, с которыми сталкивается человечество в глобальном масштабе и которые все сильнее влияют на мировое экономическое развитие;
- 3) в переходе от индустриальной к постиндустриальной фазе развития человеческого общества, к экономике знаний.

Эти обстоятельства могут быть учтены в модели путем модификации уравнения (3.13). В нем коэффициент k_N преобразуется в функцию, зависящую от ресурсных и экологических ограничений, которые ранее были малозначимы (в силу чего значение k_N можно было считать постоянным). Возможный вариант изменения уравнения (3.13), учитывающий ресурсные и экологические ограничения, предложен ниже.

Третье из указанных обстоятельств может быть учтено путем изменения уравнения (3.14) и способа измерения переменной E . Дело в том, что переменная E по своей сути характеризует долю населения, имеющего образовательный и культурный уровень, достаточный для освоения и практического использования передовых для своей эпохи технологий. В аграрную и даже в индустриальную эпохи для этого достаточно было иметь начальное образование, поэтому величина уровня грамотности хорошо выполняла функцию числового показателя для переменной E в ретроспективной модели (3.9)–(3.12). В прогнозной модели (3.13)–(3.16) уровень грамотности уже не может характеризовать величину E : для освоения передовых технологий требуется высшее образование, соответствующий уровень культуры, то, что сейчас называется «человеческим капиталом». В связи с этим способ измерения E должен быть изменен (возможный вариант соответствующего изменения приведен ниже).

Аналогичным образом обстоит дело с уравнением (3.14), которое в ретроспективной модели записано в форме, предложенной Кремером

[[Kremer 1993](#)]. Такая форма записи предполагает, что темп развития технологий пропорционален количеству изобретателей, доля которых в численности населения N считается достаточно стабильной. В постиндустриальную эпоху количество изобретателей – изменяемая величина, причем изменяемая целенаправленно и зависящая от политики государств в научно-технической сфере, от объемов финансирования НИОКР и т.п. Таким образом, количество изобретателей становится управляемым параметром, что должно учитываться в уравнении (3.14) [возможный вариант соответствующего изменения уравнения (3.14) приведен ниже].

Модель (3.13)–(3.16) предназначена для моделирования общих трендов развития. В краткосрочном и среднесрочном периоде важное значение имеет моделирование и прогноз циклических процессов (экономических циклов Кондратьева и Жюгляра, политических циклов и др.), периодически приводящих к мировым экономическим и политическим кризисам. Цикличность, как правило, связана с исчерпанием ресурсных ниш, со снижением эффективности используемых технологий, с несовершенством регулирования социально-экономических процессов. Способы учета циклической природы социально-экономических процессов в рамках рассматриваемой парадигмы исследованы в работах [[Акаев 2007](#); [Гринин](#), [Малков](#), [Коротаев 2010а](#), [2010б](#)].

3.2.2. Моделирование демографической динамики с учетом экологических ограничений

Выше при обсуждении базовой модели мировой динамики отмечалась, что при прогнозе долгосрочной демографической динамики необходимо учитывать усиливающиеся экологические и ресурсные ограничения, которые в предыдущие периоды были не столь существенны. Учет данных факторов возможен путем введения в модель функции $K(N)$, которая характеризует текущую емкость среды обитания [[Акаев 2011](#)]. Величина $K(N)$, с одной стороны, с течением времени растет вследствие развития жизнеобеспечивающих технологий, с другой стороны, уменьшается из-за постепенного исчерпания ресурсов и ухудшения экологии. Причем изменение $K(N)$ в зависимости от этих факторов происходит не сразу, а с некоторым запаздыванием по времени. В работе [[Акаев 2011](#)] предложено следующее выражение для $K(N)$, учитывающее указанные аспекты:

$$K(N, \tau_2, \tau_3) = N_C + \gamma[N(t - \tau_2) - N_0] \exp\{-\kappa[N(t - \tau_3) - N_0]\}. \quad (3.17)$$

Здесь, τ_2 – время диффузии базисных технологий (в современную эпоху составляет 25–30 лет); τ_3 – запаздывание реакции биосферы на антропогенную нагрузку (не превышает 100 лет); γ , κ , N_C , N_0 – коэффициенты. С учетом этого уравнение для долгосрочной демографической динамики может быть записано в виде:

$$\frac{dN}{dt} = rN^2(t - \tau_1) \left\{ 1 - \frac{N(t)}{K(N, \tau_2, \tau_3)} \right\}, \quad (3.18)$$

где τ_1 – среднее время наступления репродуктивной способности (приблизительно 25 лет); r – постоянный коэффициент.

Данная модель откалибрована и верифицирована по историческим данным; она позволяет анализировать возможные варианты демографического развития в зависимости от изменения параметров γ и κ , отражающих, соответственно, влияние на $K(N)$ научно-технического прогресса и ресурсно-экологических ограничений.

На рис. 3.5 представлены результаты моделирования изменения численности населения для трех возможных сценариев.

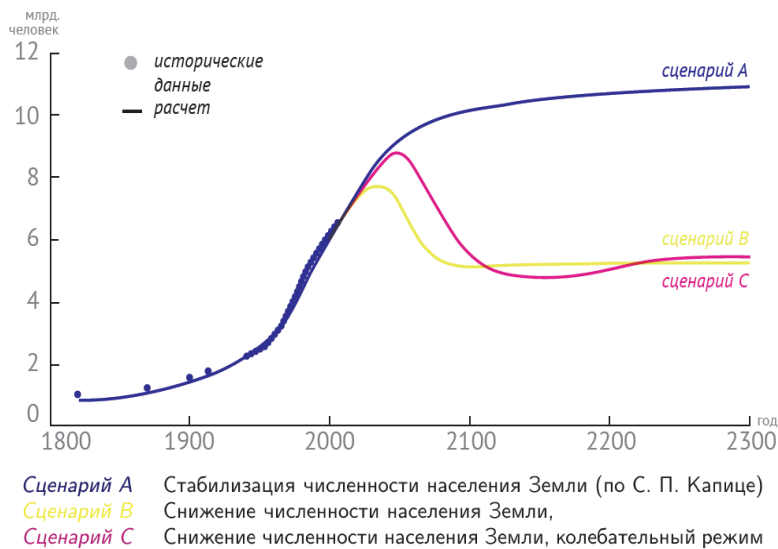


Рисунок 3.5
Сценарный прогноз численности населения Земли

Видно, что при неблагоприятном соотношении параметров возможна не только стабилизация численности населения в соответствии со сценарием С.П.Капицы [Капица 1999], но и существенное снижение численности населения, что, безусловно, будет сопровождаться социальными катаклизмами. В связи с этим встает задача целенаправленного влияния мирового сообщества на величину параметров γ и κ с тем, чтобы не допустить катастрофического развития событий.

Более подробно описание данной модели приведено в Приложении 1.

3.2.3. Моделирование экономической динамики с учетом особенностей технологического развития

Для разработки прогноза долгосрочной экономической динамики необходимо обосновать математическую модель изменения выпуска продукции Y в зависимости от изменения влияющих на него факторов. В основе современных моделей экономического роста лежит неоклассическая модель Солоу [Solow 1956]:

$$Y(t) = A(t)K^\alpha(t)L^{1-\alpha}(t), \quad (3.19)$$

где $Y(t)$ – текущий объем выпуска продукции (ВВП); $K(t)$ – текущий объем физического капитала; $L(t)$ – численность занятых в экономике (труд); $A(t)$ – технический прогресс. В последние десятилетия все более возрастающую роль в экономическом развитии играет человеческий капитал, который становится ведущим фактором производства. Таким образом, возникла необходимость учета человеческого капитала в производственной функции наряду с физическим капиталом, трудом и природными ресурсами. Наиболее простым способом, путем введения человеческого капитала в базовую модель роста Солоу, это сделано в работе [Mankiw, Romer, Weil 1992]:

$$Y(t) = K^\alpha(t)H^\beta(t)[A(t)L(t)]^{1-\alpha-\beta}, \quad (3.20)$$

где $H(t)$ – человеческий капитал; $\alpha > 0$, $\beta > 0$, $\alpha + \beta < 1$. В этой модели человеческий капитал выступает как производственный фактор, и процесс его накопления принимается аналогичным таковому для физического капитала. На основе эмпирического закона Калдора [Kaldor 1961] можно принять [Акаев 2010], что $K = c_K Y$, $H = c_H Y$, где c_K , c_H – константы. Численность занятых в экономике L связана с общей численностью населения зависимостью $L = eN$, где e – доля работающих в населении. Подстановка этих соотношений в модель Мэнкью–Ромера–Уэйла (3.20) приводит к приближенной формуле для расчета ВВП:

$$Y = \gamma AN, \quad \gamma = e C_K^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} C_H^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}}. \quad (3.21)$$

Эта формула в эквивалентном виде $Y = TeN$ (где T – уровень технологий) использовалась в базовой модели мировой динамики, см. уравнение (3.16).

При использовании формулы (3.21) для прогнозных оценок экономического развития необходимо знать динамику численности населения и технического прогресса. Динамика численности населения может быть оценена, например, с помощью выражения (3.18). Оценка динамики технического прогресса $A(t)$ может быть получена на основании следующего выражения:

$$\frac{d}{dl_A} \left(\frac{dA}{Adt} \right) = al_A(l_M - l_A), \quad (3.22)$$

где l_A – доля занятых в НИОКР в общей численности рабочих, l_M – величина доли занятых в НИОКР в режиме насыщения. Уравнение (3.22) учиты-

вает универсальный принцип убывающей отдачи от масштаба:

$$\frac{d}{dl_A} \left(\frac{dA}{Adt} \right) \rightarrow 0$$

При $l_A \rightarrow l_M$. Анализ процедуры оценки $A(t)$ на основе выражения (3.22) приведен в [Приложении 1](#). Уравнение (3.22), описывающее динамику технического прогресса через долю занятых в сфере НИОКР, является довольно простым и практичным и может быть использовано для прогнозных расчетов, поскольку статистические данные по численности занятых в НИОКР широко доступны.

На основе изложенного алгоритма с использованием выражений (3.18), (3.21), (3.22) могут проводиться прогнозные оценки как мировой экономической динамики, так и экономической динамики отдельных стран.

На [рис. 3.6](#) представлены результаты прогнозных оценки динамики мирового ВВП при двух различных сценариях демографического развития.

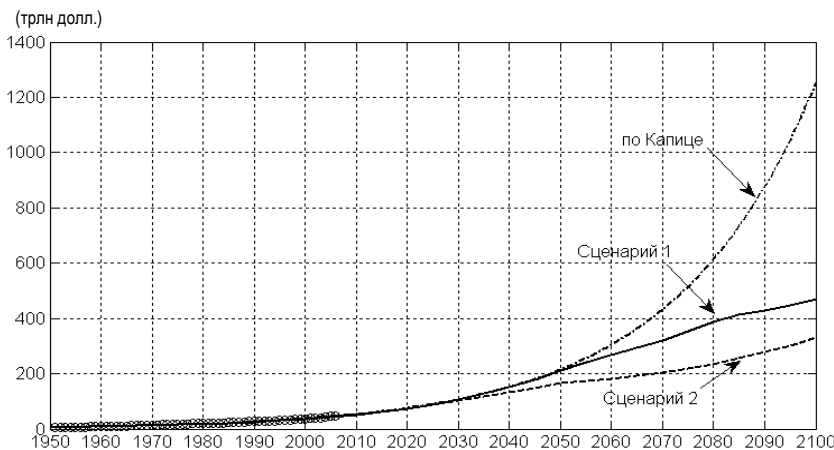


Рисунок 3.6
Прогноз динамики мирового ВВП (постоянные цены 1990 г.)

Данные прогнозные оценки сделаны без учета замедления темпов экономического роста, обусловленного необходимостью отвлечения части инвестиционных ресурсов в природоохранные меры, связанные с энергетическим развитием.

Из эндогенной модели роста (3.21) следует, что $q_Y = q_A + q_N$, где q_Y — темпы экономического роста, q_A — темпы технического прогресса, q_N — темпы роста численности населения. С учетом дополнительных затрат на природоохранные меры темпы экономического роста определяются выражением:

$$q_Y = q_A + q_N - q_{EE}, \quad (3.23)$$

где q_{EE} — темпы замедления экономического роста, обусловленные отвлечением инвестиционных средств в природоохранные меры (методика оценки величины q_{EE} приведена в [Приложении 1](#)).

На рис. 3.7 представлены результаты прогнозной оценки динамики мирового ВВП с учетом инвестиций в природоохранные меры для тех же сценариев демографического развития, что и на рис. 3.5.

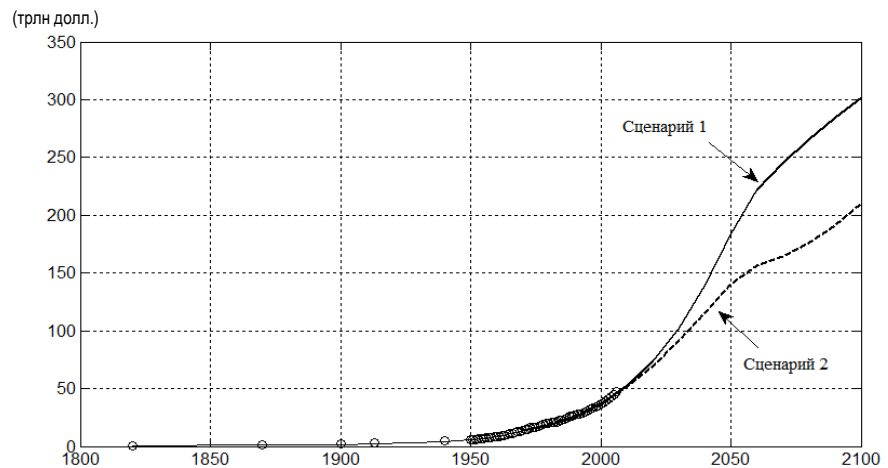


Рисунок 3.7

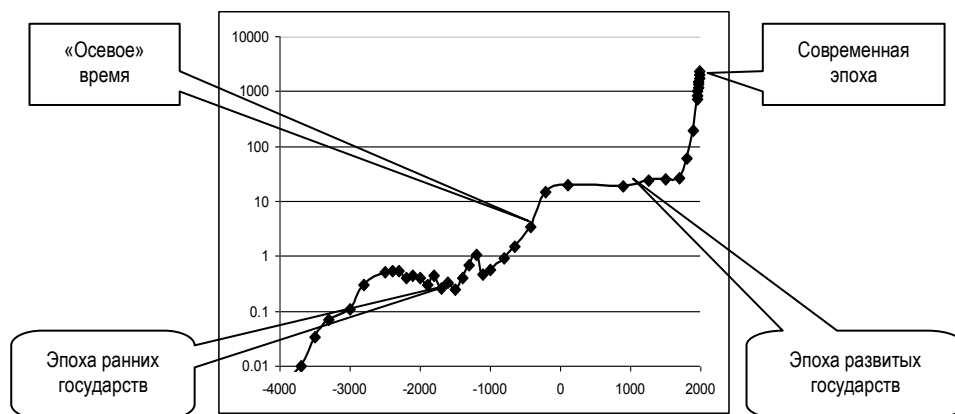
Прогноз динамики мирового ВВП с учетом инвестиций в природоохранные меры (постоянные цены 1990 г.)

Сравнение с прогнозом ВВП без учета инвестиций в природоохранные меры (см. рис. 3.6) показывает, что необходимость проведения природоохранных мер может привести к сокращению роста ВВП к 2100 г. вплоть до 1,5 раз, а к 2050 г. замедление может составить порядка 15–20%. Таким образом, необходимость решения энергоэкологических проблем будет все более значимо влиять на экономическое развитие.

3.2.4. Моделирование трендов глобальной политической динамики

Непрерывное развитие экономических, технологических, политических процессов приводит к появлению и усилению внутренних напряжений в Мир-системе. В результате накопления напряжений периодически возникает глобальный системный кризис, установившееся равновесие в Мир-системе взрывается и происходит кардинальная перестройка геополитической структуры, принципов экономической и социально-политической организации обществ.

Наиболее яркими примерами фазовых структурных переходов глобального масштаба являются современная эпоха и «осевое» время (III–III вв. до н.э. по К.Ясперсу [Ясперс 1994]. Иллюстрацией этому служит рис. 3.8, отражающий динамику урбанизации на протяжении последних шести тысяч лет (динамика урбанизации является отражением процессов политогенеза).



Источник: [Коротаев 2007].

Рисунок 3.8

Численность городского населения мира в логарифмическом масштабе, для городов с населением более 10000 чел. (млн чел.)

Действительно, эти «эпохи перемен» имеют много общего (см. табл. 3.1), что обусловило их переходный характер и последовавшие затем кардинальные структурные изменения в Мир-системе.

Таблица 3.1

Основные технологические и культурные изменения в «осеевое» время и в современную эпоху

«Осеевое» время (VIII–III в. до н.э.)	Новое и Новейшее время (XIX в. н.э. и далее)
Массовое распространение железного оружия и орудий труда	Научно-техническая революция, развитие массового промышленного производства
Появление массовых армий, резкое увеличение масштабов завоеваний	Появление механизированных армий, высокотехнологичных видов оружия
Развитие средств коммуникаций и транспортной инфраструктуры	Появление радио, телеграфа, телефона, железных дорог, автомобилей, авиации
Появление наднациональных религий	Появление массовых идеологий, рост влияния СМИ

Наиболее драматичной «эпохой перемен» является современная эпоха, о чем свидетельствуют приведенные на рис. 3.4 графики мировой демографической и экономической динамики за последние две тысячи лет, иллюстрирующие взрывной рост ключевых показателей в последние десятилетия. Подобный взрывной рост – свидетельство неравновесного процесса кардинальной структурной перестройки современного мира. «Осеевое» время ознаменовало переход от эпохи «ранних государств» к эпохе «развитых государств» [Гринин, Коротаев 2009б]. Современная эпоха – преддверие кардинальных изменений, включающих:

- глобальный демографический переход (который приведет к стабилизации численности населения Земли);

- радикальную перестройку современной экономической системы и экономических отношений (особенно в сфере финансов), ограничение экономического роста;
- радикальное изменение современной политической системы (переход от доминирования Y-структур к доминированию X-структур²⁷ [Кирдина 2001, 2004; Малков 2009]).

На последнем нужно остановиться подробнее. Особенностью современного исторического этапа является возрастание роли «нематериальных факторов» развития. Не только ресурсы, но и действующие институты как макросоциальные технологии использования ресурсов становятся существенными для темпов развития в современном мире. Не случайно основная задача политики государств во всех частях света сегодня состоит в поиске оптимального баланса основных институтов (рынка и государства, демократии и централизации и др.), способного уменьшить риски и поддержать стабильный рост.

Существенным является то, что институты невозможно комбинировать произвольным образом, как мозаику; реально в процессе социальной эволюции они складываются в матричные структуры. При этом базовыми являются указанные два типа социального устройства обществ – X- и Y-структуры, отличающиеся спецификой образующих их исходных институциональных матричных структур.

Один тип – это самоорганизующиеся на основе централизации иерархические политические структуры с преобладанием редистрибутивных²⁸ экономических институтов (и соответствующих им форм собственности) и с доминированием в общественном сознании ценностей, в которых закрепляется примат коллективного над личным, целого над частным. На разных исторических этапах общества такого типа назывались по-разному – азиатский способ производства, самодержавные монархии, реальный социализм, капитализм по-японски и т.д. Государства, которые относятся к такому типу обществ, – это, прежде всего, Россия, Индия, Китай, страны Юго-Восточной Азии, Латинской Америки. В них доминирующее положение занимает X-матрица.

Другой тип обществ – это самоуправляющиеся «снизу» политические структуры федеративного типа с рыночными экономическими институтами (т.е. с доминированием частной собственности) и, соответственно, преобладанием личностных, индивидуалистических ценностей в массовом сознании. К ним относятся страны Европы и США. В них доминирующее положение принадлежит институтам Y-матрицы.

²⁷ Под Y-структурой понимается федеративное политическое устройство, субсидиарная (основанная на примате индивидуализма) идеология. X-структура подразумевает антиномичное устройство: наличие унитарного политического строя и коммуитарной идеологии.

²⁸ Редистрибутивные экономики (термин К.Поланьи) представляют собой тип экономических систем, в которых преобладает не обмен (двустороннее движение товаров между субъектами, ориентированными на прибыль), а движение благ и услуг к «Центру» и от него. Причем независимо от того, осуществляется ли движение объектов физически или меняется только порядок права их присвоения и использования без каких-либо изменений в действительном размещении продуктов или ресурсов [Polanyi 1977].

Эти два типа социального устройства сформировались естественным путем, они представляют собой два способа самоорганизации социума в существующих тем или иным государствам материально-технологических внешних условиях. Данное разделение, как показывает анализ развития государств, начиная с Древнего Египта и Месопотамии, является исторически устойчивым. Доминирование той или иной институциональной матрицы необходимо предполагает действие в государстве альтернативных институтов, комплементарно «дополняющих до целого» общественную систему. В одном случае доминируют институты *X*-матрицы, в то время как институты *Y*-матрицы лишь дополняют институциональную структуру. В другом случае наоборот – главными, определяющими выступают институты *Y*-матрицы, а дополнительными являются институты *X*-матрицы. При этом комплементарные институты, аналогично рецессивным генам в живом организме, являясь необходимыми, не являются определяющими для характеристики базовых, доминантных свойств институциональной структуры. Изменение соотношения (баланса) доминантных и комплементарных институтов определяется внешними и внутренними факторами. Важен институциональный баланс, поиск оптимального соотношения базовых и комплементарных институтов, равно значимых для воспроизводства общества того или иного типа [Малков, Кирдина 2010].

Важным является то, что в эпохи перемен происходит естественное смещение институциональных структур в сторону усиления *Y*-элементов (недаром греческая демократия возникла и существовала в «осевое время»), а по завершению этих эпох происходит смещение институциональных структур в сторону усиления *X*-элементов [Малков 2009а, 2009б]. Соответственно, в исторической перспективе нас ждет переход к доминированию *X*-структур, к формированию системы глобального регулирования. Однако этот процесс еще только начался.

Что касается ближайшей перспективы, то она будет характеризоваться экономической и политической турбулентностью; при этом возможны различные варианты мирового развития (см. табл. 3.2).

Если после периода потрясений в конце пятого цикла Кондратьева уровень ресурсной базы в мире будет низким, то:

- в случае удержания США лидерства реализуется вариант №1 (силовая интеграция);
- в случае утраты лидерства нынешним центром реализуется вариант №2.

Если после периода потрясений в конце пятого цикла Кондратьева уровень ресурсной базы в мире будет расти, а экологические проблемы будут разрешаться, то:

- реализуется вариант №3;
- в случае преобладания интеграционных процессов реализуется вариант №4.

Анализ показывает, что наиболее вероятным является вариант №3.

Таблица 3.2

Варианты мирового развития на горизонте 20–30 лет

№	Вариант	Суть	Ресурсная база
1	Продолжение глобализации, реформированный западоцентризм	Несмотря на неизбежное реформирование финансово-политических институтов, США удерживают лидерство и поддержку Западной Европы. Продолжается политика «золотого миллиарда», доллар – по-прежнему резервная мировая валюта	Усиление проблем с обеспеченностью ресурсами, ухудшение экологии
2	Фрагментация, неустойчивость, конфликтность	Явных лидеров нет, ситуация неустойчивая, преобладает протекционизм, взаимное недоверие	Усиление проблем с обеспеченностью ресурсами, ухудшение экологии
3	Регионализм, соперничество нескольких крупных блоков	Страны объединяются в крупные региональные блоки (США+Канада, Европа, Азия, Южная Америка), роль Запада постепенно снижается, существует несколько резервных валют	Преодоление острых ресурсных ограничений, постепенное решение экологических проблем
4	Продолжение глобализации, относительная сбалансированность	Вырабатывается механизм согласования интересов, институализируется «мировое правительство», вводится новая единая мировая валюта	Преодоление острых ресурсных ограничений, постепенное решение экологических проблем

3.3. Моделирование взаимодействий в мировой системе*3.3.1. Базовая модель взаимодействия «Центра» и «Периферии» Мир-системы*

Модель региональной динамики относится ко второму уровню иерархической системы моделирования. В соответствии с изложенной выше методологией эта модель должна строиться как конкретизация и детализация базовой модели мировой динамики и иметь структурное подобие с последней. Как уже говорилось, конкретизацию базовой модели мировой динамики целесообразно начинать с рассмотрения взаимодействия стран-лидеров технологического развития и временно отстающих стран, объединенных в два кластера с условным наименованием «Центр» и «Периферия».

Принципы построения базовой модели «Центр»–«Периферия» изложены в Разделах 1.2, 3.1 и в работах [Коротаев, Халтурина 2009; Халтурина, Коротаев 2010; Малков и др. 2010; Малков, Коротаев, Божевольнов 2010; Коротаев и др. 2010]. Структурная схема модели приведена на рис. 3.9.

Схема структурно аналогична схеме на рис. 3.3 и дополнительно отражает наиболее важные связи между кластерами «Центр» и «Периферия». В рамках рассматриваемого приближения этими связями являются:

- в демографической сфере – миграция дешевой рабочей силы из стран «Периферии» в страны «Центра». Это касается как низкоквалифицированных рабочих, так и высококвалифицированных работников (так называемая «утечка мозгов»);
- в сфере технологий – постепенный переток новых технологий, создаваемых в странах «Центра», в страны «Периферии» (путем продажи-покупки патентов и лицензий, за счет перевода массового производства из стран «Центра» в страны «Периферии» и т.п.);

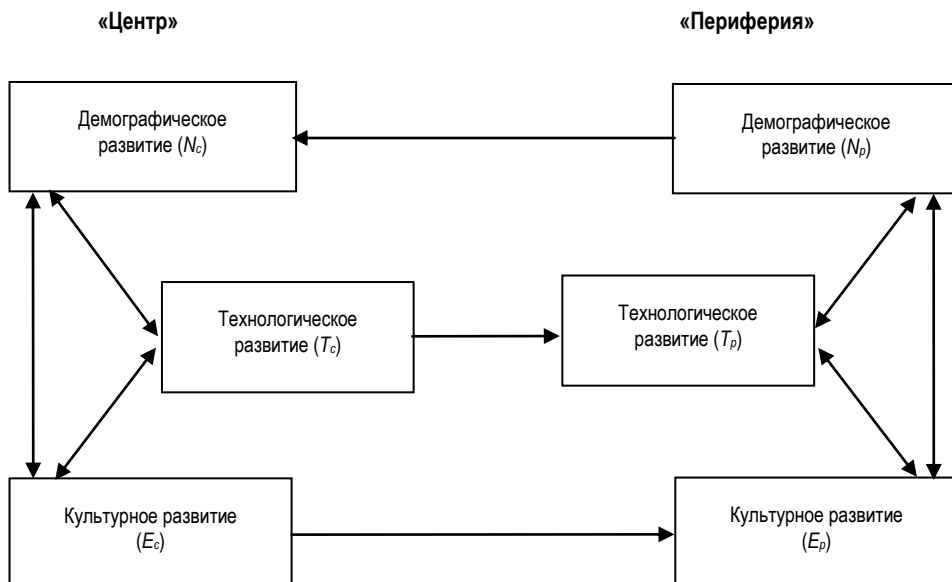


Рисунок 3.9

Структурная схема базовой региональной модели «Центр»–«Периферия»

- в сфере культуры и образования – постепенное освоение достижений науки и образования стран «Центра» странами «Периферии».

В обобщенном виде базовая модель региональной динамики может быть представлена следующей системой уравнений:

«Центр»	«Периферия»
$\frac{dN_c}{dt} = a_c T_c N_c (1 - E_c) + a' N_p C_N$	$\frac{dN_p}{dt} = a_p T_p N_p (1 - E_p) - a' N_p C_N \quad (3.24)$
$\frac{dT_c}{dt} = b_c T_c E_c$	$\frac{dT_p}{dt} = b_p T_p E_p + b' T_c C_T \quad (3.25)$
$\frac{dE_c}{dt} = c_c T_c E_c (1 - E_c)$	$\frac{dE_p}{dt} = c_p T_p E_p (1 - E_p) + c' E_c C_E \quad (3.26)$
$Y_c = T_c e_c N_c$	$Y_p = T_p e_p N_p \quad (3.27)$

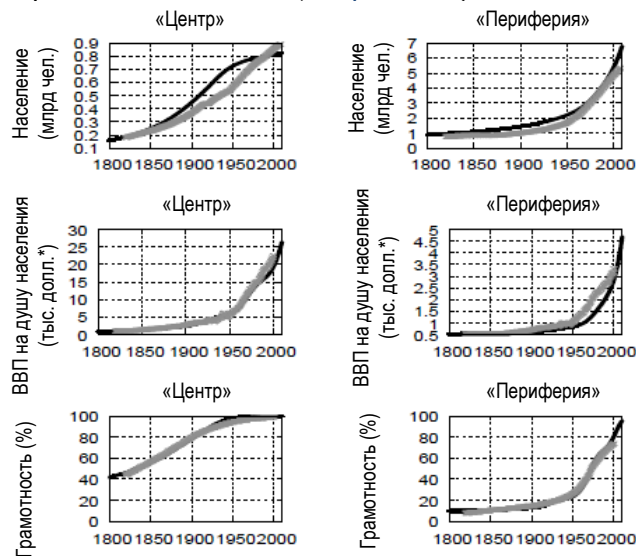
где N – численность населения; T – уровень технологий; E – образованность; Y – региональный ВВП; a, b, c, a', b', c' – структурные коэффициенты; $C_i = C_i(T, E, Y)$ – функция связи в i -й сфере; e – доля работающих в населении; индекс c показывает, что соответствующая величина характеризует «Центр»; индекс p показывает, что соответствующая величина характеризует «Периферию».

Видно, что структура уравнений и для «Центра» и для «Периферии» повторяет структуру базовой модели мировой динамики (3.9)–(3.12). Отличие в том, что:

- в правые части уравнений добавлены члены, описывающие взаимодействие подсистем и содержащие функции связи C_N , C_T , C_E , определяемые на основе эмпирических данных;
- в правые части уравнений (3.25) и для «Центра» и для «Периферии» входит комбинация переменных TE , а не TN , как в соответствующем уравнении мировой динамики (3.10). Это связано с тем, что доли изобретателей в странах-технологических лидерах и в странах-технологических аутсайдерах существенно отличаются, что лучше учитывается произведениями $T_p E_p$ и $T_c E_c$ (поскольку средний уровень образования E коррелирует с количеством людей, занимающихся наукой и развитием технологий).

Особенность учета взаимодействия «Центра» и «Периферии» заключается в том, что уравнения (3.24), отражающие процессы миграции рабочей силы, обладают свойством непрерывности (сколько мигрантов убывает из стран «Периферии», столько же их прибывает в страны «Центра»); в то время как процесс перетока технологий и образования из «Центра» в «Периферию» происходит без снижения уровня T и E в странах «Центра».

Более подробно описание модели взаимодействия «Центра» и «Периферии» приведено в [Малков, Коротаев, Божевольнов 2010]. Расчеты по модели продемонстрировали хорошее согласие результатов моделирования с историческими данными (см. рис. 3.10).



ПРИМЕЧАНИЕ:
* постоянные международные доллары 1990 г. в ППС. Здесь и далее: черные кривые – численный расчет, серые – исторические данные.

Рисунок 3.10
Сравнение результатов численного расчета с историческими данными на временном интервале с 1800 г. по 2010 г.

На рис. 3.11 представлены расчетные и эмпирические данные, характеризующие отличие «Центра» и «Периферии» по показателю ВВП на душу населения.

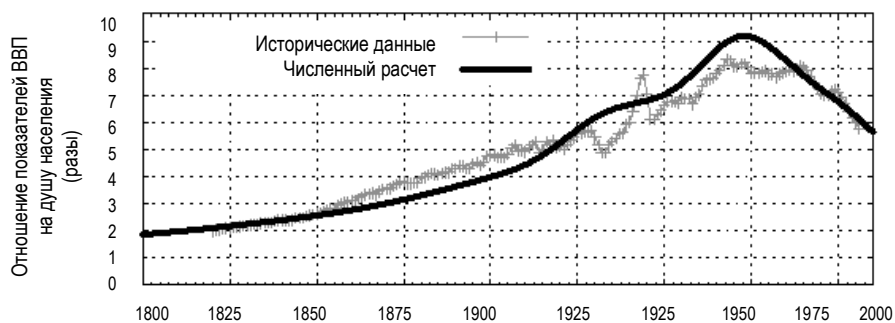


Рисунок 3.11

Отличие «Центра» и «Периферии» по показателю ВВП на душу населения

Удовлетворительная верификация модели на исторических данных позволяет использовать ее для прогнозных оценок. На рис. 3.12 представлен прогноз динамики отличия «Центра» и «Периферии» по показателю ВВП на душу населения до 2050 г. На рис. 3.13 представлен прогноз динамики ВВП на душу населения до 2050 г. в «Центре» и на «Периферии».

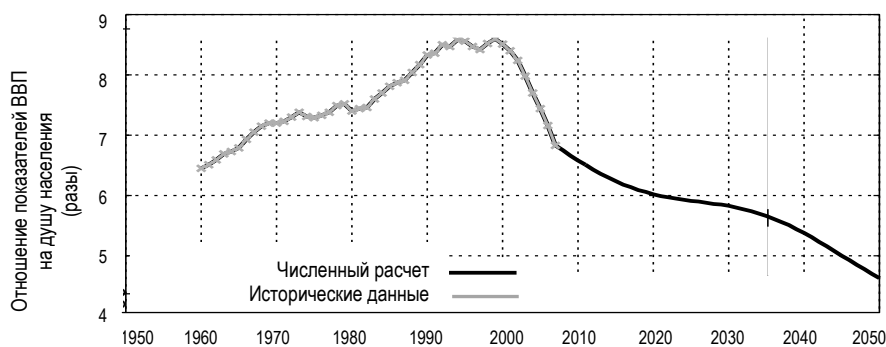
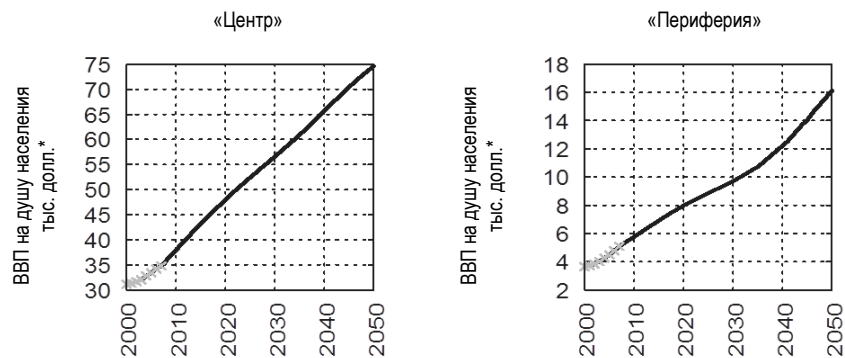


Рисунок 3.12

Разрыв между «Центром» и «Периферией» по показателю ВВП на душу населения, прогноз до 2050 г.



ПРИМЕЧАНИЕ: *постоянные доллары США 2005 г. в паритете покупательной способности.

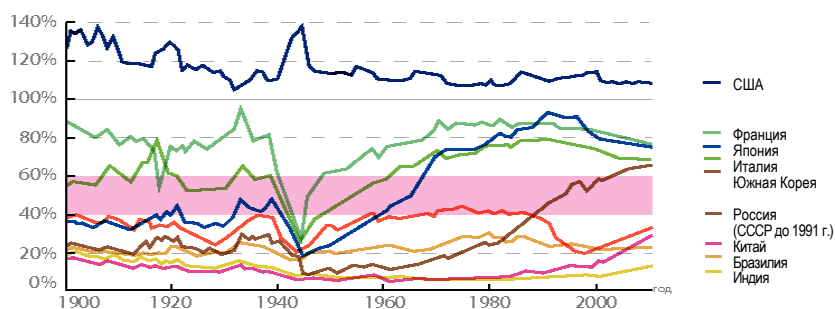
Рисунок 3.13

ВВП на душу населения, прогноз до 2050 г.

Приведенные статистические данные и результаты моделирования показывают, что на рубеже тысячелетий произошел слом долговременной тенденции во взаимодействии нынешнего «Центра» и «Периферии», и в ближайшем будущем следует ожидать существенных изменений структуры Мир-системы.

3.3.2. Особенности взаимодействия стран «Центра» и «Периферии» Мир-системы

Важным вопросом взаимодействия стран «Центра» и «Периферии» Мир-системы является определение возможностей и ограничений догоняющего развития. Исторический опыт показывает, что переход из группы развивающихся стран в группу развитых стран – очень сложная задача, решение которой удавалось немногим (см. рис. 3.14).



ПРИМЕЧАНИЕ: уровень 100% – средний ВВП на душу населения для стран ОЭСР с высоким доходом (спад показателей многих стран в 40-е гг. связан со Второй мировой войной).

Источник: [World Bank 2011].

Рисунок 3.14

Динамика ВВП на душу населения в различных странах

Видно, что экономически развитые и развивающиеся страны отделяет друг от друга своеобразная «мертвая зона» (на [рис. 3.14](#) обозначена розовым цветом), которую сложно преодолеть. Перейти через эту зону смогли Япония и Южная Корея на восходящих фазах, соответственно, четвертого и пятого циклов Кондратьева: Япония – на волне развития технологий твердотельной электроники, Южная Корея – на волне развития технологий больших интегральных схем. Однако это – единичные случаи.

Для понимания феномена «мертвой зоны» необходимо более детальное рассмотрение условий, ускоряющих и замедляющих экономический рост.

Отличительной особенностью стран «Центра» Мир-системы (к ним в настоящее время могут быть отнесены страны ОЭСР) является их стремление достичь высоких темпов экономического роста за счет создания передовых технологий, производства высокотехнологичной продукции для внутреннего и внешнего рынка. Действительно, во всех странах ОЭСР большое внимание уделяется науке, образованию, внедрению инноваций. Прямая связь между темпами экономического роста, с одной стороны, и научно-технологическим развитием, затратами на НИОКР, с другой стороны, установлена эмпирически и теоретически [см., например, [Акаев, Коротаев, Малков, Божевольнов 2011](#), а также [Раздел 3.2.3, Приложение 1](#)]. При этом, как показывает анализ [[Райнерт 2011](#)] и моделирование (см. [Раздел 5 Приложения 1](#)), высокотехнологичные производства обладают свойством возрастающей отдачи от увеличения масштабов [[Кирдина, Малков 2008, 2010](#)], а ориентация на их развитие приводит в конечном итоге к увеличению доходов и уровня потребления населения²⁹.

В странах, образующих «Периферию» Мир-системы, ситуация другая, более сложная. С одной стороны, этим странам легче, поскольку, находясь в роли догоняющих, они не идут путем проб и ошибок и могут сконцентрировать свои усилия на освоении тех знаний и технологий, которые уже зарекомендовали себя как наиболее эффективные. Для этого нужно повышение открытости, развитие контактов, усиление торговых взаимодействий. Однако, с другой стороны, в условиях недостаточной готовности национальной экономики к восприятию новых технологий (неразвитость необходимой инфраструктуры, недостаток профессиональных кадров, институциональные несоответствия и т.п.) реально повышение открытости страны приводит к тому, что имевшиеся в ней центры развития не выдерживают конкуренции с иностранными фирмами и разоряются, а обученные национальные кадры, не находя приложения своим знаниям, покидают страну («утечка мозгов»).

²⁹ Логика этого проста (подробности см. в [Разделе 5 Приложения 1](#)): инновации приводят к повышению производительности труда, к увеличению количества произведенных товаров и услуг. Произведенную продукцию должен кто-то купить (иначе будет кризис перепроизводства). Этим «кем-то» является население. Поэтому население в развитых странах снабжают деньгами путем повышения зарплат, социальных выплат, льготного кредитования и т.п. (такую систему называют «обществом потребления»).

Обычной экономической нишей в мировом разделении труда для стран «Периферии» является производство сырья (минерального, сельскохозяйственного) для развитых стран. Проблема заключается в том, что сырьевые отрасли имеют, как правило, убывающую отдачу от масштабов производства [см., например, Райнерт 2011], что приводит к постепенному снижению доходов населения в сырьевых странах по отношению к доходам населения промышленно развитых стран. Данная ситуация усугубляется тем, что на мировом рынке идет конкуренция между странами-экспортерами сырья за рынки сбыта. Стремясь снизить издержки производства, производители сырья уменьшают зарплаты, доходы населения падают. Сжатие внутреннего платежеспособного спроса препятствует развитию высокотехнологичных производств, ориентированных на производство потребительских товаров. Происходит деиндустриализация страны, страна попадает в так называемую «**сырьевую ловушку**» или «**ловушку бедных стран**» [Райнерт 2011].

Именно этой ловушкой обусловлено наличие «мертвой зоны» на рис. 3.14. Выйти из данной ловушки можно только в результате целенаправленной долгосрочной политики руководства страны, направленной на развитие высокотехнологичных обрабатывающих производств, науки, образования, на повышение внутреннего платежеспособного спроса. Базовые модели, позволяющие анализировать эти процессы, приведены в Приложении 1.

3.3.3. Моделирование социально-экономической динамики стран БРИК

Агрегированные модели долгосрочной динамики крупных стран, имеющих обширный внутренний рынок и достаточно развитую экономику (а именно к таким государствам относятся страны БРИК), могут быть построены по типу базовой модели (3.1)–(3.4). Структурная схема таких моделей представлена на рис. 3.15.

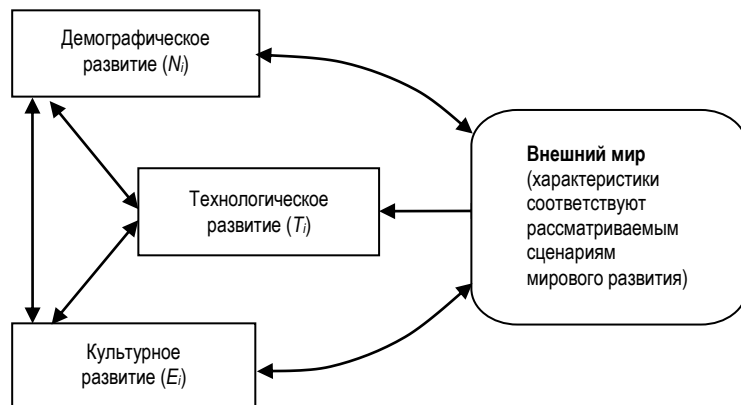


Рисунок 3.15

Структурная схема агрегированной модели долгосрочной динамики крупной страны

Достоинством такого построения модели является то, что она структурно подобна базовым моделям мировой и региональной динамики и поэтому может легко сочетаться с ними. Уравнения такой модели логично записать в виде:

$$\frac{dn_{ik}}{dt} = D_{ik}(t), \quad N_i(t) = \sum_k n_{ik}(t) \quad (3.28)$$

$$\frac{dT_i}{dt} = b_i T_i E_i + b'_i C_{Ti} \quad (3.29)$$

$$\frac{dE_i}{dt} = c_i T_i E_i (1 - E_i) + c'_i C_{Ei} \quad (3.30)$$

$$Y_i = T_i e_i N_i \quad (3.31)$$

где N_i – численность населения; T_i – уровень технологий; E_i – образованность; Y_i – ВВП i -й страны; n_{ik} – численность отдельных половозрастных групп населения; $D_{ik}(t)$ – демографическая функция, описывающая динамику различных групп населения; $a_i, b_i, c_i, b'_i, c'_i$ – структурные коэффициенты; $C_i = C_i(T, E, Y)$ – функция связи (отражает взаимодействие с внешним миром); e_i – доля работающих в населении страны.

Детализация модели выражается в более конкретном описании демографических процессов с учетом динамики половозрастных групп, в более детальной характеристике уровня образованности населения E с учетом доли населения, имеющего среднее и высшее образование и в более детальном описании функций связи $C_i(T, E, Y)$ на основе имеющихся статистических данных.

Значения структурных коэффициентов $a_i, b_i, c_i, b'_i, c'_i$ определяются путем настройки модели методом наименьших квадратов по рядам исторических данных. Данные значения коэффициентов без изменения могут быть использованы для расчета краткосрочного инерционного прогноза. Для анализа других (не инерционных) вариантов развития эти коэффициенты и функция связи C_i при проведении расчетов могут изменяться, отражая рассматриваемые сценарии структурной политики государств.

Целью прогнозных расчетов является нахождение оптимальных вариантов структурных изменений, определение возможностей и ограничений экономического роста, долгосрочных перспектив развития.

При исследовании факторов роста развивающихся стран было обнаружено, что иностранные инвестиции имеют значительно более сильное влияние на рост производительности труда по сравнению с внутренними инвестициями. Это связано с тем, что иностранные вложения (идущие, как правило, от развитых стран) приносят с собой также новые технологии и создают новые высокопроизводительные рабочие места.

В связи с этим уравнение для роста производительности труда включает два слагаемых – прирост от внутренних инвестиций и прирост от внешних инвестиций. Чувствительность к внешним инвестициям высока для развивающихся стран и постепенно убывает по мере увеличения благосостояния. Для развитых стран внутренние и внешние инвестиции уже не различимы и вносят одинаковых эффект.

Таким образом эффект догоняющего развития во многом объясняется внешними инвестициями, связанными с передачей технологий в виде лицензий на использование патентов. Во всех развивающихся странах внешние инвестиции дают большой импульс экономике. Однако не во все страны эти инвестиции поступают. Среди развивающихся стран есть конкуренция за получение инвестиций, и многие бедные страны их получают в очень малых объемах (факторы инвестиционной привлекательности развивающихся стран исследованы в [Коротаев и др. 2010]).

Хорошим индикатором привлекательности страны для иностранных инвестиций оказался индекс коннективности, равный числу стран, имеющих авиарейсы в данную страну. Данный индекс хорошо коррелирует с долей внешних инвестиций в общем объеме инвестиций страны.

На основе полученных закономерностей были проведены прогнозные расчеты роста экономик БРИК и ряда других стран в период до 2050 г. При проведении расчетов считалось, что отношение объема инвестиции в страны БРИК к их ВВП будут сохраняться на постоянном уровне. В связи с этим прогноз является оптимистичным для стран БРИК, поскольку при возникновении глобальных кризисов инвестиции в развивающиеся страны могут резко упасть, что также резко скажется на росте производительности труда в этих странах. Результаты расчетов представлены на рис. 3.16 и 3.17.

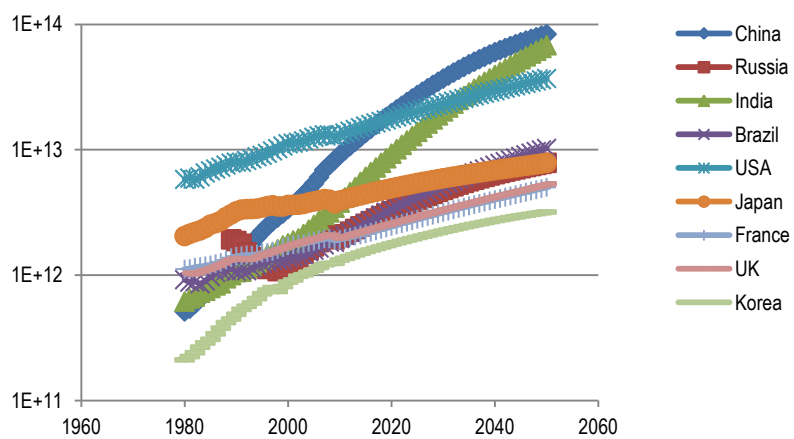


Рисунок 3.16
Прогноз динамики ВВП стран БРИК в сравнении с другими странами
(долл. США 2005 г. по ППС)

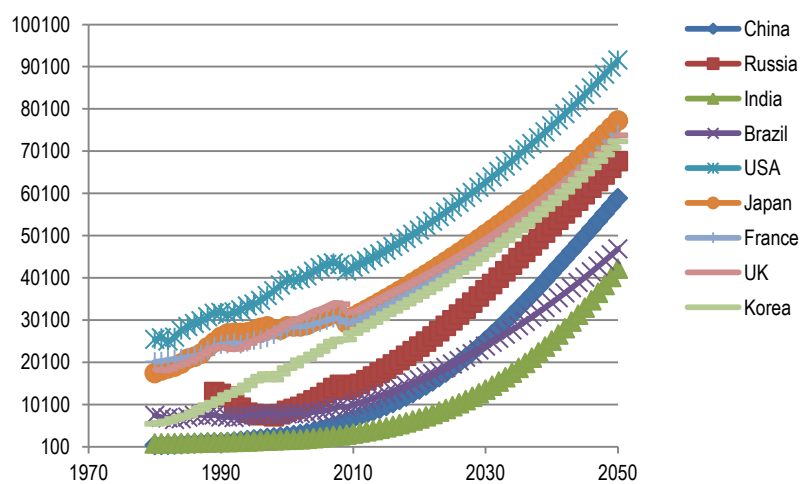


Рисунок 3.17
Прогноз динамики ВВП на душу населения в странах БРИК
в сравнении с другими странами
(долл. США 2005 г. по ППС)

На рис. 3.18 и 3.19 представлены результаты сравнения двух сценариев мирового развития, выполненных с использованием модели, с прогнозом Goldman Sachs [Goldman Sachs 2003].

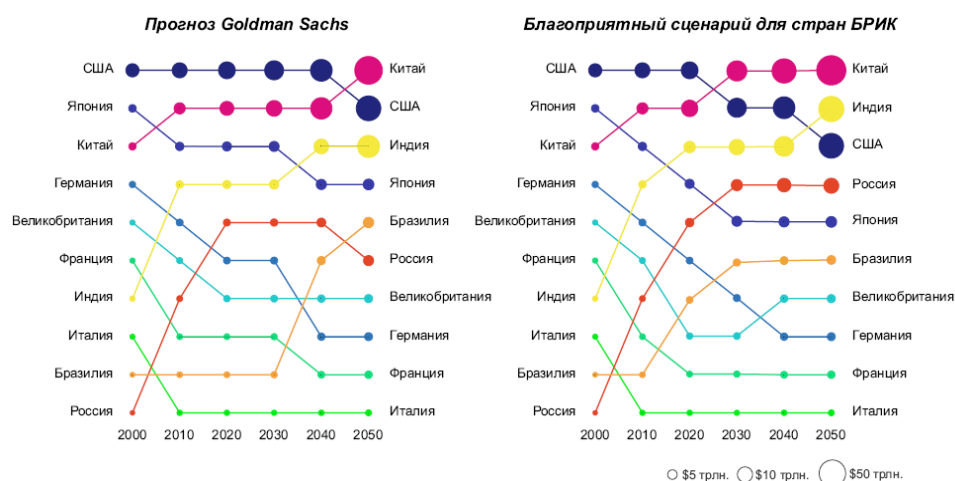


Рисунок 3.18

Сравнение благоприятного прогноза для стран БРИК с прогнозом Goldman Sachs

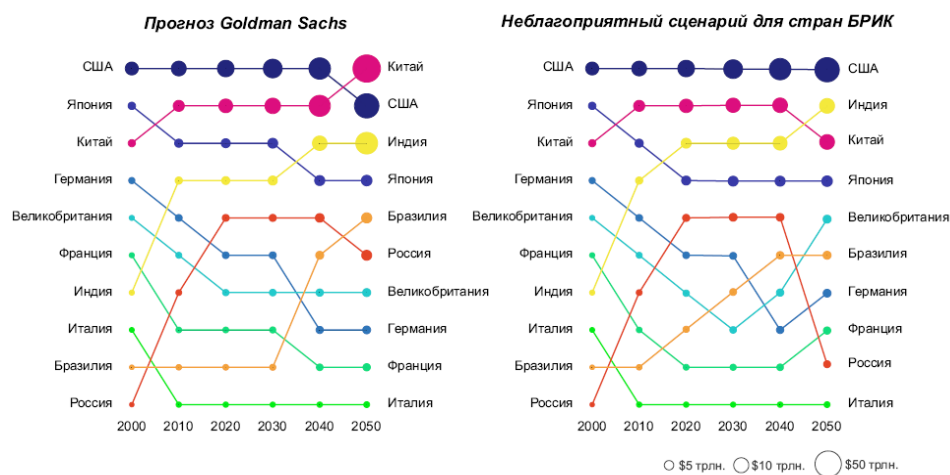


Рисунок 3.19

Сравнение неблагоприятного прогноза для стран БРИК с прогнозом Goldman Sachs

Таким образом, базовая модель долгосрочной динамики позволяет оценивать перспективы развития стран БРИК в рамках различных сценариев.

Однако, несмотря на бóльшую детализацию по сравнению с моделью региональной динамики, данная модель остается слишком агрегированной для решения практических оптимизационных задач и может прогнозировать лишь общие тренды для различных сценариев развития. Для решения оптимизационных задач, предназначенных для поддержки принятия практических решений, должны использоваться модели другого типа (см. [Раздел 4.1.2](#)).

3.3.4. Моделирование геополитической динамики

Особенностью математических моделей иерархической системы моделирования мировой динамики является совместное моделирование экономической, демографической, политической, социальной, культурной и технологической динамики как мира в целом, так и отдельных стран. Это позволяет проводить сравнения уровня развития государств мира по различным показателям, определять роль и место этих государств в геополитической иерархии. Традиционно в качестве интегрирующего показателя, с помощью которого проводится сравнение различных государств друг с другом, используется так называемый «геополитический статус» (ГПС) страны. ГПС представляет собой свертку частных показателей, характеризующих развитие различных сфер жизни страны, с учетом их относительного вклада в увеличение силы и авторитета государства на международной арене.

Существует несколько подходов к определению ГПС, они описаны в [[Винокуров 2011](#)]. В [[Винокуров 2010](#)] обоснован подход, на основании которого общая формула расчета статуса имеет вид:

$$S(t) = G(t) \cdot F_A(t), \quad (3.32)$$

где $S(t)$ – геополитический статус в момент времени t ; $G(t)$ – геополитический потенциал, значение которого определяется по следующей формуле:

$$G(t) = 0,5 (1 + X_M^{0,43}) X_T^{0,11} X_D^{0,19} X_E^{0,27} \quad (3.33)$$

где X_i ($i=T, D, E, M$) – доли государства в общемировых показателях в территориальной, демографической, экономической и военной сферах соответственно. F_A – «функция влияния», определяющая совокупное влияние факторов, не связанных явно с геополитическим потенциалом (к этим факторам относятся: качество государственного управления, степень независимости – политической, военной, экономической – страны, ее участие в военно-политических коалициях). Методика определения $G(t)$ и $F_A(t)$ описана в [Приложении 1](#).

На [рис. 3.20](#) представлены результаты расчетной оценки геополитического статуса ведущих стран мира в период 1938–1946 гг.

Видно, что именно во время второй мировой войны произошла смена мирового лидера и США поднялись на вершину геополитической пирамиды.

На [рис. 3.21](#) представлены результаты расчетной оценки геополитического статуса ведущих стран мира в послевоенный период.

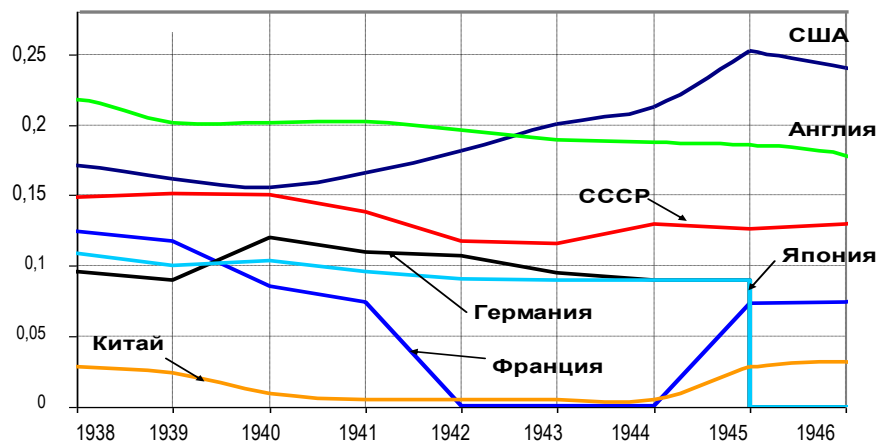


Рисунок 3.20
Статусы ведущих стран мира в период 1938–1946 гг.

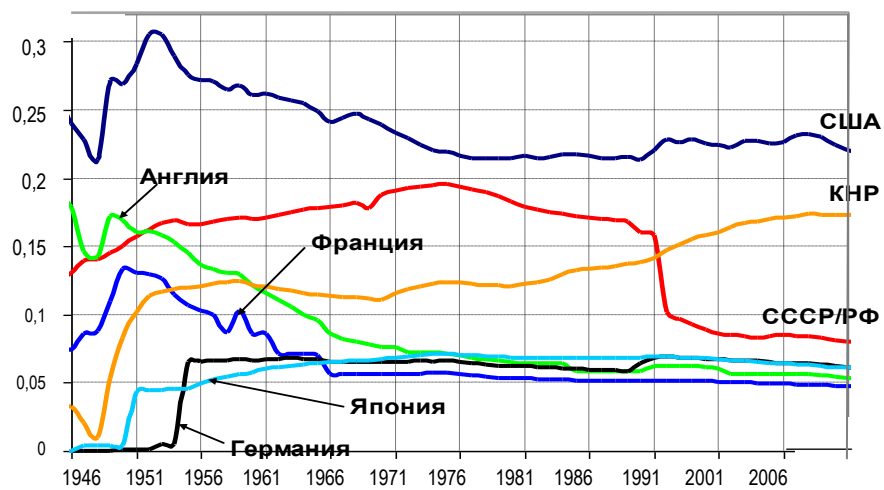


Рисунок 3.21
Статусы ведущих стран мира в период 1946–2010 гг.

Видно, что в девяностые годы произошло резкое снижение ГПС России, а КНР по величине ГПС вышла на второе место в мире.

Модель позволяет определять изменение геополитической «дистанции» между конкретными государствами (в виде разницы между значениями их ГПС), что отражает динамику соотношения государств в глобальных геополитических координатах. На рис. 3.22 представлены результаты расчетной оценки геополитической «дистанции» между Россией и мировым лидером на протяжении XX–начала XXI вв.

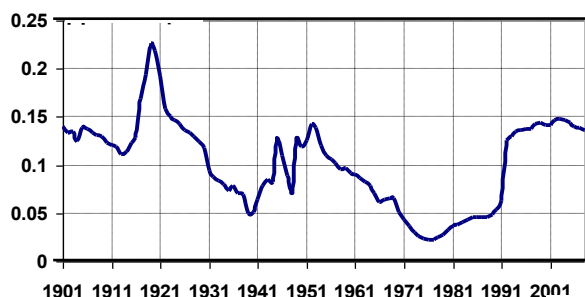


Рисунок 3.22

Геополитическая дистанция между Россией и мировым лидером

Видно, что геополитическая дистанция между Россией и мировым лидером (тогда это были США) была наименьшей в середине 1970-х гг. и резко увеличилась после распада СССР.

На рис. 3.23 представлена прогнозная оценка геополитической «дистанции» между Китаем (претендентом на мировое лидерство) и США (нынешним мировым лидером) в условиях реализации и в отсутствие реализации договора о сокращении стратегических наступательных потенциалов (СНП) США и России. В условиях сокращений, предусмотренных СНП, прогнозируется более ранняя, чем без этих сокращений, потеря американского лидерства.

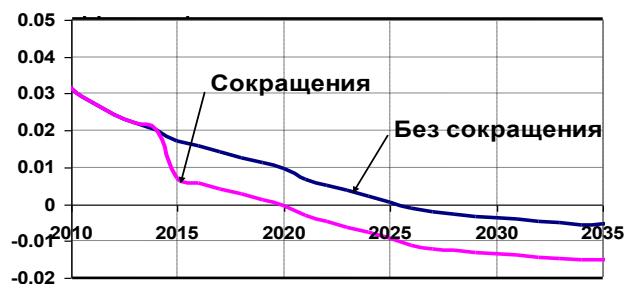


Рисунок 3.23

Динамика геополитической дистанции между США и Китаем в зависимости от реализации нового договора о сокращении СНП

Таким образом, введение интегрального показателя «геополитический статус» в виде свертки частных показателей, характеризующих состояние различных сфер жизни страны, позволяет проводить анализ и прогноз мировой динамики на геополитическом уровне.

3.4. Моделирование неравновесных процессов и кризисов

3.4.1. Моделирование экономических циклов

Эмпирическому и теоретическому анализу экономических циклов посвящена обширнейшая литература (ее обзор приведен в [Разделе 2.2](#)). Классическими работами по математическому моделированию циклической динамики являются [[Samuelson 1939](#); [Harrod 1936](#); [Hicks 1950](#)]. Различными авторами созданы как базовые (отражающие основные закономерности), так и детальные имитационные модели циклических процессов [[Stermann, Meadows 1985](#)]. Тем не менее потребность в дальнейшем совершенствовании математического описания экономических циклов остается. Это связано с тем, что, несмотря на имеющиеся прогнозные модели, для многих разразившийся в 2008 г. мировой финансово-экономический кризис оказался неожиданным, его дальнейшая динамика не ясна. Циклическая составляющая очень часто вообще не учитывается различными авторитетными организациями, прогнозирующими мировое экономическое развитие [[PricewaterhouseCoopers 2006](#)]. В последние десятилетия стало очевидным важнейшее влияние финансового сектора и особенностей динамики спроса на циклические процессы в экономике; однако эти факторы отражены в моделях явно недостаточно, что снижает достоверность моделирования и прогноза развития мировой экономики. В связи с этим, представляется целесообразным обратиться к базовым моделям экономического развития с целью анализа потребности в их уточнении и совершенствовании.

На базовом уровне рассмотрения основными особенностями экономических процессов являются следующие:

- 1) стремление рыночной экономики к равновесию;
- 2) наличие временных лагов (задержек) в реакции экономики на изменение внешних и внутренних условий;
- 3) наличие положительных обратных связей в экономических процессах, что в определенных случаях приводит к неустойчивости их протекания.

С учетом этих особенностей в работе [[Акаев 2007](#)] было получено общее дифференциальное уравнение макроэкономической динамики, описывающее совместное взаимодействие долгосрочного экономического роста и циклических колебаний деловой активности в свободной рыночной экономике:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 Y}{dx^2} + \left\{ \lambda + k - \lambda(1-s) \frac{1}{Y^*} \frac{\partial \bar{Y}}{\partial L} - k\lambda \left[1 - \frac{4}{3} \chi \left(v \frac{dY}{dt} \right)^2 \right] \right\} \frac{dY}{dt} + \lambda \left[k - s(1-s) \frac{\partial \bar{Y}}{\partial K} \right] Y + \\ + \lambda(1-s) \left(\mu - k \frac{a}{h} \right) K \frac{\partial \bar{Y}}{\partial K} - K\lambda(1-s) \frac{b}{h} L \frac{\partial \bar{Y}}{\partial L} = \lambda \frac{dA}{dt} + k\lambda A. \end{aligned} \quad (3.34)$$

где $Y(t)$ – текущий объем выпуска продукции (текущий уровень ВВП); $\bar{Y}=F(K, L)$ – уровень выпуска, соответствующего траектории долгосрочного роста; K – капитал; L – труд; λ – скорость реакции запаздывания предложения от спроса; k – скорость реакции запаздывания фактических индуцированных капиталовложений от решения об инвестициях; s – коэффициент сбережений; v – мощность акселератора; μ – коэффициент выбытия капитала; a, b, h – постоянные коэффициенты в уравнении Эйлера для производственной функции: $aK \frac{\partial \bar{Y}}{\partial K} + bL \frac{\partial \bar{Y}}{\partial L} = h\bar{Y}$; $\gamma^* = \gamma \frac{Y_F}{L^*}$ модифицированный параметр Оукена (γ); Y_F – национальный доход при полной занятости; A – независимые от дохода (Y) расходы как на капиталовложения, так и на потребление.

Уравнение (3.34) включает в себя нелинейный акселератор инвестиций, равный $\frac{4}{3} k\lambda \left(v \frac{dY}{dt} \right)^3$ (при $\chi=1$), который обеспечивает поддержание в данной экономической системе незатухающих циклических колебаний. Экономическая система с нелинейным акселератором является классической автоколебательной системой, в которой роль механизма положительной обратной связи играет нелинейный акселератор, а в качестве коэффициента усиления служит мощность акселератора v . Если коэффициент усиления v достаточно велик ($v > 1,05$), то в системе возникает самоподдерживающийся колебательный процесс, характеристики которого определяются внутренними (структурными) параметрами системы [Акаев 2008]. Таким образом, в точке $v=1,05$ в системе происходит бифуркация рождения цикла. При выводе уравнения (3.34) была также учтена циклическая безработица, которая возникает в периоды спадов, что позволяет рассматривать реальную экономику с неполной занятостью.

Данная модель использовалась для моделирования макроэкономической динамики США. Верификация модели проводилась по статистическим данным экономического развития США в период пятого кондратьевского цикла 1983–2010 гг. После верификации проводились прогнозные расчеты экономического развития США до 2050 г. в соответствии с инновационной стратегией развития. Результаты расчетов представлены на рис. 3.24.

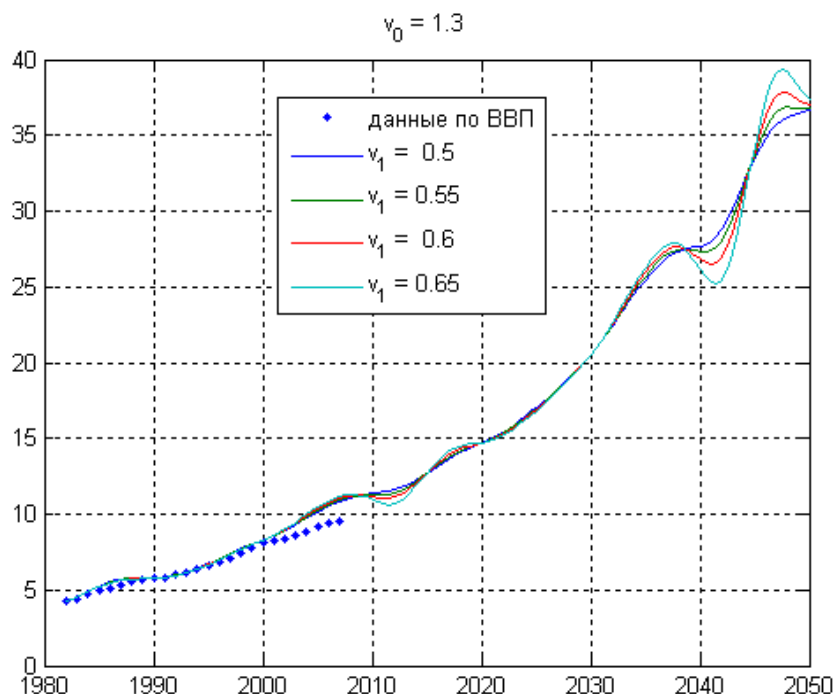


Рисунок 3.24
Прогноз динамики ВВП США до 2050 г.

Видно, что траектория движения ВВП довольно хорошо описывает изменения экономической конъюнктуры в соответствии с развитием большого цикла Кондратьева, включая резкое ухудшение конъюнктуры, приводящее к кризисной рецессии. Большие циклические кризисы, сопровождаемые депрессиями видны особенно отчетливо. Глубина кризиса зависит от величины v_1 , которая в какой-то мере отражает спекулятивную активность, тогда как v_0 — это нормальная предпринимательская активность, направленная на созидательную деятельность, на производство потребительских благ. Прогноз также показывает, что к 2050 г. объем ВВП США достигнет примерно 36 трлн долл. в ценах 2000 г., что практически совпадает с прогнозом, полученным исследователями крупнейшей американской компании «PricewaterhouseCoopers» [2006].

Таким образом, разработанная математическая модель долговременного экономического роста, учитывающая влияние циклических колебаний на формирование траектории роста, позволяет значительно лучше описать реальную макроэкономическую динамику как в качественном, так и количественном отношении. Важно, что модель является адекватной математической основой инновационно-циклической теории экономического раз-

вития Шумпетера–Кондратьева. А это дает возможность изучать реальное поступательно-циклическое развитие экономической системы путем математического моделирования. Модель также позволяет рассчитать в грубом приближении время наступления циклической кризисной рецессии, как это видно непосредственно на [рис. 3.24](#). Она определяется точностью задания продолжительности кондратьевского цикла. Подробное описание модели приведено в [Приложении 1](#).

3.4.2. Моделирование и прогноз кризисов

Наиболее сложной проблемой анализа кризисных явлений в экономике и политике является прогноз момента, когда кризис переходит из тлеющей в острую фазу своего развития. Моделирование социально-экономических и демографических процессов позволяет выявлять индикаторы, которые способны заранее указывать на возможность и вероятные сроки возникновения кризисных явлений в обществе.

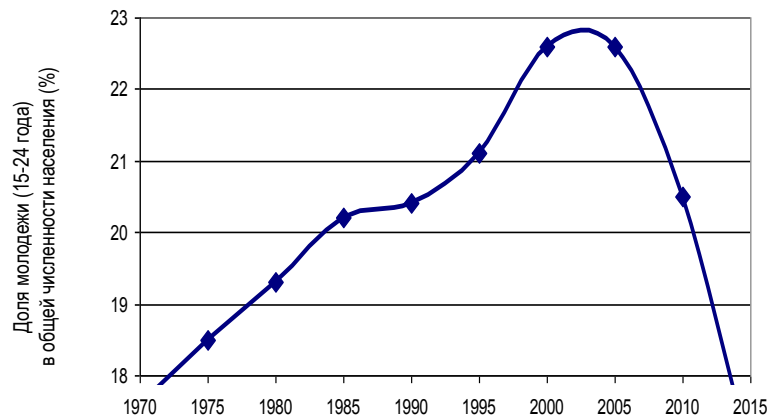
Примером индикатора-предвестника, указывающего на возможность **политической нестабильности** в развивающихся странах, является возникновение так называемого «молодежного бугра», т.е. временного увеличения доли молодежи в населении страны. Основная идея заключается в том, что в странах, проходящих стадию перехода от аграрного к индустриальному обществу, типичным является демографический взрыв, обусловленный значительным снижением младенческой смертности (в результате использования достижений современной медицины) при сохранении в течение определенного периода времени традиционной модели многодетной семьи. Избыточное молодое поколение, не имея возможности найти работу в сельской местности, мигрирует в города, где в условиях массовой безработицы становится социальной базой для радикальных партий и экстремистских организаций. Результатом этого является рост внутривнутриполитической нестабильности, которая может вылиться в массовые волнения, вооруженные столкновения и гражданские войны (и это несмотря на общий рост ВВП на душу населения).

На [рис. 3.25](#) изображен «молодежный бугор», наблюдавшийся в Алжире накануне и в период кровопролитной гражданской войны 1992–2002 гг.

В [[Коротаев и др. 2011](#)] показано, что возникновение «молодежного бугра» можно предсказать на основе моделирования с использованием, например, аналитической модели МакКендрика–фон Ферстера. В соответствии с этой моделью уравнения для определения количества лиц возраста τ в момент времени t записываются следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u(\tau, t)}{\partial t} + \frac{\partial u(\tau, t)}{\partial \tau} &= -d(\tau, t)u(\tau, t), \\ u(0, t) &= 0,5 \int_0^{\infty} u(\tau, t)b(\tau, t)d\tau, \quad u(\tau, 0) = g(\tau), \end{aligned} \quad (3.35)$$

где $u(\tau, t)$ – количество лиц возраста τ в момент времени t , $b(\tau, t)$ – интенсивность рождения детей у женщин возраста τ в момент времени t , $d(\tau, t)$ – возрастной коэффициент смертности для лиц возраста τ в момент времени t , $g(\tau)$ – возрастная структура общества в начальный момент времени. На рис. 3.26 представлены результаты расчетов демографической динамики для модельного случая, аналогичного ситуации, сложившейся в Алжире на рубеже XX и XXI веков.



Источник: [UN Population Division 2010].

Рисунок 3.25

Динамика доли молодежи (15–24 года) в общей численности населения Алжира в 1970–2005 гг. с прогнозом до 2015 г. (%)

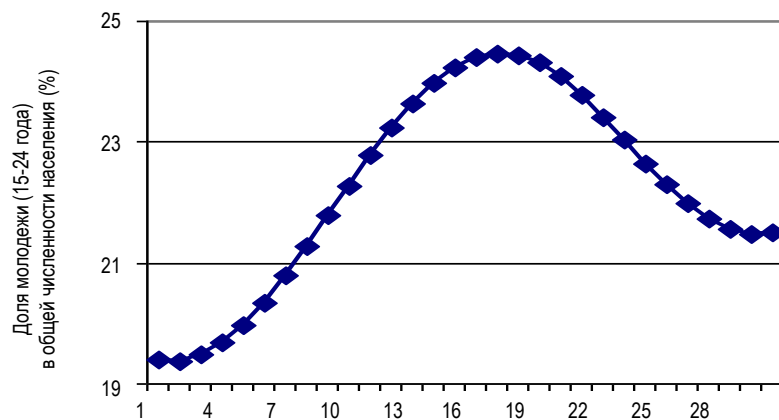


Рисунок 3.26

Изменение доли молодежи (15–24 года) в общей численности населения при снижении младенческой смертности (модельный случай)

Видно, что результаты расчетов, несмотря на использование относительно простой модели (3.35), достаточно хорошо отражают ситуацию, наблюдавшуюся в Алжире (см. [рис. 3.26](#)). Возможность появления «молодежных бугров», выявляемая в результате моделирования демографической динамики конкретных стран, делает такое моделирование эффективным инструментом прогноза политической нестабильности. Более подробно эта тема освещена в [Приложении 2](#).

Примером индикатора-предвестника, указывающего на приближение **экономического кризиса**, является взрывной рост цен на высоколиквидные товары (нефть, золото и т.п.). В ряде основополагающих работ Дидье Сорнетта, Андерса Йохансена и их сотрудников [[Sornette, Johansen 2001](#)] было показано, что ускоряющиеся лог-периодические колебания, накладываемые на взрывной возрастающий тренд, описываемый степенной функцией с сингулярностью в конечный момент времени t_c :

$$x(t) = a + \varepsilon(t_c - t)^\beta + c(t_c - t)^\beta \cos[\omega \ln(t_c - t) + \phi], \quad (3.36)$$

наблюдаются в ситуациях, ведущих к катастрофам, и позволяют предсказывать эти события. В работе [[Akaev, Fomin, Tsirel, Korotayev 2011](#)] предложен алгоритм расчета критического времени (времени наступления кризиса), основанный на аппроксимации текущих цен степенной функцией с сингулярностью (обострением) с наложенным на нее ускоряющимся лог-периодическим колебанием. С.Марчетти и Н.Накиценович впервые обратили внимание на периодически повторяющиеся резкие скачки в ценах на доминирующие энергоносители, которые совпадают с периодом смены больших кондратьевских циклов [[Marchetti, Nakicenovic 1979](#)]. Эти всплески цен длятся обычно около 10 лет и знаменуют собой начало важного структурного сдвига в энергопотреблении. Эти всплески цен являются предвестниками глобальных циклических кризисов в мировой экономической и финансовой системе. Действительно, когда мировая экономика находится на повышательной волне кондратьевского цикла, благоприятная конъюнктура мирового рынка постоянно повышается, и цены на нефть в соответствии с теорией кондратьевских циклов находятся на низком стационарном уровне, определяемом ценой производства и транспортировки. Но как только происходит значительное ухудшение конъюнктуры мирового рынка на понижательной волне кондратьевского цикла, капитал начинает стремительно перемещаться в нефть и золото, как товары с абсолютной ликвидностью, вызывая тем самым взрывной рост цен, как показано на [рис. 3.27](#).

Понятно, что надувание ценового пузыря не может быть бесконечным, поэтому в окрестности момента обострения, описываемого кривой (3.36), происходит срыв в кризис. На основе подобных графиков можно с высокой точностью прогнозировать критические моменты в экономической динамике и загодя предпринимать меры по предотвращению катастрофических последствий кризисов. Ближайшие годы будут характеризоваться сложной

социально-экономической обстановкой, чреватой кризисными явлениями, что повышает роль прогноза и выверенной государственной политики.

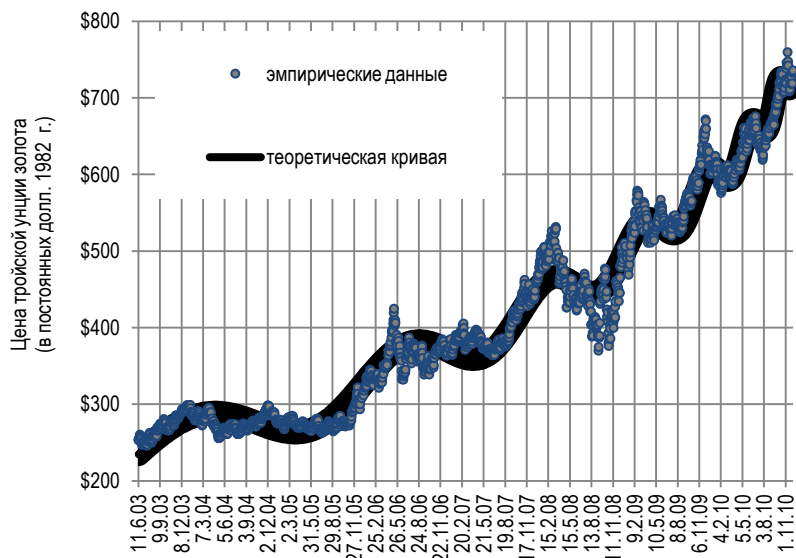


Рисунок 3.27
Лог-периодические колебания мировых цен на золото

Подробно указанная методология прогнозирования кризисов на основе математического моделирования изложена в [Акаев, Fomin, Tsirel, Korotayev 2010; Акаев, Садовничий 2010а; Акаев, Садовничий, Коротаев 2010, 2011]. Подчеркнем, что использование данной методологии позволило авторам с точностью до месяца еще в конце 2010 г. спрогнозировать начало второй волны мирового финансово-экономического кризиса в августе 2011 г. [Акаев, Садовничий, Коротаев 2010, 2011].

Глава 4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ МИРОВОЙ ДИНАМИКИ

4.1. Моделирование и прогнозирование в системах поддержки принятия решений

4.1.1. Стратегическое планирование: особенности подготовки и принятия решений

Одной из важных областей применения результатов моделирования и прогнозирования мирового, регионального и национального развития являются системы поддержки принятия стратегических решений как в государственных, так и в крупных бизнес структурах. Без предвидения будущего невозможно эффективное планирование и управление социально-экономическими и политическими процессами. Под стратегическим планированием и управлением понимается обоснование, формирование и реализация государственной политики по достижению долгосрочных целей социально-экономического развития и обеспечения безопасности страны.

Взаимосвязь различных сфер жизни, их взаимное влияние друг на друга делают стратегическое планирование сложной многоплановой задачей. Необходимость решения возникающих в связи с этим проблем явилась причиной появления Указа Президента РФ №536 от 12 мая 2009 г. «Об основах стратегического планирования в Российской Федерации». Стратегическое планирование осуществляется в результате последовательного обоснования и формулирования:

- ценностного целеполагания,
- видения будущего,
- стратегии,
- программ и планов.

Данные компоненты составляют иерархическую систему уровней планирования, отражающую последовательность конкретизации и детализации процесса формирования плановых мероприятий. Суть этих уровней отражена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Уровни стратегического планирования

Уровень планирования	Результат планирования
Целеполагание	Ценности и цели
Видение будущего	Образ возможного и желаемого состояния: – анализ внешней среды и перспектив развития (долгосрочный); – набор ключевых факторов, влияющих на долгосрочное развитие; – характеристики желаемого состояния; – комплексные показатели, описывающие желаемое состояние
Стратегии	Модели действий для достижения желаемого состояния: – прогноз изменения среды и возможных траекторий развития (среднесрочные сценарии); – набор ключевых факторов и приоритетов; – ключевые показатели эффективности (КПЭ); – перечень функционально-структурных мер по достижению КПЭ и последовательность их реализации
Программы и планы	Система мер по реализации стратегии (по сферам деятельности): – совершенствование организационных и функциональных структур; – распределение ресурсов; – состав мероприятий и последовательность их выполнения

Ценностное **целеполагание** характеризует основные ценности и цели государства и общества («Для чего мы существуем, что для нас жизненно важно»).

Видение характеризует образ возможного и желаемого будущего состояния социальной системы («Чем мы хотим стать»).

Стратегии – это модели действий для достижения желаемого состояния, методы и этапы достижения целей.

В **программах и планах** формулируется система мер по реализации стратегии (применительно к конкретным сферам деятельности), в них фиксируется состав и порядок действий для достижения поставленных целей.

Технология стратегического планирования выражается в следующем.

Ценностное **целеполагание**, отражающее базовые смыслы, ценности и цели государства и общества, служит основой для формирования целевой функции стратегического планирования.

Видение позволяет конкретизировать функцию цели, сформировать образ желаемого будущего с учетом имеющихся возможностей и ограничений, прогнозируемого изменения внешней среды. Для этого необходимо:

- сделать долгосрочный прогноз изменения внешней среды, провести анализ имеющихся возможностей и ограничений;
- оценить перспективы развития с учетом имеющихся ограничений;
- определить набор комплексных показателей, отражающих цели развития;

- формализовать функцию цели с использованием указанных комплексных показателей, сформировать вектор параметров желаемого состояния социальной системы.

На основе видения будущего разрабатываются *стратегии* его достижения как на общегосударственном (федеральном) уровне, так и на уровне отраслей (министерств и ведомств) и регионов. В ходе выработки *стратегий* определяется оптимальный порядок перевода социальной системы и ее подсистем в желаемое состояние. Для этого необходимо:

- конкретизировать прогноз изменения внешней среды на среднесрочном горизонте, сформировать набор возможных сценариев развития ситуации;
- для сформированных сценариев определить набор приоритетов и ключевых факторов достижения поставленных целей;
- определить ключевые показатели эффективности (КПЭ) достижения поставленных целей;
- определить необходимость организационных мер, а также перечень важнейших направлений работ и последовательность их выполнения по достижению поставленных целей.

В *программах и планах* положения стратегий конкретизируются в виде системы практических мер, согласованных по целям, задачам, срокам, ресурсному обеспечению в привязке к конкретным сферам деятельности. При этом решаются вопросы:

- необходимости структурно-функциональных изменений (организации новых органов и структур, изменения нормативно-правовой базы и т.п.);
- бюджетирования (распределения ресурсов в системе с целью оптимального решения задач);
- определения состава и последовательности выполнения мероприятий.

Стратегическое планирование должно осуществляться на долгосрочную (10–20 лет), среднесрочную (5–10 лет) и краткосрочную (3–5 лет) перспективу на федеральном, региональном (федеральный округ, субъект Российской Федерации), отраслевом уровнях. При этом стратегическое планирование на всех уровнях должно быть взаимоувязанным, основанным на общих принципах, на единой иерархической системе критериев и показателей, обеспечивающих совместимость и согласованность мероприятий, их взаимодополняемость на всех уровнях управления. Результатом реализации этих мероприятий должна быть трансформация социальной системы, направленная на достижение целей, сформулированных в ценностном целеполагании и видении (рис. 4.1).



Рисунок 4.1
Трансформация состояний социальной системы
в процессе стратегического управления

Типовые этапы принятия и реализации решений в процессе стратегического управления отражены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Этапы принятия и реализации решений

Этап	Содержание этапа
1. Формирование целевой функции	– формулирование частных целей исходя из целевых установок более высокого уровня стратегического планирования; – определение характеристик целевой функции и критериев ее достижения
2. Оценка текущей ситуации	– мониторинг ситуации; – анализ текущей ситуации (чем не удовлетворяет); – анализ текущих проблем
3. Прогноз развития ситуации	– инерционный и параметрический прогноз сценариев развития ситуации; – перечень и ранжирование угроз
4. Определение вариантов управления ситуацией	– определение альтернатив действий по достижению желаемого состояния, включая: способы управления (субъект–объект, субъект–субъект, субъект–среда); технологии управления
5. Выбор оптимального варианта управления	– выбор оптимального (по критерию «эффективность–стоимость–реализуемость») варианта действий из существующих альтернатив (с учетом имеющихся ограничений и неопределенностей)
6. Реализация решений	– определение технологий и процедур, последовательности действий, сроков, сил и средств, методов контроля
7. Оценка результатов и корректировка действий	– определение показателей, критериев и методики оценки; – определение алгоритма корректировки действий

Согласованность и взаимосвязность мероприятий на различных уровнях управления достигается путем циклического процесса координации и контроля мероприятий «сверху вниз» и «снизу вверх» (см. рис. 4.2).

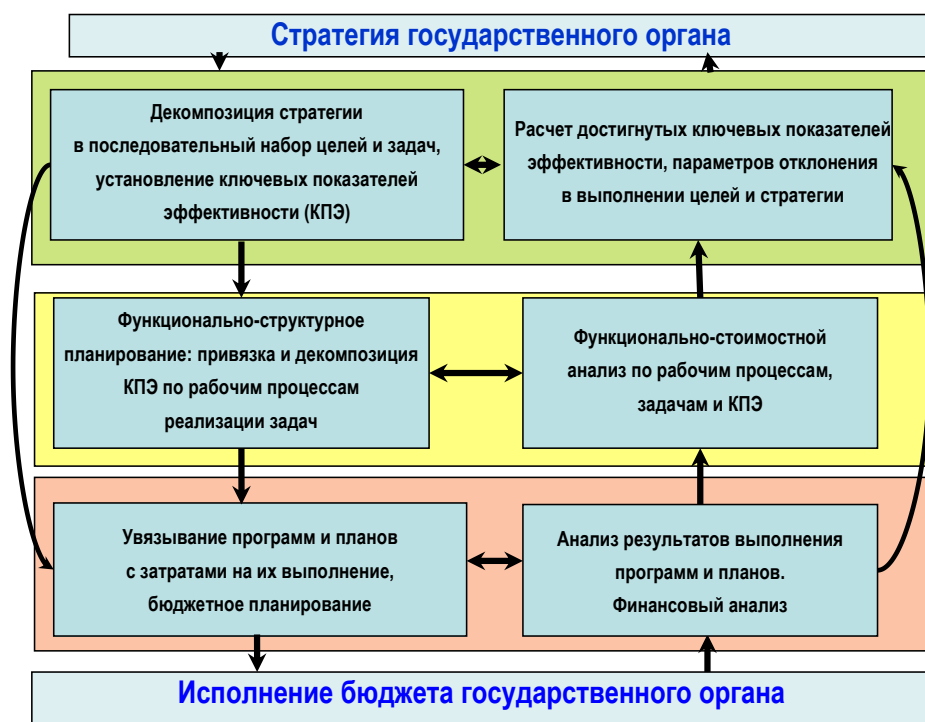


Рисунок 4.2
Циклический процесс координации и контроля мероприятий по реализации стратегий

Движение «сверху вниз»: руководство начинает со стратегии, которую необходимо транслировать в исполняемые понятия (фаза планирования), которые, в свою очередь, необходимо перевести в понятия операционной среды: какие действия необходимо предпринимать, в какой последовательности и т.д. Это делается через процесс бюджетирования. Таким образом, бюджет является «операционализацией» стратегии.

Движение «снизу вверх»: после выполнения мероприятий руководству необходимо видеть результат в терминах исполнения стратегии. Для этого достигнутые результаты надо через функционально-стоимостной анализ преобразовать в исходные ключевые показатели эффективности, и в завершение поместить их в контекст стратегии с тем, чтобы их можно было интерпретировать в терминах достижения поставленных целей.

Таким образом, государственные программы и конкретные мероприятия должны оцениваться «сверху», исходя из их вклада в достижение целей развития государства и общества.

Оценка государственных программ на основе стратегического подхода, исходя из их вклада в достижение целей развития государства и общества, является сложной задачей. В силу своей сложности она обычно решается с использованием экспертных оценок, однако получаемые результаты существенным образом зависят от квалификации привлекаемых экспертов. В связи с этим совершенствование процедур и методов оценки государственных программ имеет высокую актуальность, но при этом необходимо решить ряд проблем. Отметим некоторые из них.

На уровне *целеполагания* необходимо четко сформулировать цели, с которыми были бы согласны все слои общества. В стратифицированном обществе, состоящем из разнородных социальных групп, формулирование общих целей, которые были бы приняты всеми членами, является сложной проблемой. Чем разнороднее общество, тем проблема сложнее.

На уровне формирования *видения будущего* (т.е. представления о будущем развитии) необходим долгосрочный прогноз мировой динамики и понимание возможностей и ограничений, накладываемых логикой глобальных процессов на развитие РФ. Для этого нужны надежные прогнозные модели. Кроме того, нужна система агрегированных комплексных показателей, адекватно отражающих текущее и желаемое состояние страны, позволяющая оценивать уровень достижения поставленных целей развития.

На уровне формирования *стратегии* требуется понимание того, от каких факторов зависит достижение поставленной цели, как эти факторы взаимосвязаны, какие из них являются ключевыми, какими государственными мерами можно на них влиять и как оценивать эффективность этого влияния. Соответственно, возникает задача выбора показателей эффективности государственного влияния на ключевые факторы и задача использования этих показателей для формирования государственной политики. При этом необходимо одновременно решать задачи развития и безопасности, между которыми необходимо искать рациональный баланс, поскольку средства их достижения не совпадают, а часто просто противоречат друг другу.

На уровне формирования государственных *программ и планов*, предназначенных для реализации стратегий, необходимо решить сложную задачу декомпозиции стратегических целей на частные задачи, определить приоритетность и последовательность решения этих задач, оптимально распределить ресурсы в условиях имеющихся ограничений и неопределенностей.

Общей проблемой является координация и согласование плановых мероприятий на различных уровнях управления.

Ситуация с решением указанных проблем следующая.

Вопросы **целеполагания** отражаются в государственных документах высшего уровня. К ним относятся Конституция РФ, Стратегия национальной безопасности РФ, Послания Президента РФ Федеральному Собранию Российской Федерации. В этих документах формулируются цели развития страны, стратегические задачи устойчивого развития и обеспечения национальной безопасности.

Представления о будущем развитии России (**видение будущего**) должны отражаться в документах федерального уровня – концепциях, доктринах, стратегиях, где для долгосрочного периода должны быть изложены:

- рациональный сценарий и механизмы достижения стратегических целей, а также необходимое ресурсное обеспечение реализации приоритетов развития Российской Федерации;
- критерии и показатели (индикаторы) развития Российской Федерации с учетом задач обеспечения национальной безопасности.

К таким документам в настоящее время относятся «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации», «Военная доктрина Российской Федерации», «Концепция внешней политики Российской Федерации», «Концепция демографического развития Российской Федерации» и ряд других. Проблемой создания таких документов в числе всего прочего является сложность моделирования и прогнозирования будущего России в контексте мирового развития. События последних десятилетий и особенно последних лет показали, что мир вступил в фазу серьезных изменений, сопровождающих переход от пятой к шестой длинной волне Кондратьева в динамике мирового развития [Акаев, Садовнический 2010]. Исторический опыт показывает, что эпохи таких переходов характеризуются глобальной политической и экономической нестабильностью, военными конфликтами, геополитической перестройкой мира. Эти процессы необходимо предвидеть и учитывать при формировании концепций, однако сделать это сложно. Так, ныне действующая «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г.» [Концепция 2008] была утверждена распоряжением Правительства РФ №1662-р от 17 ноября 2008 г., однако разразившийся в этом же году мировой финансово-экономический кризис обесценил Концепцию, поскольку она основывалась на представлении об инерционном развитии ситуации в мире, а это *видение будущего* оказалось неверным. В связи с этим в настоящее время ведется пересмотр Концепции с учетом сложившихся реалий. Адекватное представление о будущем может быть только при наличии научно обоснованных методов прогноза, учитывающих нелинейный характер мирового развития. В связи с усилением мировой нестабильности развитию этих методов в последнее время стало уделяться больше внимания (прогнозы докризисного периода как в РФ, так и за рубежом имели в основном инерционный характер [PricewaterhouseCoopers 2006; Wilson, Purushothaman 2003; Дынкин 2007]).

Примером отечественных работ в области долгосрочного прогнозирования на основе математических моделей демографических, экономических, социальных, политических и экономических процессов является проект «Комплексный системный анализ и моделирование мировой динамики» в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Экономика и социология знания» [Прогноз 2010; Проекты 2011].

В отношении критериев и показателей (индикаторов) развития ситуация следующая. В «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г.» и других доктринальных документах присутствует достаточно большое число показателей по различным сферам жизни и деятельности, а также их числовых значений, предлагаемых в качестве ориентиров развития на различные временные периоды, однако эти показатели представлены в виде набора, их сложно объединить в систему, расставить приоритеты, понять вклад каждого из них в достижение конечной цели. В приложении к Указу Президента РФ №536 от 12 мая 2009 г. «Об основах стратегического планирования в Российской Федерации» представлен список показателей, которые должны использоваться для стратегического планирования, но он также состоит из нескольких десятков показателей без указания их относительной значимости и требуемых числовых значений. Между тем для планирования нужна система приоритетов, нужна система ключевых факторов и соответствующих им показателей, выстроенная иерархическим образом, чтобы можно было переходить от анализа более общих задач к более частным и наоборот. Частные показатели должны сворачиваться в обобщающие индикаторы методами агрегирования и давать представление о вкладе различных факторов в общий результат. Исследования по разработке индикаторов, позволяющих анализировать особенности социально-экономического развития, ведутся в различных странах и международных организациях; предложены для сравнения различных стран и апробированы в межстрановых исследованиях такие показатели, как «индекс развития человеческого потенциала» и т.п. Однако общепринятой системы показателей и индикаторов пока нет. Особую сложность представляет формирование интегральных показателей верхнего уровня, которые по существу должны являться целевыми функциями государства, отражающими цели его развития.

Реально каждое ведомство вводит и использует свои частные показатели, которые, как правило, слабо связаны с показателями других ведомств. В результате провести анализ развития страны на основе этих показателей не представляется возможным, и тем более невозможно осуществлять единое и сбалансированное стратегическое планирование и управление страной. Более подробное обсуждение данной проблемы будет проведено в следующем подразделе.

Формирование *стратегий* осуществляется для определения методов и путей достижения поставленных перед государством целей. Общегосударственные концепции и доктрины должны подкрепляться стратегиями их реализации на ведомственном и региональном уровне. В настоящее время в России создан довольно большой блок стратегических документов по различным направлениям развития страны и отдельных регионов. Процесс создания таких документов убыстрился после издания Указа Президента РФ №536 от 12 мая 2009 г. «Об основах стратегического планирования в Российской Федерации». Однако единой методологии формирования ведомственных и региональных стратегий пока не существует, они слабо связаны друг с другом, оперируют разными показателями, слабо учитывают (порой совсем не учитывают, поскольку создаются разными коллективами исполнителей) взаимное влияние. Вследствие этого стратегическое планирование в РФ пока не является единым процессом, охватывающим все уровни управления. Такой процесс надо еще только организовывать (на это, собственно, и направлен Указ №536). О том, какой методический подход можно использовать для согласования стратегий на разных уровнях управления, будет сказано ниже.

Еще одним недостатком создаваемых в настоящее время стратегических документов является то, что в них недостаточно системно учитываются риски реализации стратегий. Между тем учет рисков является важным компонентом стратегического планирования. Более того, с учетом кризисного состояния современной мировой экономики, резко меняющейся международной обстановки, наличия различных глобальных факторов нестабильности, разрабатываемые стратегии должны во многом основаться на методологии управления рисками. Об этом тоже будет сказано ниже.

Разработка *программ и планов* направлена на реализацию принятых стратегий. В них конкретизируются состав работ, сроки их выполнения, исполнители, результаты, привлекаемые силы, средства и ресурсы, выделяемые бюджеты. Различные федеральные, ведомственные и региональные программы являются активно используемым инструментом государственного управления.

Сложной проблемой формирования программ и планов является оптимизация планируемых результатов по задачам, срокам, используемым ресурсам в условиях имеющихся ограничений и наличия различных неопределенностей. Еще одной сложной и пока не решенной проблемой является обеспечение непротиворечивости, согласованности и взаимодополняемости различных программ и планов.

Государственные программы реализуются для достижения стратегических целей, которые формулируются в терминах макроэкономических показателей, однако оценка конкретных результатов программ проводится, как правило, в терминах микроэкономических показателей. При этом очень

часто остается не ясно, как количественно связать показатели этих двух уровней, как количественно оценить вклад конкретных программ в социально-экономическое развитие страны (например, в изменение таких показателей, как «темпы экономического развития» или «уровень инфляции»). А ведь без такого понимания невозможно оценить реальную результативность программ, определить эффективность расходования государственных средств. Проблема здесь действительно фундаментальная: реально в программах реализуются мероприятия на микроэкономическом уровне (на уровне конкретных предприятий и организаций), но их результаты должны сказаться на макроэкономическом уровне. И эту результативность нужно уметь измерять в макроэкономических единицах. Поэтому необходим методический аппарат, позволяющий при проведении оценок переходить с микроуровня на макроуровень и обратно. Но такой аппарат в настоящее время, по существу, отсутствует; используемые для этой цели методы имеют весьма приближенный характер.

Анализ указанных проблем показывает, что возможны следующие пути их решения.

На уровне *целеполагания* необходимо стремиться формулировать цели максимально четко и определенно, чтобы была возможность формирования целевой функции, которую в дальнейшем можно было использовать как важнейший инструмент стратегического планирования.

На уровне формирования *видения будущего*, как отмечалось выше, необходимы прогнозные модели, позволяющие понять перспективы долгосрочного развития мира и страны, установить баланс желаемого и возможного. Нужна также система агрегированных показателей (индикаторов) для описания ориентиров развития, в терминах которых формируются целевые функции, используемые затем на следующих этапах стратегического планирования при оптимизации конкретных планов работ.

Анализ имеющихся прогнозных моделей приведен во [Введении](#) и [Главе 1](#). Там же изложены предложения по их совершенствованию.

Рассмотрим теперь проблему создания системы агрегированных показателей (индикаторов) для описания *видения будущего* и для формирования целевых функций, используемых в процессе стратегического планирования. Поскольку нас интересуют прежде всего вопросы устойчивого развития Российской Федерации в мировой системе, то для описания *видения будущего* страны можно использовать, например, геополитические показатели. Общетеоретические основы моделирования обобщенной характеристики государства, называемой «силой», «мощью», «могуществом», были заложены А.Мэхеном [[Мэхен 1941](#)], Н.Спайкмэном [[Дугин 1997](#)], представителем русской «военной географии» А.Е.Снесаревым [[Снесарев 1920](#)] и

окончательно сформировались в период становления науки о международных отношениях в трудах Г.Моргентау [Morgenthau 1967], А.Органски [Organski 1958], Р.Арона [Арон 2000], К.Кноппа [Knopp 1960] и др. Из этих и подобных работ непосредственно родилась и развивалась в рамках количественной политологии математическая технология получения обобщенного скалярного показателя – «геополитического статуса» (ГПС), представленная, в частности, в моделях В.Фукса [Fucs 1965], К.Джермана [German 1960], А.Шинна [Shinn 1969], Р.Клайна [Cline 1975], Дж.Куглера [Organski, Kugler 1980], Т.Саати [Саати 1993]. В настоящее же время наиболее известной является модель корпорации RAND [Глобальный силометр 2005]. Показатель ГПС, как правило, представляет собой обобщенную безразмерную «свертку» двух групп параметров, характеризующих страну как субъект системы межгосударственных отношений: а) собственно геополитических атрибутов государства (территориальных, демографических, экономических, военных), совокупность которых именуется «геополитическим потенциалом», и б) внешних и внутренних факторов, таких, как качество государственного управления, степень независимости (политической, военной, экономической) страны, участие в военно-политических коалициях.

Например, согласно работе [Винокуров, Коняхин, Подкорытов 2008] общая формула расчета статуса имеет вид: $S(t) = FA(t) \cdot G(t)$, где $S(t)$ – статус в момент времени t ; FA – «функция влияния», определяющая совокупное влияние указанных выше факторов, не связанных явно с геополитическим потенциалом; $G(t)$ – геополитический потенциал, значение которого определяется по следующей формуле:

$$G(t) = 0,5 (1 + X_M^{0,43}) X_T^{0,11} X_D^{0,19} X_E^{0,27},$$

где X_i ($i=T, D, E, M$) – доли государства в общемировых показателях в территориальной, демографической, экономической и военной сферах соответственно. На значение показателей X_i можно влиять различными мерами государственной политики. Если считать, что целью государства является повышение своего геополитического статуса, то величина $S(t)$ может быть использована в качестве целевой функции при стратегическом планировании.

Геополитические показатели – не единственные среди тех, которые могут использоваться для обобщенной характеристики состояния страны. Их применение целесообразно, когда важно сравнивать различные государства по их относительной значимости в мировой системе. Важной характеристикой уровня развития стран мира является качество жизни их населения. Для оценки качества жизни в настоящее время используется большое ко-

личество показателей и индикаторов, среди которых наиболее широко используемым является индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП). На [рис. 4.3](#) показано, как изменялось состояние ряда стран в координатах (ГПС, ИРЧП) за последние 30 лет.

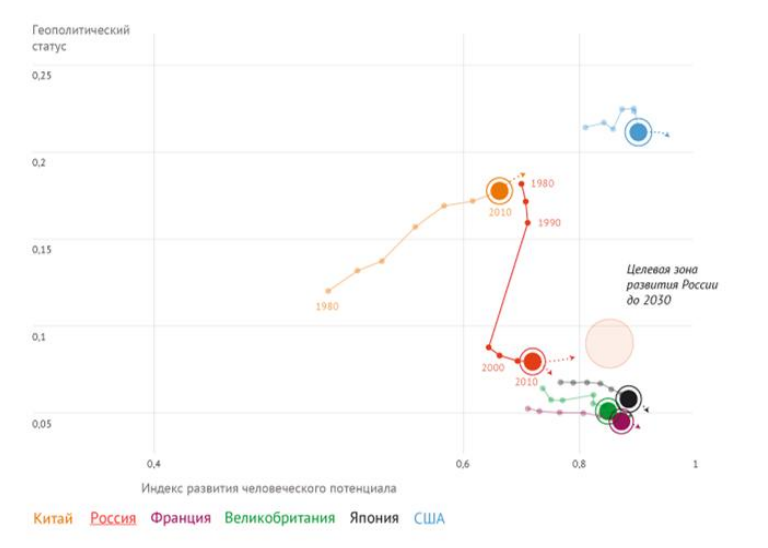


Рисунок 4.3
Динамика изменения ГПС и ИРЧП США, России, Франции, Великобритании, Японии и Китая за последние 30 лет

С помощью такого графического представления можно в процессе стратегического планирования наглядным образом отображать целевые показатели, характеризующие *видение будущего* страны (на [рис. 4.3](#) отражена зона, в которой должны оказаться значения показателей ГПС и ИРЧП в 2030 г. в соответствии с существующими стратегическими документами страны).

Если предметом анализа является устойчивость функционирования государства, то в качестве агрегированного показателя можно использовать коэффициент «жизнеспособности страны» (КЖС), предложенный в [Сулакшин 2009]. «Жизнеспособность страны» отражает способность государства существовать в настоящем и будущем в условиях изменчивости внутренней и внешней среды, соответственно, важнейшей задачей государства является повышение своей жизнеспособности. В качестве измеряемого индикатора жизнеспособности в [Сулакшин 2009] используется свертка агрегированных показателей, которые отражают степень эффективности государства в наращивании людского, территориального и управленческого потенциала. Компоненты «коэффициента жизнеспособности страны» характеризуют территорию, народонаселение и государственное управление (см. [рис. 4.4](#)). На их изменение влияет большое количество факторов, которые могут быть увязаны в «дерево факторов», которое схематично изображено на [рис. 4.4](#).



Рисунок 4.4
Структура комплексного показателя
«коэффициент жизнеспособности страны» (КЖС)

Поскольку государственное управление в конечном итоге приводит к изменению тех или иных факторов, входящих в «дерево», то зная структуру «дерева факторов», можно оценить, как повлияют данные изменения на состояние существенных признаков государства, а значит и на состояние государства в целом.

Таким образом, введение комплексных показателей на основе агрегации факторов, характеризующих состояние государства и общества, позволяет формировать компактные целевые функции для решения задач стратегического управления.

При обосновании федеральных, региональных, ведомственных **стратегий** достижения целевых показателей развития возникает сложная задача обеспечения согласованности и взаимной непротиворечивости стратегий, формируемых на разных уровнях управления. Необходимым условием этого является использование единой методологии стратегического планирования, единой системы показателей, описывающих учитываемые при планировании факторы, и единого (согласованного) понимания связей и взаимовлияний между этими факторами.

Продемонстрируем возможность решения указанной задачи. Для определенности будем считать, что а) стратегическое планирование осуществляется с целью максимизация «коэффициента жизнеспособности страны» (т.е. в качестве целевой функции используется КЖС; б) сформировано «дерево факторов», оказывающих влияние на КЖС. Тогда можно сказать, что задачей государственного управления является такое влияние на эти факторы, которое позволило бы в условиях ограниченности имеющихся в распоряжении государства ресурсов обеспечить их сбалансированность и добиться максимизации «коэффициента жизнеспособности». По существу, речь идет об оптимальном управлении, которое является стандартной

задачей, хорошо исследованной и широко используемой в различных областях технических и экономических наук. Суть решения задачи оптимального управления сложной системой заключается в выборе такого управления, которое позволило бы в условиях заданных ограничений добиться наилучших характеристик функционирования рассматриваемой системы. Решение данной задачи включает в себя следующие этапы:

- 1) формулировка задачи оптимального управления;
- 2) определение состава факторов, влияющих на функционирование сложной системы;
- 3) формирование набора ключевых показателей, характеризующих функционирование сложной системы;
- 4) формирование целевой функции, характеризующей требуемое качество функционирования;
- 5) определение параметров управления, с помощью которых можно влиять на изменение факторов;
- 6) создание модели функционирования сложной системы, позволяющей количественно оценивать влияние факторов на значение целевой функции для различных стратегий управления;
- 7) определение критерия оптимальности;
- 8) решение задачи оптимизации, в результате которой определяются оптимальные (рациональные) стратегии управления сложной системой, позволяющие добиться наилучших результатов с использованием принятого критерия оптимальности и с учетом ограниченности имеющихся ресурсов.

В этом классе задач возникают подклассы, в частности, – управление при единой функции цели и при наличии нескольких явных функций цели, соотношение между которыми также является фактором государственного управления. Например, соотношения ценности человеческой жизни, стоимости ресурсов, экологических требований и т.п. в условиях мирного времени и в условиях военного времени могут существенным образом видоизменяться.

Использование известных методов оптимального управления применительно к задачам управления государством сталкивается с большим количеством трудностей, к основным из которых относятся следующие (соответственно для указанных выше этапов).

- a1) недостаточное понимание того, что надо оптимизировать, для чего проводится оптимизация;
- a2) многофакторность задачи, тесная взаимосвязь факторов различной природы (экономических, политических, социальных, технологических, идеологических и т.п.), сложность их сопоставления и выделения наиболее значимых;
- a3) сложность описания факторов конкретными количественными показателями в силу слабой формализуемости большинства факторов, их обобщающего характера;

- а4) сложность формирования целевой функции, имеющей объективный характер;
- а5) сложность априорной оценки результативности различных мер государственного управления, их влияния на изменение факторов;
- а6) сложность логико-математического описания функционирования социальных систем, отражающего многообразие связей между факторами и учитывающего влияние управляющих воздействий;
- а7) формальная и содержательная сложность определения критерия оптимальности. Содержательная сложность обусловлена высокой степенью идеологизированности оценки различными политическими силами целей развития государств. Формальная сложность обусловлена трудностью количественного описания критерия оптимальности при наличии большого числа факторов, имеющих качественный характер;
- а8) сложность формального применения методов решения задачи оптимизации в условиях множества неопределенностей и качественных показателей.

Кроме указанных трудностей имеется ряд усложняющих обстоятельств:

- отсутствие статистических данных по отдельным факторам, низкая точность данных по некоторым параметрам;
- нелинейный характер социально-экономических процессов, сложный характер связей между факторами, что затрудняет количественное описание их взаимовлияния;
- возможность (в силу объективного наличия нелинейностей и неоднозначностей) различных трактовок причинно-следственных связей в наблюдаемых социальных явлениях.

Для реализации такого объективизированного подхода необходимо предложить пути решения проблем а1)–а8), возникающих на этапах 1)–8) решения задачи оптимального управления. Представляется, что решение этих проблем может быть следующим.

- б1) формулирование задачи оптимального управления возможно лишь на основе четкого понимания ценностного целеполагания социальной системы и видения ее желаемого будущего (этот тезис уже обсуждался выше);
- б2) определение состава важнейших экономических, политических, социальных, технологических, идеологических факторов, влияющих на развитие России, является сложной задачей, требующей междисциплинарного анализа. Результатом такого анализа должно быть построение «дерева факторов», которое может быть использовано для постановки и решения задачи оптимального управления;
- б3) формирование количественных показателей, характеризующих факторы, входящие в состав иерархического «дерева», также явля-

ется сложной задачей. Это обусловлено тем, что данные показатели должны иметь интегральный, комплексный характер, отражающий различные аспекты проявления рассматриваемых факторов в социально-экономических процессах. Кроме того, многие факторы, особенно относящиеся к гуманитарной сфере, трудно формализовать и описать количественными показателями. В таких случаях целесообразно вводить индикаторы, отражающие «силу» факторов с использованием количественной или порядковой шкал, значение которых оценивается на основе экспертного анализа. В целом, данная проблема требует пристального внимания и серьезных исследований;

б4) в качестве функции цели, предназначенной для решения задачи оптимизации государственного управления можно использовать выражение для «коэффициента жизнеспособности страны» (КЖС), отражающего сущностные характеристики государства. В этом случае индикатором качества государственного управления служит динамика изменения КЖС, а задачей государственного управления является максимизация КЖС при имеющихся ресурсных и иных ограничениях;

б5) государство имеет в своем распоряжении большой арсенал инструментов влияния на экономические, демографические и другие процессы в обществе (через формирование нормативно-правовой базы, налоговую, бюджетную политику и т.п.), однако проблема их эффективного использования заключается в том, что априори сложно спрогнозировать, насколько результативными окажутся принимаемые меры. Прогнозирование последствий планируемых результатов является самостоятельной задачей в государственном управлении. Основой оценки результативности тех или иных мер государственного управления может служить, с одной стороны, исторический опыт (как отечественный, так и зарубежный, с учетом местной специфики), а с другой стороны, моделирование и прогнозирование, основанное на анализе исторического опыта и его интерпретации для современных условий. Количественно эффективность различных мер государственного управления можно оценить по величине корреляции между интенсивностью управляющих воздействий и результирующим изменением социально-экономических параметров (примеры анализа таких корреляций приведены в предыдущих главах). Результаты данного корреляционного анализа могут быть использованы для проведения прогнозных оценок предполагаемой результативности предпринимаемых государством мер;

б6) для корректного проведения процедуры оптимизации требуется наличие модели функционирования государства, позволяющей количественно оценивать влияние факторов на значение целевой функции для различных стратегий управления. Однако, несмотря

на огромное количество социально-экономических моделей различного типа, модели, удовлетворяющей требованиям указанной задачи, в настоящее время еще не существует, ее еще только предстоит создать. Проблема заключается в сложности логико-математического описания многообразия связей между факторами с учетом слабой формализуемости многих из этих факторов. Здесь необходимо совместно использовать различные методы обработки данных и моделирования с учетом конкретных условий и ограничений. Примеры использования различных методов (статистических, логических, математических) анализа связей между факторами приведены ниже;

б7) для оптимизации управления необходимо сформулировать критерий оптимальности, на основе которого должен выбираться комплекс мер, наилучшим образом приближающий общество к достижению поставленной цели. Тогда в качестве критерия оптимальности целесообразно принять требование выбора таких управляющих воздействий, при реализации которых значение КЖС достигнет максимального из возможных значений на прогнозируемом периоде с учетом существующих ресурсных и других ограничений;

б8) необходимо ясно понимать, что невозможно математически строго решить рассматриваемую задачу оптимизации управления в силу наличия множества неопределенностей и качественного характера большинства показателей, характеризующих развитие государства и общества. Однако это не отрицает важности решения этой задачи, пусть даже в приближенном виде. Дело в том, что при выработке государственной политики наиболее важными являются не столько абсолютные величины бюджетных назначений (которые формально должны определяться в результате строгого математического решения оптимизационной задачи), сколько их базовые пропорции, структурные соотношения между различными мероприятиями, приоритеты, направления движения, повышающие устойчивость, снижающие риски. А такие задачи могут быть решены и на основе «мягких», полуколичественных методов, широко используемых в современной науке.

Ниже предложен путь, на основе которого возможно создание такой управленческой технологии. Итак, в формализованном виде задача оптимального управления может быть представлена следующим образом.

Успешность государства характеризуется комплексным показателем «коэффициент жизнеспособности страны», отражающим состояние трех базовых сущностей – территории, народонаселения и публичной власти, на которые оказывают влияние различные факторы, отображенные на [рис. 4.5](#) в виде иерархического «дерева».

Каждая из базовых сущностей на верхнем уровне агрегации характеризуется показателями-потенциалами Φ_i (см. [рис. 4.4](#)) [[Сулакшин 2009](#)].

Соответственно, КЖС может быть представлен в виде функции указанных качественных показателей Φ_i :

$$KЖС = f(\Phi_i), \quad (4.1)$$

В свою очередь агрегированные показатели Φ_i являются функциями частных показателей φ_{ij} , характеризующих факторы, входящие в факторное «дерево», пример которого изображен на [рис. 4.5](#).

$$\Phi_i = \Phi_i(\varphi_{ij}), \quad (4.2)$$

На частные факторы государство может оказывать воздействие, осуществляя государственную политику (см. [рис. 4.5](#)). Если s_k – параметры государственного влияния, то:

$$\varphi_{ij} = \varphi_{ij}(s_k), \quad (4.3)$$

Таким образом:

$$KЖС = f(\Phi_i) = f(\Phi_i(\varphi_{ij})) = f(\Phi_i(\varphi_{ij}(s_k))) = F(s_k), \quad (4.4)$$

т.е. КЖС есть функция управляющих воздействий s_k .

Считается, что управляющие воздействия подчиняются определенным ограничениям (нормативно-правовым, бюджетным, международно-договорным и т.п.), что может быть выражено как $s_k \subset S$, где S – область допустимых управляющих воздействий.

Тогда задача оптимизации может быть сформулирована так: требуется найти множество управляющих воздействий (программных мероприятий) s_k таких, чтобы достигалась максимизация КЖС:

$$s_k = \arg \max KЖС = \arg \max F(s_k), \quad (4.5)$$

при ограничении:

$$s_k \subset S \quad (4.6)$$

(При этом в условиях задачи может быть задано, что максимизация КЖС должна быть достигнута на определенном интервале времени.)

Алгоритм решения задачи включает в себя построение «поверхности успешности» $F(s_k)$ в многомерном пространстве управляющих воздействий s_k и нахождение таких значений s_k , при которых величина КЖС была бы максимальна с учетом имеющихся ограничений.

При такой формулировке задачи основной проблемой является построение «поверхности успешности» $F(s_k)$ на основе зависимостей (4.1)–(4.4) в условиях имеющихся неопределенностей и сложностей формализации связей между факторами. Для построения «поверхности успешности» могут использоваться:

- а) статистические методы;
- б) логико-статистические методы;
- в) математическое моделирование;
- г) комбинация указанных методов.

Рассмотрим указанные методы более подробно.

а) Статистические методы построения «поверхности успешности».

Данные методы используются в случае, если отсутствует достоверная информация о виде зависимостей (4.1)–(4.4), но, с другой стороны, имеются достаточно представительные ряды параметров, характеризующих факторы, влияющие на КЖС. По существу, речь идет о модели типа «черный ящик», когда известны «входы» (ряды значений факторов φ_{ij}) и «выходы» (ряды значений КЖС), но неизвестны функциональные связи между «входами» и «выходами». В этом случае можно постараться выявить данные связи, используя богатый арсенал методов математической статистики: корреляционный, регрессионный, кластерный, факторный анализ и т.п. Эти методы позволяют найти уравнение, наилучшим образом описывающее связь между целевым показателем («выходом») и независимыми переменными («входом») на основании имеющихся рядов статистических данных. Обычно в первом приближении уравнение ищут в виде линейной комбинации независимых переменных (уравнение линейной регрессии):

$$КЖС = F(s_k) = a_1 s_1 + a_2 s_2 + \dots + a_m s_m, \quad k = 1 \dots m, \quad (4.7)$$

однако можно добавлять и члены более высоких порядков, но тогда необходимо привлечение дополнительных (априорных) соображений о виде нелинейных членов.

Использование статистических методов сталкивается с рядом проблем, к которым, в частности, относятся следующие:

- статистические методы хорошо работают, когда размерность сложной системы относительно небольшая. Однако для реальных социальных систем характерны высокие значения размерности;
- как уже отмечалось, наличие нелинейных связей между факторами (что является типичным для социальных систем), с одной стороны, усложняет проведение статистического анализа, а с другой стороны, требует привлечения дополнительных (априорных) соображений о конкретном виде нелинейных членов. По существу, речь идет о выходе за рамки чисто статистического анализа, расширения путем использования содержательного анализа и логических методов (об этом речь будет идти ниже);
- для определения значений коэффициентов в уравнении регрессии (4.7) используется метод наименьших квадратов (МНК). При этом, как правило, эта процедура весьма чувствительна к изменению исходных данных (особенно при наличии нелинейных связей между факторами): даже небольшая коррекция исходных данных может привести к существенному изменению коэффициентов в уравнении регрессии, а следовательно и к изменению «поверхности успешности»;
- как показывает анализ, в социальных системах многие параметры одного уровня в иерархическом «дереве факторов» являются коррелированными, то есть возникает явление мультиколлинеарности.

В этом случае обычно рекомендуется проводить факторный анализ и уменьшать размерность факторного пространства, переходя к меньшему количеству так называемых «латентных» факторов. Однако при этом анализ социальной системы теряет свою наглядность и интерпретируемость;

- использование статистических методов дает хороший результат, когда связи между факторами неизменны во времени. В социальных системах если это и случается, то для достаточно ограниченных временных интервалов. Более типичными являются периоды социально-экономических трансформаций, в ходе которых может измениться не только вид связей, но даже их состав и структура. Также типичной ситуацией является то, что комплексные показатели верхних уровней иерархии (включая КЖС) могут зависеть не только от текущих значений факторов, но и от их значений в прошлые моменты времени (т.е. от пройденной в фазовом пространстве траектории), что сложно учесть средствами статистического анализа;
- следует также учитывать, что количество доступных статистических данных ограничивает число факторов, которые можно включить в одно уравнение «поверхности успешности». Так, если имеется N эмпирических точек, то максимально возможное число коэффициентов, которые можно определить в уравнении поверхности также равно N (реально статистически достоверное число коэффициентов будет меньше из-за неизбежного наличия «шумов» и погрешностей данных).

Данные проблемы могут быть частично решены с помощью логико-статистических методов.

б) Логико-статистические методы построения «поверхности успешности».

Логико-статистические методы позволяют расширить возможности статистического анализа за счет привлечения дополнительной информации, получаемой в процессе изучения особенностей функционирования социальной системы. В результате появляется возможность:

- выявления наиболее важных связей в системе и исключения из рассмотрения малозначимых;
- предварительной оценки характера и вида связей между факторами, что облегчает их математическое описание;
- учета иерархии связей в «дереве факторов», что позволяет лучше отобразить структуру системы;
- оценки параметров слабоформализуемых факторов (например, на основе использования экспертных процедур).

При использовании логико-статистических методов система представляется уже не в виде «черного ящика», а в виде иерархической структуры, которую можно описать когнитивной схемой, отражающей логику взаимосвязей между факторами. Алгоритм построения «поверхности успешности» в этом случае следующий:

- выделение наиболее значимых факторов, определяющих функционирование социальной системы;
- оценка характера и интенсивности связей между факторами;
- формирование когнитивной схемы рассматриваемой социальной системы;
- формализованное описание когнитивной схемы в виде системы уравнений, отражающей структуру взаимосвязей между факторами;
- использование полученных уравнений для построения «поверхности успешности».

Основной проблемой логико-статистического метода является то, что он, достаточно хорошо описывая статические ситуации (когда социальная система находится в относительном равновесии и ее параметры, если и изменяются, то слабо), плохо описывает динамические ситуации (когда параметры социальной системы изменяются существенным образом). В этом случае необходимо обращаться к динамическим моделям.

в) Построение «поверхности успешности» с использованием математического моделирования.

При наличии достаточной информации о связях между факторами возможно построение отдельных зависимостей (4.1)–(4.3) на основе математического моделирования *процессов*, протекающих в социально-экономической системе. В настоящее время существует большое количество разнообразных моделей, описывающих различные аспекты социально-экономической динамики, однако для того, чтобы они могли быть использованы при построении «поверхности успешности», требуется их неизбежная доработка.

Дело в том, что модели всегда создаются для решения конкретной задачи. Невозможно создать некую универсальную модель, описывающую все стороны жизни общества и которую можно было бы использовать для всех ситуаций. Модель – это всегда система упрощений и ограничений, которые диктуются спецификой решаемой задачи. Поэтому применительно к проблеме построения «поверхности успешности» надо либо модифицировать уже известные модели, либо создавать новые.

Проблемой использования методов математического моделирования для построения «поверхности успешности» является сложность построения адекватных математических моделей для многокомпонентных слабоформализуемых социальных систем.

з) *Комплексный подход к построению «поверхности успешности».*

Методическая сложность решения рассматриваемой задачи делает целесообразным использование всего арсенала изложенных выше методов для построения «поверхности успешности», при этом каждый метод должен использоваться для описания тех областей «дерева факторов», для которых его применение дает наибольший эффект и позволяет достичь наилучшего (по отношению к другим методам) результата.

В тех случаях, когда имеются обширные и достоверные эмпирические данные, а связи между факторами достаточно прозрачны, хороший результат дают статистические методы.

В тех случаях, когда связи между факторами имеют принципиально нелинейный характер, определяемый логикой социально-экономических процессов, необходимо использовать модельные представления о характере взаимодействий и применять методы математического моделирования.

В тех случаях, когда связи между факторами и соответствующие показатели имеют сложноформализуемый качественный характер, целесообразно использовать экспертные процедуры, основанные на когнитивном моделировании.

Еще одной задачей, которую нужно уметь решать при формировании *стратегий*, является учет *рисков*, связанных с неопределенностями планирования, неточностями прогноза изменений среды и т.п. Наличие неопределенностей и рисков усложняет решение задачи оптимизации (4.1)–(4.6), но они, тем не менее, должны обязательно учитываться, чтобы стратегическое планирование было реалистичным и реализуемым. Учет рисков – это вопрос безопасности развития, управление рисками должно быть встроено в процесс планирования.

Каким образом могут быть объединены процессы оптимизации (4.1)–(4.6) и управления рисками? Алгоритм их сочетания может быть следующим:

- 1) сначала с помощью изложенных выше методов определяется «поверхность успешности» как функция факторов и управляющих воздействий;
- 2) затем определяются возможные пути движения к вершине «поверхности успешности» с помощью последовательности управляющих воздействий, выбираются лучшие из них по критерию «эффективность–стоимость–время»;
- 3) для этих путей определяются риски, определяются мероприятия по их парированию и проводится повторная оптимизация (4.1)–(4.6), в ходе которой учитывается наличие рисков и необходимости дополнительных затрат на их снижение. В результате определяется реалистичная программа действий по достижению целей развития.

На основе изложенного методического подхода можно решить упомянутые выше проблемы, которые возникают при разработке *программ и планов* в ходе стратегического планирования. К этим проблемам относятся обеспечение непротиворечивости, согласованности и взаимодополняемости различных программ и планов, а также оптимизация планируемых результатов по задачам, срокам, используемым ресурсам.

Действительно, реализация стратегического планирования на основе оптимизационной процедуры (4.1)–(4.6) делает процесс планирования взаимоувязанным по всем ветвям «дерева факторов». В данной процедуре от программ и их результатов зависит конкретный вид зависимостей (4.3): посредством государственных программ государство влияет на факторы развития и обеспечивает движение к намеченным стратегическим целям.

Использование процедуры (4.1)–(4.6) решает изложенную выше проблему определения связи между микроуровнем (т.е. уровнем конкретных мероприятий, проводимых в соответствии с программами и планами) и макроуровнем (т.е. уровнем макроэкономического развития страны). Действительно, в оптимизационной процедуре (4.1)–(4.6) функции (4.1)–(4.2) относятся к макроуровню, а функции (4.3) – к микроуровню. Связь между ними устанавливается соотношением (4.3). Если это соотношение может быть описано математически (например, с помощью математической модели), то тем самым будет установлена требуемая количественная связь между показателями микро- и макроуровня. Соответственно, появится возможность количественной оценки вклада конкретных программ в социально-экономическое развитие страны, что чрезвычайно важно учитывать при формировании программных мероприятий и распределении государственных средств.

4.1.2. Динамическое моделирование в системах поддержки принятия решений

Таким образом, математическое моделирование и прогнозирование социально-экономических процессов играет важную роль на всех уровнях стратегического планирования (см. табл. 4.1).

При формировании *видения будущего* и при разработке *стратегий* действий востребованы модели, позволяющие в долгосрочном и среднесрочном периодах прогнозировать изменения внешней среды (как тренды, так и циклические явления), а также возможные траектории развития страны при реализации тех или иных программ развития. Модели такого типа рассмотрены в Главе 3.

При разработке *программ и планов* востребованы модели, позволяющие в краткосрочном и среднесрочном периодах проводить анализ и оптимизацию мер государственного влияния на социально-экономические процессы в интересах достижения целей развития страны. Модели такого типа должны описывать реакцию социально-экономических систем на внешние и внутренние «шоки» и оперативно оценивать последствия принимаемых ре-

шений. Поэтому они должны иметь динамический характер (по этой причине для данной цели слабо подходят «вычислимые модели общего равновесия» (CGE-модели [Макаров, Бахтизин, Сулакшин 2007]), широко используемые при макроэкономическом анализе и предполагающие наличие равновесной ситуации в экономике).

В интересах решения указанных задач может быть использована, модель социально-экономической динамики России [Чернавский и др. 2011], специально разработанная для анализа и прогноза реакции экономики страны на изменение внешних и внутренних условий (цены на сырье, курс валют, тарифы, таможенные сборы, налоги и т.п.) и управляющих воздействий со стороны правительства (краткое описание модели приведено в [Приложении 1](#)). Модель, имея макроэкономический характер, допускает возможность более детального рассмотрения и анализа функционирования отдельных отраслей в составе экономики страны. Поскольку модель предназначена для поддержки принятия решений на краткосрочном горизонте, то в ней используются «быстрые» переменные, с помощью которых возможно описание достаточно скоротечных процессов и быстрой реакции рассматриваемой социальной системы на изменение внешних и внутренних условий.

Модель описывает материальные и финансовые потоки согласно схеме на [рис. 4.5](#) (на схеме в качестве примера более детально анализируемой отрасли выделен оборонно-промышленный комплекс – ОПК).

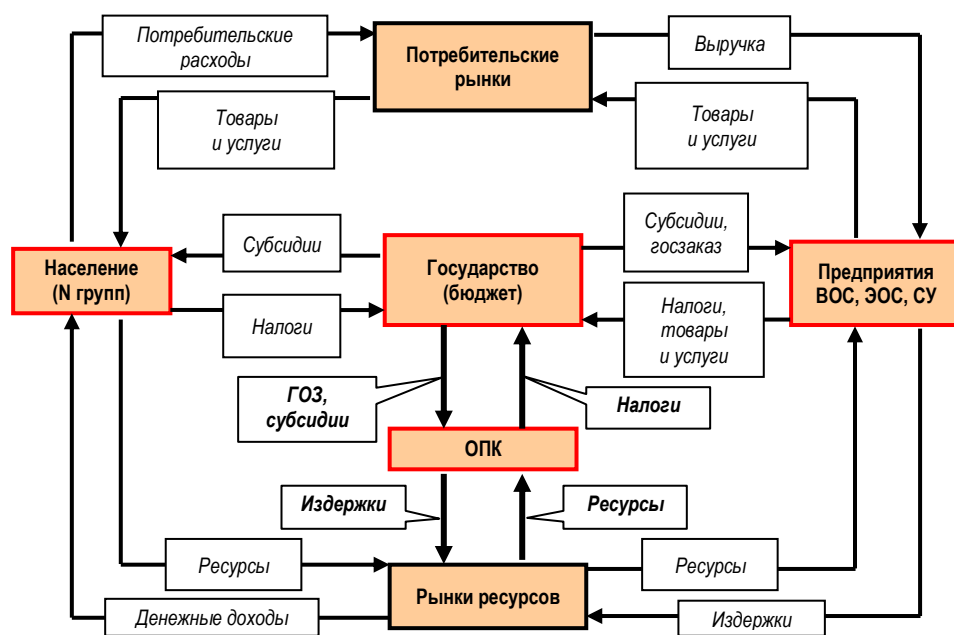


Рисунок 4.5

Структурная схема модели социально-экономической динамики РФ, с выделением ОПК в качестве отдельного сектора экономики

Особенностями модели являются следующие:

1. Основа модели – динамическое определение макроэкономических показателей в соответствии с методологией системы национальных счетов (валовой внутренний продукт, валовая добавленная стоимость, индекс инфляции и т.п.).
2. Межотраслевые связи учитываются по схеме межотраслевого баланса для следующих базовых секторов экономики (см. [рис. 4.6](#)):
 - а) внутриориентированный сектор (ВОС) – производящие отрасли, ориентированные на внутренний рынок (в том числе ОПК);
 - б) экспортно-ориентированный сектор (ЭОС) и естественные монополии (в том числе сырье, металлургия, энергетика, железнодорожный транспорт и т.п.);
 - в) сектор услуг (СУ) (в том числе торговля, автомобильный транспорт, жилищно-коммунальное хозяйство, финансы, здравоохранение и т.п.);
 - г) государственный сектор (ГС);
 - д) население.
3. Сектор «население» дезагрегирован на несколько социальных групп в соответствии с их отношением к рассматриваемым секторам экономики (см. [рис. 4.6](#)), что позволяет моделировать экономическую структуру общества – распределение населения по накоплениям – и учитывать влияние социального расслоения общества на экономические процессы.
4. Ценообразование на продукцию ВОС и инфляция определяются непосредственно в ходе моделирования динамики внутреннего рынка.

Модель позволяет:

- описывать динамику социально-экономической системы при изменении различных параметров (изменение курса рубля, тарифов, государственных расходов, объемов экспорта-импорта и т.п.);
- учитывать процессы рыночного ценообразования и инфляционные процессы;
- учитывать влияние экономической политики на динамику социально-экономической структуры общества;
- учитывать функционирование отдельных отраслей в составе экономики России.

Входными данными модели являются: сценарии мирового развития (полученные на основе моделирования и прогноза мировой динамики), варианты управленческих решений.

Выходными данными модели являются: объем выпуска продукции, уровень доходов и накоплений населения по социальным группам, динамика инфляции, динамика спроса и др.

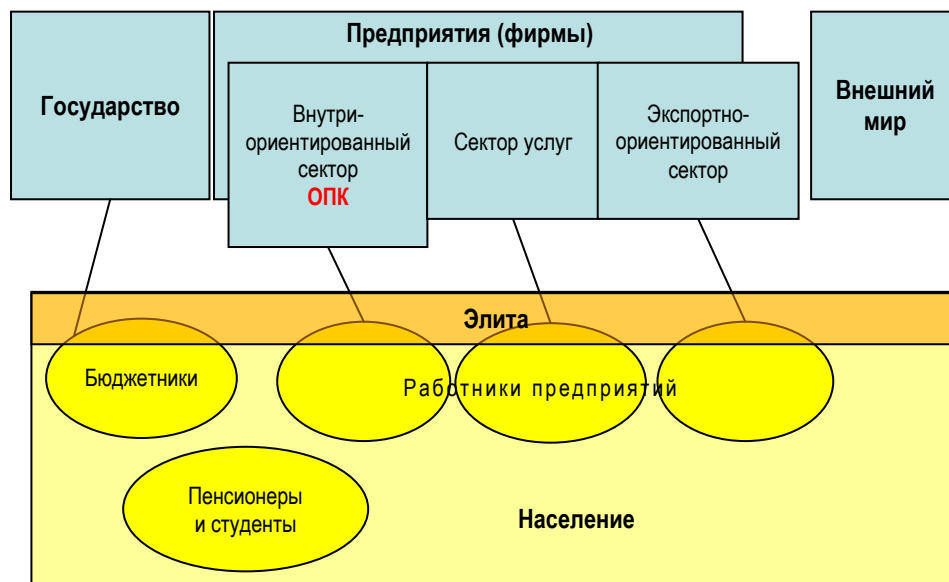


Рисунок 4.6
Структура экономики и населения, используемая в модели

С помощью модели можно выполнять:

- прогноз динамики макроэкономических показателей при различных сценарных условиях;
- анализ последствий различных мер государственного регулирования;
- описание социально-экономической динамики России при отсутствии экономического равновесия (что является необходимым условием моделирования в условиях кризиса);
- решение оптимизационных задач (с целью выбора оптимальных управленческих решений).

Таким образом, модель решает задачи, относящиеся к третьему уровню иерархической системы моделирования (см. [Раздел 1.2](#)), а именно, позволяет делать прогноз динамики социально-экономического развития России в рамках различных сценариев мирового развития и решать оптимизационные задачи с целью обоснования стратегических решений на государственном уровне. Данная модель замыкает иерархическую систему моделей мировой динамики, описанных в [Главе 3](#), которые в совокупности позволяют выполнять весь цикл работ по моделированию и прогнозированию на различных этапах стратегического планирования в Российской Федерации.

4.2. Россия в контексте мирового развития: социально-экономический и технологический аспекты

4.2.1. Перспективы мирового развития в свете теории Шумпетера–Кондратьева

В XX столетии в качестве главной движущей силы социально-экономического развития утвердился научно-технический прогресс на основе процесса циклических инновационных импульсов. Лауреат Нобелевской премии Роберт Солоу убедительно показал, что именно технический прогресс, реализуемый в технологических инновациях, является основным источником экономического роста [Solow 1956]. В свете этих взглядов инноваторы выступают в роли локомотива экономического развития, определяя его эффективность и рост производительности труда. Инновации как процесс поддерживаются достаточными инвестициями и соответствующими институтами, без чего не действует механизм их реализации. Инвестиции без инноваций бессмысленны и порой даже вредны, поскольку означают вложение средств в воспроизводство устаревших товаров, продуктов и технологий.

Технологические новшества представляют собой конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного рыночного продукта, нового или усовершенствованного производственно-технологического процесса, а также новых социальных услуг. Производство высокотехнологичных, наукоемких инновационных продуктов с высокой добавленной стоимостью стало в последние пятьдесят лет основой бурного экономического роста во многих небольших странах, таких, например, как Израиль, Финляндия, Сингапур, Малайзия и др.

Сегодня стало очевидным, что экономическая эволюция происходит через смену инновационной активности и технологий. Эту идею, в свое время отстаивал выдающийся австрийский экономист Йозеф Шумпетер [1982]. Он утверждал, что через «созидательное разрушение», т.е. через отказ от отживших технологий, путем смены устаревших организационных форм осуществляется поступательное экономическое развитие. Двигателем прогресса в экономике, по его мнению, является не всякое инвестирование в производство, а лишь вложение средств в инновации с целью освоения принципиально новых товаров, внедрения передовой техники, новых форм организации производства и обмена.

Технический прогресс, как ныне общепризнано, развивается неравномерно во времени, ему присуща цикличность. Следствием этого являются циклические колебания экономической деятельности, которые различаются как по видам деятельности (сферы производства, обращения и т.д.), так и по длительности периода колебаний (краткосрочные, среднесрочные и дол-

госрочные). В ушедшем XX столетии в центр внимания попали длинноволновые колебания в экономике, открытые великим русским экономистом Н.Д.Кондратьевым [2002], которые мы уже предварительно рассматривали выше в Главе 2 в теоретическом аспекте, и которые здесь имеет уже смысл рассмотреть в аспекте прикладном. Как известно, изучая в 1920-х гг. закономерности происходящих в мировой экономике явлений, Кондратьев обнаружил большие циклы конъюнктуры примерно полувековой длительности, которые получили название «больших циклов Кондратьева» или «длинных волн Кондратьева» (подробнее об этом см. выше Главу 2). Ученый обосновал закономерную связь «повышательных» и «понижательных» стадий этих циклов с волнами технических изобретений и их практического использования. В свете его взглядов повышательная фаза большого цикла вызвана обновлением и ростом запасов «основных капитальных благ», а также коренными изменениями в структуре и размещении главных производительных сил общества. Началу повышательной фазы предшествуют периоды кризиса и депрессии. Длительная фаза депрессии, считал Н.Кондратьев, стимулирует поиск путей сокращения издержек производства путем внедрения технических нововведений [Кондратьев 2002].

В 1939 г. Й.Шумпетер опубликовал фундаментальную монографию «Деловые циклы», в которой развил учение Н.Кондратьева о больших циклах конъюнктуры, разработал инновационную теорию длинных волн и интегрировал ее в общую инновационную теорию экономического развития [Schumpeter 1939]. Современный этап в развитии теории инноваций ведет отсчет с монографии немецкого экономиста Герхарда Менша «Технологический пат: инновации преодолевают депрессию» [Mensch 1979]. Исследуя динамику инноваций, ученый обнаружил циклы их колебаний с периодом 50–60 лет и пики концентрации, приходящиеся на начало повышательной фазы больших циклов Кондратьева. Он показал эмпирическим путем, что волны базисных инноваций в последние столетия наблюдаются примерно раз в полвека при переходе к очередному кондратьевскому технологическому укладу. В каждом случае кластер базисных инновационных технологий лежал в основе формирования новых отраслей, обеспечивающих ускорение экономического роста. Таким образом, по Меншу, наибольшая активность технологических нововведений наступает в фазе глубокой депрессии.

Наконец, в 2006 г. в США вышел капитальный труд японского исследователя М.Хирооки под названием «Инновационный динамизм и экономическое развитие», во многом посвященный обоснованию больших кондратьевских циклов в экономике [Hirooka 2006]. Проанализировав огромный объем фактических данных по группе развитых стран, профессор М.Хироока убедительно показал, что распространение кластера базисных технологий синхронизируется с повышательной фазой цикла Кондратьева и достигает зрелости в области его пика. Он также показал, что идеи Кондратьева не только сохраняют свою силу в XXI веке, но и приобретают в со-

временных условиях особую значимость. Учитывая вышесказанное, инновационную теорию экономического развития справедливо было бы называть теорией Шумпетера–Кондратьева. М.Хироока пришел к важнейшему практическому выводу, что успех государственной инновационной политики целиком зависит от способности правительств периоды времени, совпадающие с повышательной фазой кондратьевского цикла, и активно действовать, когда имеет место синергетический эффект усиления. Напротив, когда поддержка правительства осуществляется запоздало на понижательной стадии, она значительно теряет в эффективности.

Последний четвертый кондратьевский цикл (примерно 1940–1980 гг.) и соответствующий ему технологический уклад, время преобладания которого в авангардных странах выпало на 50–70-е гг., сопровождался всесторонним освоением достижений научно-технической революции: открытие атомной энергии; квантовая электроника и лазерная техника; создание электронных вычислительных машин и кибернетических устройств. Бурное развитие получило также создание материалов с невиданными ранее свойствами. Четвертый технологический уклад привел к рекордным за всю историю человеческой цивилизации темпам экономического роста. В целом по миру среднегодовые темпы прироста ВВП составили в 1950–1973 гг. 4,9%! Таким образом, научно-техническая революция, восходящая к началу XX века, породила эпохальные инновации, которые стали локомотивом беспрецедентного экономического развития.

Текущий пятый кондратьевский цикл (примерно 1980–2020 гг.) стартовал после мирового экономического кризиса 1969–1974 гг. При переходе от четвертого к пятому кондратьевскому циклу объем мирового производства упал почти на 11%. Не случайно и то, что экономический кризис тогда совпал с энергетическим и вызвал скачкообразный рост цен на топливо и сырье. Несмотря на грандиозные успехи мировой экономики в период предыдущего кондратьевского цикла, все же сработал неумолимый ритм смены технологических и экономических укладов. Ядром пятого технологического уклада стали микроэлектроника, информатика и биотехнологии. Эффективность пятого технологического уклада, основанного на базисных инновациях предыдущего цикла, естественно оказалась ниже: среднегодовые темпы прироста ВВП по миру в 1973–2001 гг. снизились и составили 3,1%. Заслуживает также быть отмеченным, что с последней четверти XX века индустриальный способ производства вступил в завершающую стадию своего двухсотлетнего жизненного цикла. После былых рекордных показателей мировая экономика вступила в период снижения темпов роста, углубления и учащения кризисов, растущей неопределенности.

Финансовый кризис 1998 г. стал предвестником мирового экономического кризиса 2001–2002 гг., ознаменовав переход от повышательной к понижательной волне пятого кондратьевского цикла. Он носил характер информационного кризиса и поразил в большей мере страны с развитым информаци-

онным сектором, которые были лидерами в период повышательной волны этого цикла. В 2007 г. разразился новый этап экономических неурядиц, которые на этот раз приняли форму ипотечного и банковского кризиса с последующим снижением темпов роста экономики в развитых странах.

Таким образом, первые два десятилетия XXI века – это период нисходящей волны пятого кондратьевского цикла и падающей эффективности связанного с ним технологического уклада. В предстоящем десятилетии (примерно 2010–2020 гг.) мир, похоже, ожидает ряд глобальных кризисов, первые признаки которых мы уже переживаем. Прежде всего – это более глубокий, чем в 2001–2002 гг. и 2007–2008 гг., экономический и инновационно-технологический кризис, связанный с предстоящей сменой кондратьевского цикла в 2020-х гг. Нарастают экологический, продовольственный и геополитический кризисы. Первый из них порождается ускоренным ростом потребления ископаемого топлива (нефти, газа и угля) и усилением теплового загрязнения планеты. Будет усугубляться нехватка продовольствия, произойдет дальнейший рост цен на продукты питания. Возможен затяжной геополитический кризис, связанный с формированием нового мироустройства, основанного на диалоге и партнерстве цивилизаций, принципе многополярности. Снижение остроты этого кризиса возможно лишь на основе согласованной долгосрочной стратегии. Рычаги в этой области находятся в руках Совета безопасности ООН, «Группы восьми», «Двадцатки», Шанхайской организации сотрудничества и др.

В силу вышеизложенного наиболее вероятным сценарием представляется падение темпов роста мировой экономики в первые два десятилетия XXI века – со значительным их ростом в последующие два десятилетия, когда базисные инновации шестого технологического уклада начнут давать полноценную отдачу.

Каков выход из назревающей сложной ситуации? В подобных случаях, по-видимому, безотказно действует «правило Г.Менша»: «инновации преодолевают депрессию!» [Mensch 1979]. Правительства как ключевые акторы в данной области призваны проводить целенаправленную политику по осуществлению стратегии инновационно-технологического прорыва. Необходимо концентрировать основные усилия на освоении кластера базисных инноваций, формирующих структуру шестого технологического уклада. На это отведено всего 10–15 лет. Период 2010–2025 гг. является, таким образом, самым благоприятным временем для освоения и внедрения новой волны базисных инноваций. В последующем на более высокой волне улучшающих инноваций, которые проявляются, прежде всего, в авангардных странах, утвердятся и получат распространение в мире шестой технологический уклад.

Таким образом, Россия выбрала весьма удачный момент для старта инновационного развития своей экономики.

Ядром шестого технологического уклада, вероятнее всего, будут нанотехнологии; биотехнология и генная инженерия; компьютерные технологии и мультимедиа, включая глобальные интеллектуальные информационные сети; альтернативная энергетика, включая водородную. Что же касается эпицентра этой волны базисных инноваций, то резонно предположить, что лидеры пятой волны инноваций – США, Япония и Западная Европа – в основном сохраняют свое лидерство, к ним могут примкнуть новые индустриальные страны – Южная Корея, Китай, Индия, Бразилия, Сингапур и др.

Россия с весьма высокой вероятностью сможет присоединиться на равных к числу авангардных стран в освоении базисных инноваций шестого технологического уклада. Страна на сегодня располагает для решения этой задачи мощной финансовой базой, сохранившимся высоким научным потенциалом и огромными человеческими ресурсами, которым надлежит привести инновационный механизм в действие. А самое главное – имеется политическая воля высшего российского руководства и в этих целях запущена государственная стратегия инновационного развития.

Как известно, в 50-е гг. прошлого века СССР совершил инновационно-технологический прорыв в освоении и распространении достижений четвертого технологического уклада. Это позволило модернизировать экономику, занять лидирующие позиции в ряде направлений научно-технической революции и, в особенности, достичь военно-технического паритета с западным блоком. Однако в последующем по множеству причин инновационная активность стала угасать, энергия прорыва была потеряна. Запоздание с освоением технологических инноваций пятого уклада было немаловажной причиной краха советской экономики и развала СССР.

Ориентация на стратегию инновационно-технологического прорыва, на переход к инновационной экономике, активная государственная поддержка базисных инноваций по тем приоритетным направлениям, где имеется научно-технический потенциал для прорыва, даст возможность России к 2025–2030 гг. сократить в значительной мере технологическое отставание от авангардных стран, а в некоторых областях и прорваться вперед.

Необходимость перехода на рельсы инновационного развития особо актуальна для России в свете неблагоприятных перспектив демографической динамики, не позволяющих рассчитывать на демографический фактор как фактор экономического роста.

4.2.2. Сценарии демографического развития России в XXI веке

Демографическая ситуация в России остается достаточно сложной, несмотря на некоторое снижение убыли населения в последнее время. Низкая рождаемость подрывает трудовую ресурсную базу и, тем самым, будет препятствовать динамичному экономическому развитию России. Дефицит молодых кадров негативно сказывается, в первую очередь, на инновационно-технологическом развитии. Уровень смертности в России высок и, особенно, среди мужчин трудоспособного возраста и ключевым фактором здесь является злоупотребление алкоголем и курением.

Правительство РФ в последние годы осуществляет масштабные меры по стимулированию рождаемости, по совершенствованию системы здравоохранения, по борьбе с курением и, в особенности, с алкогольной зависимостью.

В одной из наших работ [Коротаев, Халтурина, Божевольнов 2011] с помощью стандартной методики построения демографического прогноза были проведены расчеты различных сценариев демографического развития России до 2050 г. При этом использовались данные по возрастной структуре населения России, по возрастной смертности и рождаемости на начало 2007 г. с учетом всех вышеуказанных факторов, влияющих на показатели смертности и рождаемости. Были выделены три основных сценария (см. графическую иллюстрацию на [рис. 4.7](#)).

1) **оптимальный**, реализуемый при комплексном задействовании эффективных мер по стимулированию рождаемости, поддержки семьи, материнства и детства, по реализации антиалкогольной и антитабачной политики скандинавского типа и кардинальному улучшению качества работы системы здравоохранения; в этом случае к 2025 г. население России увеличится до 155 млн чел., а к 2050 г. оно возрастет до 159 млн чел., что явится замечательным результатом;

2) **инерционный сценарий**, рассчитанный, в условиях сохранения нынешних тенденций, в предположении постоянства демографических показателей, причем показатели повозрастной смертности – на уровне 2006 г. и рождаемости – на уровне 2007 г.; по данному сценарию население России к 2050 г. снизится до уровня в 100 млн чел., что весьма нежелательно;

3) **наихудший вариант**, рассчитанный при условии ухудшения ситуации с рождаемостью и смертностью, – возвращения показателей смертности и рождаемости к пессимальным значениям 1990-х гг. – достаточно печален и приведет к падению численности населения России к 2050 г. до уровня 85 млн чел., т.е. к сокращению на 55 млн чел.

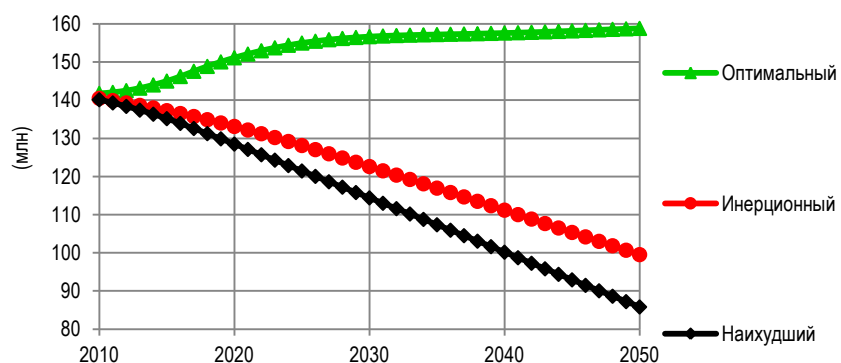


Рисунок 4.7

Динамика численности населения России в 2010–2050 гг.
в предположении постоянного миграционного прироста на уровне 2007 г.

Итак, инвестирование в человеческий капитал должно быть главным приоритетом государственной политики России, поскольку разница между численностью населения при оптимальном и инерционном сценариях развития составит почти 60 млн чел. Именно это имел в виду великий писатель и гуманист Александр Солженицын, когда утверждал, что главная задача современной России – это «сбережение народа».

Была рассчитана также доля трудоспособного населения, соответствующая каждому из этих сценариев демографического развития [Коротаев, Халтурина, Божевольнов 2011]. Результаты представлены на рис. 4.8. Доля трудоспособного населения для оптимального сценария рассчитывалась в предположении увеличения пенсионного возраста до 65 лет в 2014 г., именно такова природа скачкообразного изменения доли трудоспособного населения в сторону увеличения. Это кажется оправданным, поскольку такова тенденция во всех развитых странах. В остальном, наблюдается только процесс снижения доли трудоспособного населения.

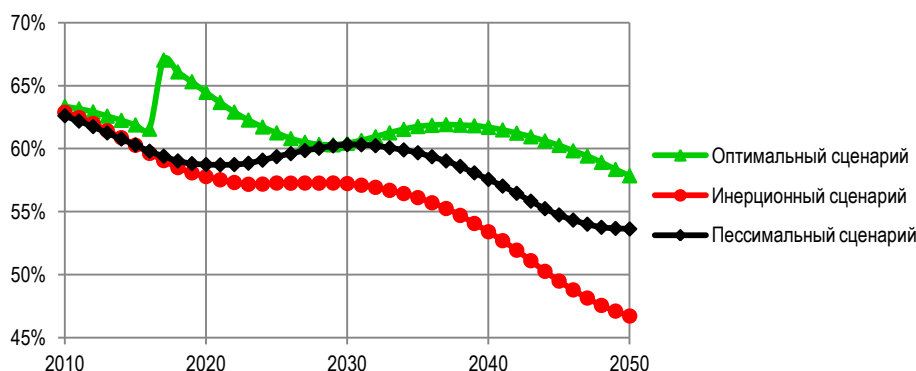


Рисунок 4.8
Динамика доли трудоспособного населения России в 2010–2050 гг.

4.2.3. Перспективы технологического развития в развитых и развивающихся странах мира

Снижающаяся демографическая динамика характерна не только для России, но и для многих других стран в связи с происходящим в настоящее время глобальным демографическим переходом. В связи с этим решающим фактором экономического роста становится технологическое развитие. Модели, описывающие технологический рост, представлены в Разделе 3.2.1. Здесь мы приведем результаты прогнозных оценок на основе использования данных моделей.

Для США данные по доле населения, занятой в НИОКР, и соответствующий прогноз до 2100 г. приведены на рис. 4.9. Расчеты показывают, что доля занятых в НИОКР стабилизируется на уровне 0,006 от общей численности населения.

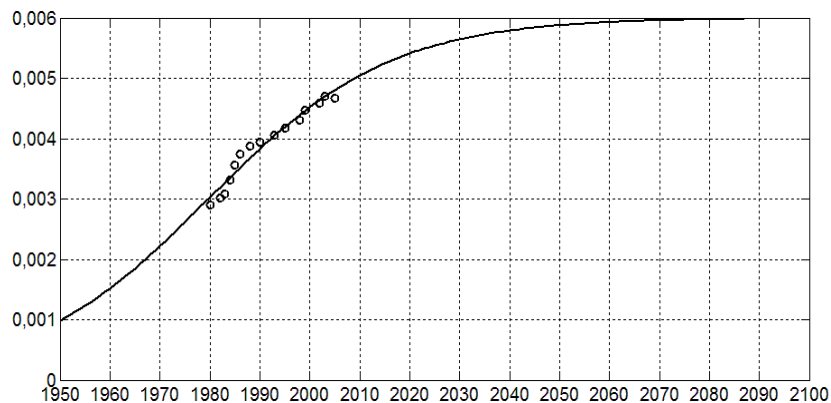


Рисунок 4.9
Данные по доле занятых в НИОКР для США (маркеры)
и приближение логистической функцией I_A (сплошная линия)

На основе соотношения, описывающего динамику технического прогресса, и построенной логистической функции I_A для США, найдем вклад собственных технологий в темпы технического прогресса. Результат приведен на рис. 4.10 вместе с нисходящей логистической функцией, описывающей процесс вытеснения заимствования технологий. Из рассмотрения графиков на рис. 4.10 видно, что для США до Второй мировой войны заимствованные технологии играли большую роль, нежели собственные. Но уже после войны, с 1950-х гг., США начинают генерировать мощную волну собственных технологий, которые уже активно заимствуют страны Западной Европы и Япония.

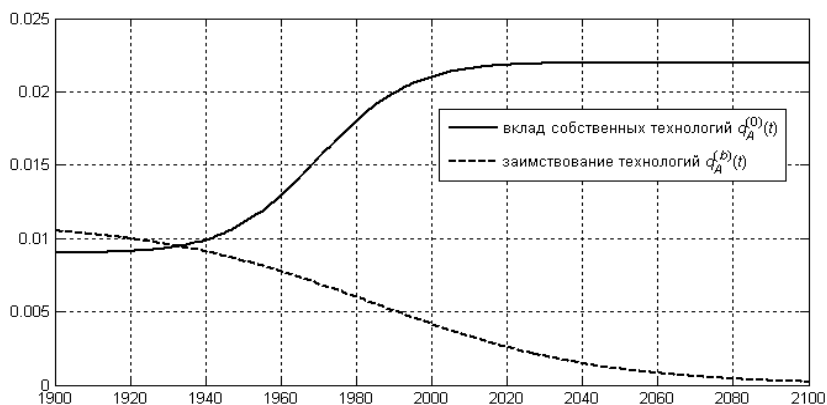


Рисунок 4.10
Развитие собственных технологий
и вымывание заимствованных для США

Расчеты, аналогичные описанным выше для США, были приведены также для Японии, Китая и ряда других авангардных стран. Для ряда из этих стран графики, иллюстрирующие динамику развития технического прогресса, представлены на [рис. 4.11](#).

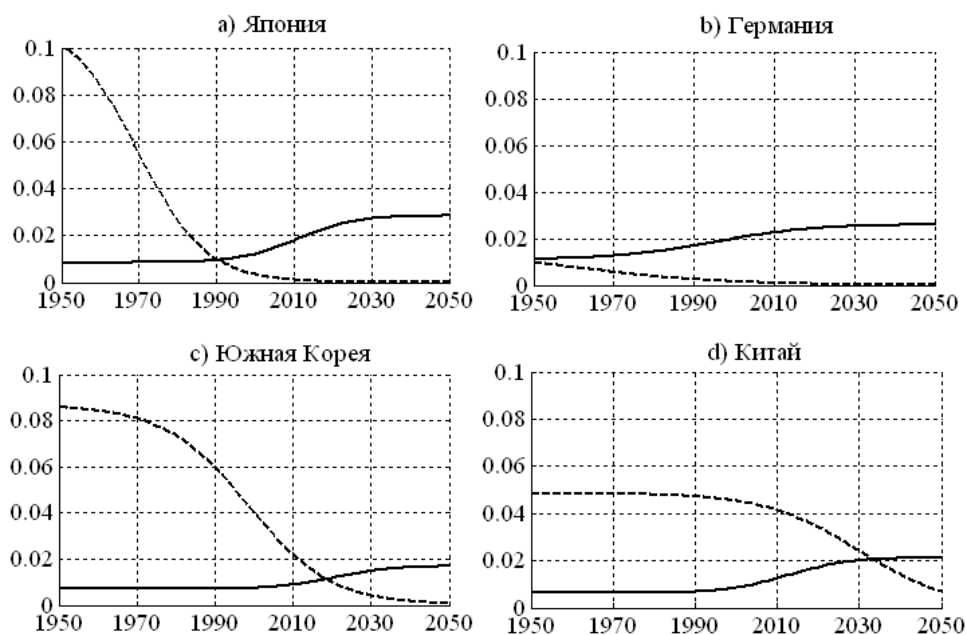


Рисунок 4.11

Динамика развития технического прогресса,
обусловленная собственными (сплошная линия)
и заимствованными (штриховая линия) технологиями

Поразительно, что несмотря на катастрофические последствия Второй мировой войны, начатой Германией в 1939 г., для её экономики, уже в послевоенный период Германия, так же, как и США, сумела сгенерировать мощную волну технического прогресса, преимущественно за счет собственных технологий ([рис. 4.11b](#)). Ключевую роль при этом, безусловно, сыграли огромный научно-технический потенциал и наличие высококвалифицированной рабочей силы, а также широкомасштабная помощь США по

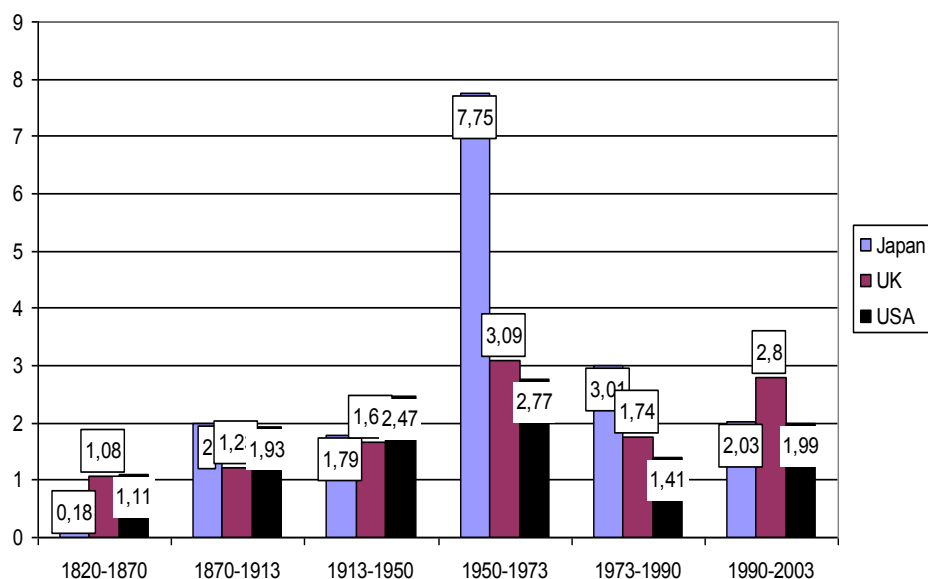
«плану Маршалла». На примере Японии (рис. 4.11a) мы видим, что в послевоенные годы она очень эффективно осуществляла заимствование технологий для обеспечения высоких темпов экономического роста вплоть до 1990-х гг., тогда как собственные технологические разработки Японии играли весьма скромную роль. Начиная с 1990-х гг. Япония уже развивалась преимущественно за счет собственных технологических инноваций, которые, как видно из рисунка, способны обеспечить только умеренные темпы экономического роста, не превышающие 3%. Возможно, в этом как раз и заключается основная причина стагнации японской экономики в последние десятилетия. Примерно та же картина наблюдается для Китая (рис. 4.11d), которая динамично развивается с 1980-х гг. путем активного заимствования технологий извне. Вместе с тем Китай сегодня успешно и динамично развивает и собственную технологическую базу, что свидетельствует о больших перспективах развития Китая в XXI веке.

Анализируя графики, характеризующие динамику технического прогресса, обусловленную как собственными, так и заимствованными технологиями, для авангардных стран мира (см. рис. 4.10 и 4.11), мы видим, что за счет исключительно собственных технологий любая страна не сможет обеспечить темпы технического прогресса, превышающие 3%. Наглядно это демонстрируется также диаграммами, представленными на рис. 4.12 и характеризующими темпы роста производительности в Японии, США и Великобритании за более чем столетний период.

Диаграммы показывают, что Япония в 1950–1973 гг., когда она совершила экономический прорыв (взлёт), путем одновременного весьма эффективного заимствования технологий в США и широкомасштабного развития собственной базы НИОКР, достигла беспрецедентных темпов технического прогресса, равных почти 8%, что обеспечило средние ежегодные темпы роста экономики в 1950–1973 гг. около 10%! Почти то же самое совершила Южная Корея в 1970–1995 гг., когда средние ежегодные темпы роста корейской экономики составляли свыше 10%, а темпы технического прогресса, как и в Японии, были свыше 7% (см. рис. 4.11c). В последние 20 лет подобные темпы роста в экономике демонстрирует Китай, который также идет по пути одновременного успешного заимствования технологий и широкомасштабного развития собственной технологической базы.

Можно привести примеры множества стран, которые строили стратегию догоняющего развития исключительно на заимствовании технологий и успешно развивались довольно длительный период, однако не смогли совершить экономический прорыв и присоединиться к авангардным странам; более того затем теряли свои позиции из-за неразвитости собственной технологической базы. Это закономерный финал, поскольку только одновре-

менное инновационное развитие на базе собственных и заимствованных технологий рождает синергетический эффект, который и дает ускорение темпам технического прогресса.



Источник: БД Всемирного Банка.

Рисунок 4.12

Среднегодовые темпы роста производительности труда в США, Японии и Великобритании в XX веке (% в год)

Именно развитая собственная технологическая база и позволяет по завершении процесса заимствования технологий извне удержаться на уровне авангардных стран, когда завершается. Только такая стратегия инновационно-технологического развития позволяет осуществить подлинный прорыв и обеспечить экономический взлёт развивающейся страны на орбиту авангардных стран. Причём это возможно только при стабильно высоких темпах прироста ВВП, измеряемых двузначными числами (8–10%) в длительный период времени, порядка 15–20 лет. Это очень трудная задача и не случайно, что в XX столетии это удалось совершить небольшому числу государств, в числе которых – Япония, Южная Корея, Сингапур, Малайзия, Финляндия. Сегодня эту задачу, кроме Китая, успешно решает другая крупнейшая азиатская страна – Индия.

4.2.4. Прогнозная оценка динамики технического прогресса и ВВП для России на период 2010–2050 гг.

Из вышеприведенного следует, для России, вставшей на путь инновационного развития, наряду с принятием стратегии догоняющего развития на основе заимствуемых технологий крайне важно стимулировать широкомасштабное и динамичное развитие собственной технологической базы. Все это, в первую очередь потребует внимания к качественному преобразованию и расширению подготовки инженерно-технических кадров на основе новейших достижений современной техники и технологий. Нельзя забывать о том, что, в конечном счете, модернизацию и инновации претворяют в жизнь инженеры!

На вопрос о том, как же обстоят дела с инженерно-техническими кадрами в современной России, дает наглядный ответ [рис. 4.13](#), на котором представлена убывающая динамика доли занятых в сфере НИОКР и который демонстрирует резкое сужение сферы НИОКР в последние десятилетия.

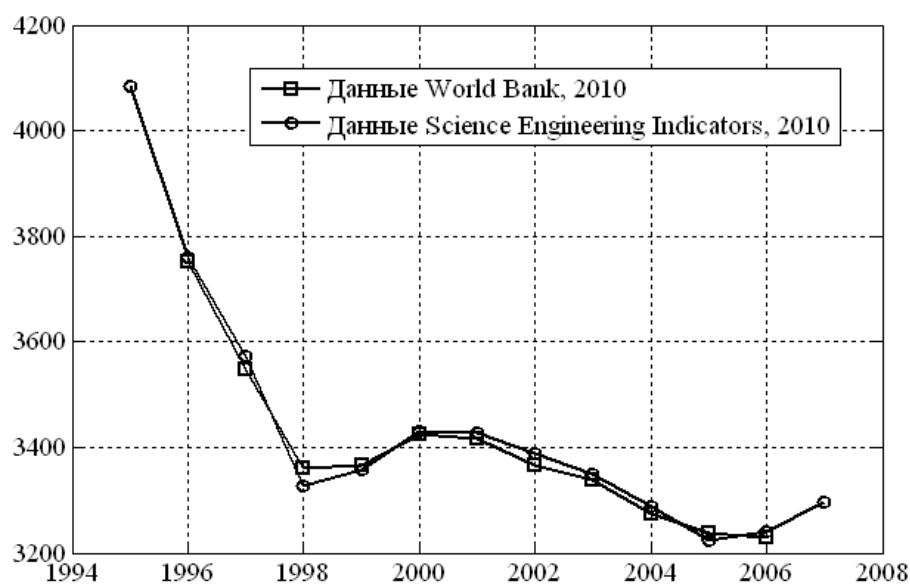


Рисунок 4.13
Доля занятых в НИОКР в России (тыс. на млн чел.)

Общая численность ученых и инженерно-технических работников, занятых в сфере НИОКР России, сегодня составляет примерно 445 тыс. чел. против 1,08 млн чел. в 1991 г. Для сравнения: в Китае – около 1 млн чел., больше только в США – 1,3 млн чел. Снижение численности занятых в НИОКР России более чем в два раза за 20 лет серьезно сказалась на конку-

рентоспособности российской экономики. О том, как это негативно влияет на темпы технического прогресса можно видеть на рис. 4.14, где представлена кривая движения темпов технического прогресса, демонстрирующая процесс деградации отечественных технологий советской эпохи. Эта кривая получена по формуле, являющейся решением НИОКР-уравнения (3.22).

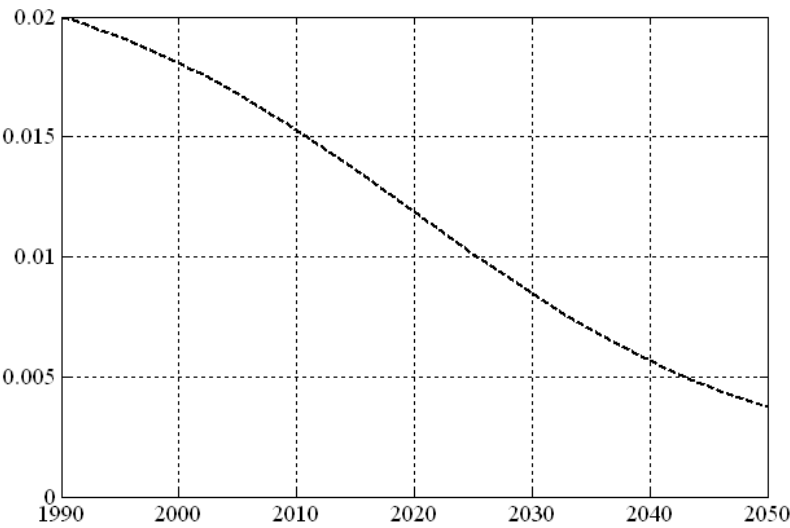


Рисунок 4.14
Динамика технического прогресса,
обусловленная собственными технологиями России

В табл. 4.3 представлена большая группа развитых стран, разбитая в узкие кластеры по критерию численности инженерно-технических работников занятых в НИОКР. Хотя Россия по численности занятых в сфере НИОКР все ещё входит в группу высокоразвитых стран, однако по объему финансирования сильно отстает от них, вследствие чего и продолжается технологическая деградация. Действительно, в 2009 г. доля расходов на НИОКР в ВВП России упала до 1% ВВП, тогда как в США – 2,7%, в Германии – 2,5%, а в Японии – 3,4% ВВП.

Таблица 4.3

Количество исследователей в НИОКР на 1 млн чел. в разных странах		
I группа	II группа	III группа
Япония	США	Германия
Швеция	Норвегия	Франция
Финляндия	Республика Корея	Великобритания
Сингапур	Канада	Бельгия
Дания	Австралия	Россия
5000–8000	3500–5000	2500–3500

Поскольку собственная технологическая база находится в состоянии деградации, отечественные предприятия развиваются путем заимствования высокопроизводительных технологий и оборудования за рубежом, благодаря чему и поддерживаются нынешние средние темпы экономического роста в России. Как показал вышеприведенный анализ, этот процесс необходимо всячески поддерживать и добиваться его эффективности. С учетом уже сложившихся тенденций в этом направлении, используя формулу для диффузии технологий, можно построить график, характеризующий динамику технического прогресса, обусловленную заимствованием технологий извне (рис. 4.15, штрих-пунктирная линия), который совмещен с соответствующей кривой для собственных технологий (рис. 4.14). На этом же рисунке сплошной линией показано влияние новой собственной инновационно-технологической волны, которая запущена в последние годы. Если она состоится, тогда можно быть уверенным и относительно эффективного заимствования технологий за рубежом.

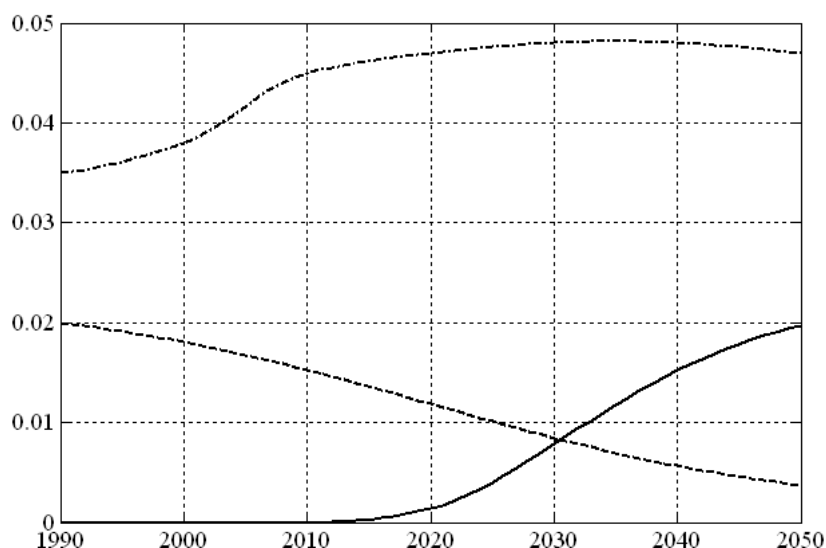


Рисунок 4.15
Темпы технического прогресса,
обусловленные заимствованными и собственными технологиями,
для экономики России

Зная демографическую динамику для России (см. рис. 4.7 и 4.8), а также динамику технического прогресса, нетрудно рассчитать различные сценарии экономического развития России в долгосрочном периоде. Результаты расчетов в графической форме представлены на рис. 4.16. При расчете динамики технического прогресса рассматривалось два сценария: инновационный (рис. 4.15), когда участвуют все три компонента, включая новую

волну инновационно-технологического развития с 2010-х гг.; и инерционный, когда продолжаются лишь нынешние тенденции с заимствованием технологий извне и деградацией отечественных. Рассмотрены четыре возможных сценария развития экономики России в 2010–2050 гг.:

- **наилучший сценарий**, сочетающий оптимальную демографию (см. [рис. 4.8](#)) и инновационную экономику;
- **оптимистический сценарий**, страна идет по инновационному пути экономического развития при инерционной демографии;
- **пессимистический вариант развития страны**, сочетающий инерционную демографию с инерционной экономикой;
- **наихудший путь развития**, когда экономика развивается в инерционном режиме при наихудшем сценарии развития демографии.

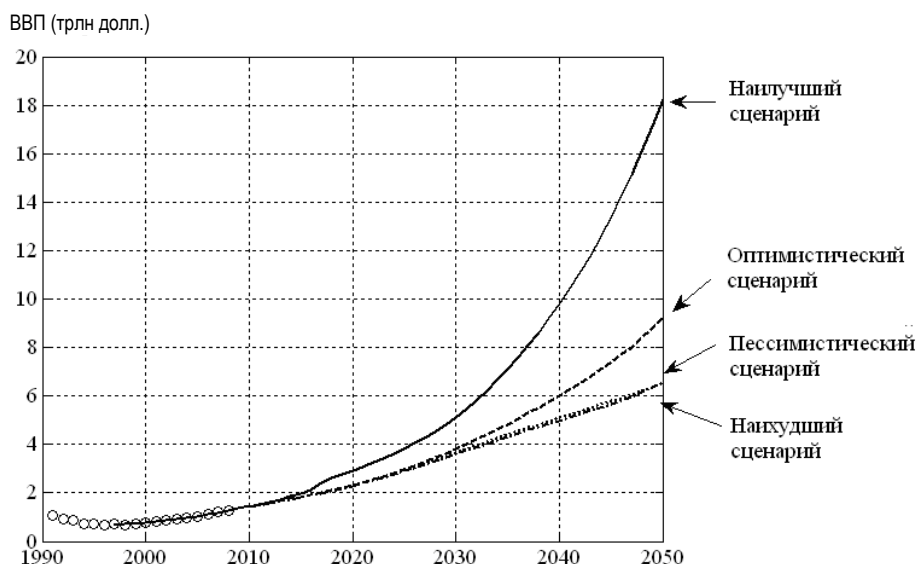


Рисунок 4.16

Сравнение долгосрочной динамики ВВП России для четырех сценариев

Конечно, реализация наилучшего сценария развития крайне сложная задача, которая потребует для своего успешного решения мобилизации огромных человеческих усилий, финансовых и материальных ресурсов, а самое главное — твердой политической воли. Вместе с тем, и итоги развития по данному сценарию будут впечатляющими: Россия становится четвертой державой по экономической мощи после Китая ($\cong 51$ трлн долл.), Индии (~ 39 трлн долл.) и США (~ 36 трлн долл.) с объемом ВВП, равным 18 трлн долл. (по ценам 2000 г.), но самое главное, с населением численностью порядка 160 млн человек, представляющим инновационную и здоровую нацию с уникальным человеческим капиталом. Уровень и качество жизни в

России станут такими же высокими, как в развитых странах ОЭСР. Здесь мы воспользовались прогнозами величины ВВП авангардных стран к 2050 г. по данным OECD. Представляется, что это великая цель, достойная того, чтобы стать национальной идеей России в XXI веке.

При реализации оптимистического сценария Россия к 2050 г. по величине ВВП (около 9 трлн долл.) будет делить 4-е–5-е места вместе с Японией ($\cong 8,9$ трлн долл.) среди авангардных стран мира. При этом страна трансформируется вновь в передовую научно-техническую державу с инновационной экономикой и мощной отраслью НИОКР, что позволит перейти к кардинальному решению социальных проблем. Уровень жизни россиян в этом случае составит около 70% от уровня жизни населения в странах ОЭСР. Что же касается населения, оно сократится постепенно до уровня в 100 млн чел., поэтому возникнет потребность в проведении эффективной иммиграционной политики.

В пессимистическом и наихудшем сценариях Россия будет развиваться как энергетическая держава. Ряд экспертов полагают, что данный сценарий губителен для экономики России, поскольку уже в середине 2020-х гг. долларовые поступления от нефти начнут существенно снижаться, поскольку разведанных запасов осталось на 25–35 лет. Однако не следует забывать, что уже наступает эра газа в качестве доминирующего энергоносителя, а Россия обладает самыми большими запасами газа в мире, объемов которого хватит еще на 100 лет при текущей интенсивности добычи. Таким образом, даже имея ресурсозависимую экономику и не проводя глубоких структурных преобразований в ней, Россия сможет устойчиво развиваться, поскольку энергопотребление в мире будет плавно увеличиваться, по крайней мере, до 2050 г., а доминирующими энергоносителями в этот период будут нефть и газ. Однако сохранится и нынешний уровень жизни, который составляет примерно 30% от уровня жизни населения стран ОЭСР.

4.2.5. Структурная политика как фактор экономического развития

Нынешний финансово-экономический кризис заставил правительства развитых стран задуматься о диверсификации экономики – с большей долей промышленности и меньшим влиянием финансового сектора. Многие экономисты рекомендуют отказаться от ставки на финансовый сегмент как двигатель роста, поскольку этот сегмент оказался чересчур волатильным, а экономика с большим влиянием финансового сектора – неустойчивой.

В одной из наших предыдущих работ [Акаев и др. 2009], на основе анализа динамики отраслевой структуры экономик стран ОЭСР, было показано, что устойчивое развитие экономики обеспечивается сбалансированной отраслевой структурой, где доля обрабатывающих отраслей промышленности должна быть не менее 20%, т.е. подчиняться «правилу одной

пятой». Например, доля обрабатывающей промышленности в структуре ВВП США сегодня составляет около 13% по сравнению с 23,4% в 1970 г., а в Великобритании – 11% по сравнению с 32% в 1970 г. Нынешний финансово-экономический кризис обнажил все риски подобной структурной несбалансированности. Именно экономики США и Великобритании оказались наименее устойчивыми к кризисным явлениям. Как видно из [рис. 4.17](#) [Акаев и др. 2009], для экономики США были характерны резкий рост сектора финансов и медленный рост обрабатывающей промышленности, причем доля финансового сектора непропорционально выросла с 19,1% в 1970 г. до 35% в 2008 г.

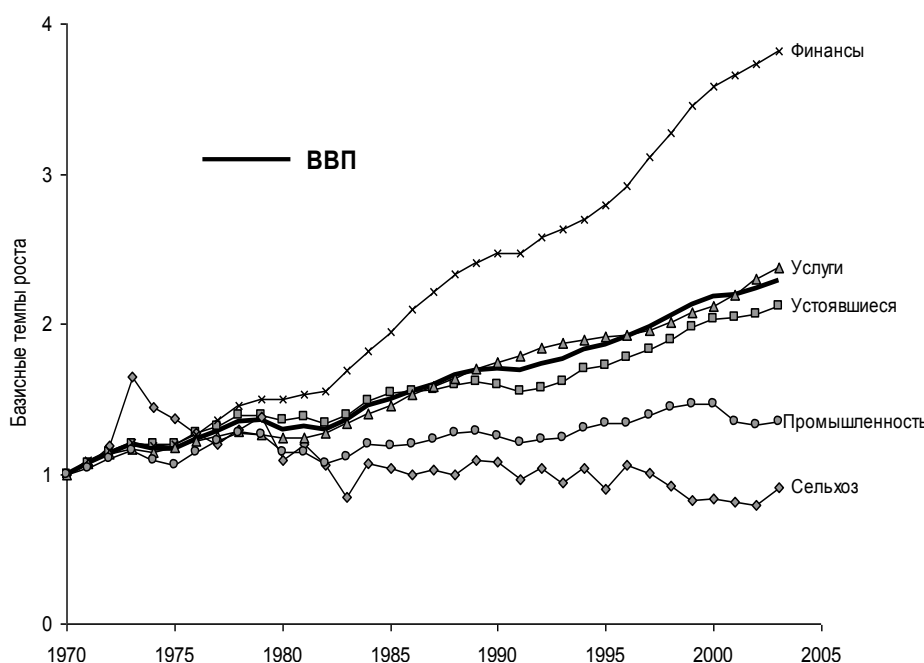


Рисунок 4.17
Динамика реального ВВП и основных отраслей экономики США

Это привело к структурному кризису экономики США, который был многократно усилен финансовым кризисом 2007–2008 гг. Напротив, Южная Корея, где доля обрабатывающей промышленности составляет 27%, также при большом влиянии финансового сектора, как и в США и Великобритании, относительно легко преодолела кризис. Отличительной особенностью экономики Южной Кореи среди других экономик стран ОЭСР оказалось то, что там темпы роста обрабатывающей промышленности опережали темпы роста ВВП, как видно из [рис. 4.18](#) [Акаев и др. 2009], что и придало устойчивость в период кризиса.

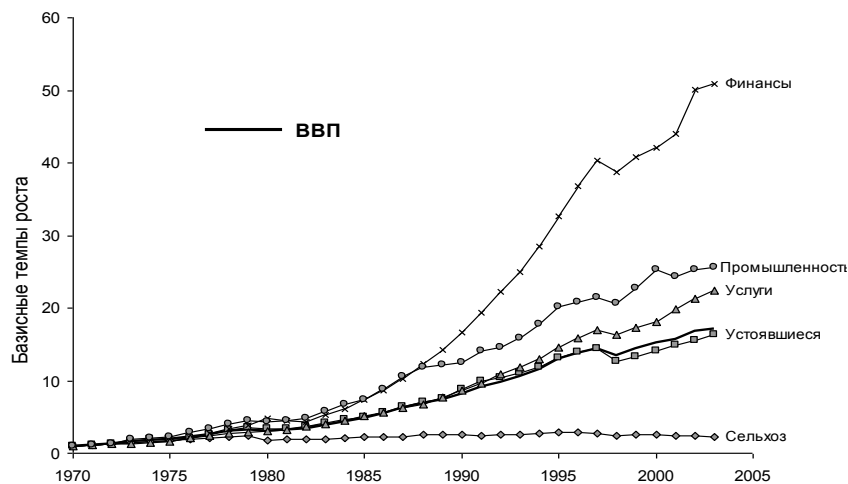


Рисунок 4.18

Динамика реального ВВП и основных отраслей экономики Южной Кореи

Таким образом, именно промышленное производство остается локомотивом технико-экономического развития, придающим ему устойчивость. Проблемы в промышленном производстве начались в 1980-х гг. из-за ошибочного представления о том, что авангардные страны должны стать центрами «постиндустриальной» экономики, т.е. сосредоточиться на развитии сферы услуг и инноваций, в первую очередь финансовых, а менее привлекательной работой по изготовлению конечного потребительского продукта должны заниматься развивающиеся страны. Однако современный мир пока ещё остается миром индустриальным. О постиндустриальном мире много говорят и пишут, но вряд ли он наступит в ближайшие 50 лет.

Поэтому в США, где словосочетание «промышленная политика» стало почти ругательным, уже активно обсуждается необходимость формирования новой промышленной политики и создания специальных финансовых механизмов, призванных обеспечить расширенное развитие обрабатывающих отраслей как части более сбалансированной экономики. Великобритания уже приступила к реализации правительственной промышленной стратегии в 2002 г., сразу после предыдущего мирового экономического кризиса 2000–2001 гг., что, однако, не принесло заметных результатов из-за неприоритетности стратегии. Новый британский кабинет проявляет высокую промышленную активность и планирует на деле осуществить реиндустриализацию британской экономики. Он уже планирует выделить дополнительные значительные ресурсы, чтобы обеспечить необходимые современной промышленности научную базу и уровень квалификации работников. Если задачу реиндустриализации решить не удастся, полагают британские эксперты, то возрастут не только экономические, но и политические риски для Великобритании уже в ближайшем будущем.

Итак, промышленная политика вновь возвращается. Французский президент Николя Саркози прямо говорит о государственной поддержке новых отраслей промышленности для создания новых высококвалифицированных рабочих мест, об увеличении инвестиций в НИОКР. Главное достоинство промышленной политики состоит в том, что оно стимулирует экономический рост через ускорение структурных изменений, путем инновационных прорывов. Между тем главные проблемы многих экономик как раз и заключаются в наличии глубоких структурных диспропорций, как, например, сложилось в экономике современной России. Поэтому России сегодня требуется именно эффективная промышленная политика, направленная на глубокую технологическую модернизацию традиционных отраслей экономики наряду с инновационным прорывом, предназначенным служить катализатором модернизации экономики, о чем мы писали ранее в работе [Акаев 2006]. Это позволит провести быструю и коренную структурную перестройку российской экономики.

Внимательно анализируя траектории движения ВВП и основных отраслей экономики США (рис. 4.17) и Южной Кореи (рис. 4.18), мы видим, что траектория движения ВВП незначительно отличается от траектории «устоявшихся» отраслей, в число которых входят традиционные базовые отрасли, которые являются основой любой экономики: торговли; транспорта и коммуникаций; электро-, газо- и водоснабжения; строительства и добычи полезных ископаемых. Это характерно для любой экономики, любой страны, а это уже означает, что вклад в ВВП подлинно инновационных продуктов не столь велик, как представляется. Поэтому крайне важно, чтобы поток инноваций в первую очередь поступал в эти традиционные базовые отрасли экономики, увеличивая там добавленную стоимость и обеспечивая значительный рост производительности. В результате передачи инновационных технологий от новых отраслей к традиционным устоявшимся отраслям происходит синергетический эффект «слияния технологий» [Hirooka 2006]. Таким образом, определенные инновации обеспечивают значительный прирост экономики, проникая во многие ее сферы и, в первую очередь, традиционные. В период четвертого и пятого циклов Кондратьева (1950–2010) такой универсальной инновацией стали компьютеры и электроника. Ярким примером может служить слияние электроники и металлорежущих станков, в результате чего появились высокоточные и высокопроизводительные металлорежущие станки с числовым программным управлением (ЧПУ). Другим примером являются современные автомобили, которые стали столь совершенными и комфортабельными благодаря широкому внедрению электроники. Электронные компоненты используются сегодня всюду: для управления работой двигателя, для управления движением автомобиля, для поддержания комфортных условий в кабине автомобиля и т.д. Технологическое слияние компьютерных систем с индустрией производства стали, цемента, химикатов привело к качественному скачку производительности в

этих традиционных отраслях промышленности. Таким образом, инновации приносят максимальную выгоду, когда они охватывают всю экономику в целом через механизмы слияния технологий и институциональных изменений. Сегодня, на примере развитых стран мира, мы также видим, что большинство сфер применения био- и нанотехнологий пока что приходится на бытовую, медицинскую, сельскохозяйственную и энергетическую отрасли, т.е. традиционные базовые отрасли экономики. А это все сферы промышленной политики.

Нынешнее состояние российской обрабатывающей промышленности вызывает большую тревогу. Промышленность России вследствие кризиса 2008 г. была отброшена на рубежи 2005 г., промышленное производство в 2009 г. упало на 10,8%. А в 2005 г., в свою очередь, темпы роста в промышленном производстве снизились с 7,3% в 2004 г. до 4% и оказались ниже темпов роста экономики в целом – 6,4%, обозначив негативную тенденцию снижения конкурентоспособности, происходящую в этом ключевом секторе экономики [Акаев 2006]. Именно ускорение темпов роста обрабатывающей промышленности на высокотехнологической основе позволит перейти на высокие темпы устойчивого экономического роста в 7–8% ежегодных, необходимых России.

Таким образом, перед правительством России стоит задача разработки и неотложного претворения в жизнь эффективной промышленной политики, направленной на технологическую модернизацию перспективных, прежде всего обрабатывающих отраслей промышленности, на создание конкурентоспособных экспортоориентированных промышленных производств, создание точек инновационного роста, а также широкомасштабного внедрения инновационных технологий в традиционные базовые отрасли экономики. Только активная промышленная политика может обеспечить устойчивое развитие российской экономики в долгосрочной перспективе и позволить выиграть время в начавшейся гонке за конкурентоспособностью, а также преодолеть зависимость экономики от сырьевого экспорта.

4.3. Россия в контексте мирового развития: политический аспект

Современная ситуация

Многие факты указывают на то, что сегодня мир находится примерно в середине понижательной фазы пятого кондратьевского цикла (начало 2000-х–2017 гг.). Этот цикл стартовал в начале 1980-х гг., после еще памятных многим мировых экономических кризисов 1969–1971 гг. и 1974–1975 гг., сопровождавшихся скачкообразным ростом цен на топливо и сырье, оказавшим губительное воздействие на экономику многих государств, осо-

бенно стран «третьего мира». По законам цикличности явная переключка с тем периодом наблюдается и в настоящее время. Отчетливые проявления мирового экономического кризиса, включая значительный рост цен на нефть и золото, стали видны уже в 2001–2002 гг. Они ознаменовали постепенный переход к понижательной волне пятого кондратьевского цикла и к падающей эффективности связанного с ним технологического уклада. В 2007 г. произошел новый крутой поворот. Спусковым крючком, как известно, стали проблемы ипотечных банков США. Американский ипотечный кризис, в орбиту которого, как в водоворот, стали быстро втягиваться одна за другой многие страны, перерос в глобальный финансово-экономический кризис. Есть основания ожидать, что финансово-экономические потрясения с некоторыми перерывами и колебаниями могут продолжаться до 2016–2018 гг., сопровождаясь обострением энергетического, продовольственного и экологического кризисов, порождаемых ускоренным ростом потребления ископаемого топлива (нефти, газа и угля), усилением теплового загрязнения атмосферы, бурно нарастающей нехваткой продовольствия, дальнейшим взлетом цен на продукты питания и т.д.

Графическое изображение кондратьевского цикла в форме синусоиды отражает его главные особенности. Вместе с тем нынешнюю фазу цикла, которая ассоциируется с ниспадающей частью синусоиды, нельзя представлять как скольжение по гладкой наклонной плоскости. На данном этапе в мировой экономике может наблюдаться сочетание периодов сравнительного роста и падения, – фигурально выражаясь, это движение по кризисным ухабам. По оценкам экспертов, процесс может напоминать по своему графическому рисунку латинские буквы *V*, *U* и *W*. В первом случае это быстрый рост после резкого падения, во втором случае – состояние длительной рецессии перед взлетом вверх, а в третьем – череда взлетов и падений между началом и концом кризиса. По всей вероятности, нынешняя ситуация в мировой экономике развивается по третьему сценарию. При этом между краями буквы *W* вполне может быть не одна, а несколько переминок. В этом контексте наблюдающиеся ныне слабые элементы оздоровления (подъема) в мировой экономике могут носить лишь относительный преходящий характер.

Надежды на устойчивый выход американской и других экономик из провала в 2011 г., похоже, являются иллюзией. Надо мыслить реально и настаивать на то, что окончательное преодоление кризиса, устойчивый подъем наступят не раньше 2017–2018 гг., как это следует из теории Кондратьева.

Картина на первый взгляд складывается безрадостная, но нам не хотелось бы создавать ощущение фатализма. Человечество в условиях цикличности развития прошло через большую череду кризисов, не менее глубоких, чем нынешнее падение. Результирующий вектор развития в каждом цикле оказывался восходящим. Повышательная и понижательная фазы относятся к одному и тому же, как оказалось, весьма жизнестойкому орга-

низму мировой экономики. Именно в понижательной фазе, сталкиваясь с угрозой для выживания, этот организм мобилизует свои внутренние силы и закладывает основу для будущего прорыва на более высоком технологическом и организационном уровне. Сочетание в одном кондратьевском цикле повышательной и понижательной волн, образно выражаясь – фаз «разогревания» и «охлаждения», предохраняет соответствующие национальные и глобальную мирохозяйственную системы от перегрева и переохлаждения, нормализует их жизненный тонус и, в конечном счете, обеспечивает их поступательное движение, несмотря на периодическое возникновение кризисов и провалов. По выражению Кондратьева, тем самым устанавливается тенденция к равновесию. Именно в таком типе развития, как представляется, проявляются характерные черты самоорганизации крупных социальных систем, о чем писал выдающийся российский ученый и мыслитель Н.Н.Моисеев. Мир выживет, в этом нет сомнений. Тем не менее для отдельных стран, попавших под пресс циклических перемен, последствия могут быть весьма болезненными.

Общая логика взаимосвязи между технологическими, экономическими и геополитическими сдвигами схематически изображена на [рис. 4.19](#). Анализ этой логики показывает, что в 2011 г. мир уже вступил в фазу внутри- и внешнеполитической нестабильности и находится накануне масштабных геополитических и технологических сдвигов.

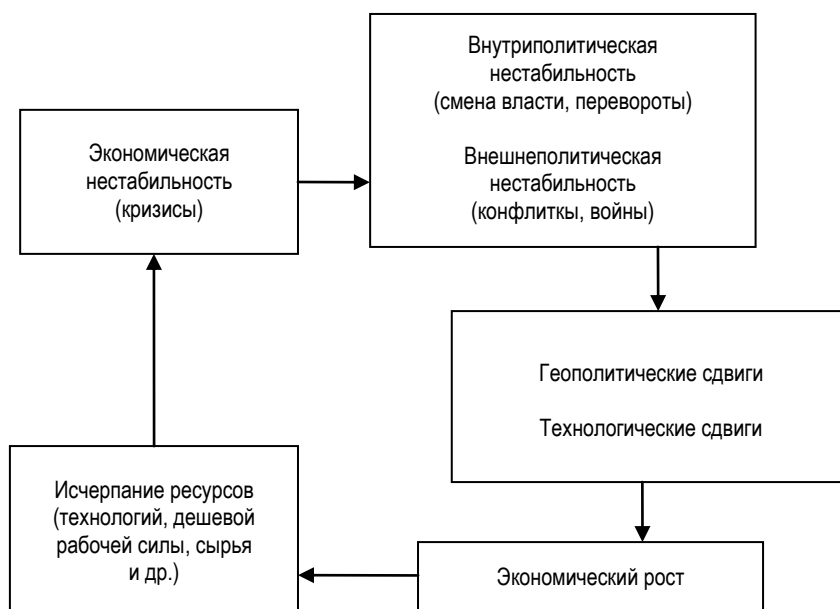


Рисунок 4.19

Схема взаимосвязи глобальных экономических и геополитических сдвигов

Кондратьевские циклы и прогноз международного политического развития

В данной работе используется подход к прогнозированию политического развития, основанный на анализе кондратьевских циклов и циклов эволюции международной политической и экономической системы, учитывающий структурное подобие между этими циклами и их ступенчатое сокращение [Пантин, Лапкин 2006]. Следует отметить, что кондратьевские циклы описывают не только волнообразное экономическое, но и политическое развитие в долгосрочном периоде, а также динамику международной политики и мирового лидерства. При этом важно учесть необходимость использования для анализа мировой динамики «сдвоенных кондратьевских циклов», состоящих из «циклов рубежа веков» (I, III и V циклы) и «циклов середины века» (II, IV, VI циклы) [Пантин 1996]. Оказалось, что для «циклов рубежа веков» наиболее характерны глубокие, радикальные технологические, социальные и политические сдвиги. Например, на пятый кондратьевский цикл (1982–2018) уже пришлось развал мировой социалистической системы и распад СССР (1989–1991), а также бурный подъем Китая и Индии. В технологическом отношении – это создание всемирной компьютерной паутины – Интернета, современных информационно-коммуникационных технологий, открывших эру информационного общества. Для «циклов середины века» наиболее характерны глобальные геоэкономические и геополитические сдвиги, которые изменяют политическую и экономическую карту мира. Яркими примерами могут служить итоги Второй мировой войны, которые пришлось на начало четвертого цикла (1945–1982): создание международной социалистической системы; крушение колониальной системы и провозглашение независимости Индии, Пакистана и многих других стран третьего мира; создание Китайской Народной Республики.

Каждый кондратьевский цикл, как отмечалось выше, имеет две фазы, состоящие из повышательной и понижательной волн, характеризующих этапы высокой и низкой экономической конъюнктуры. Кондратьевские циклы рубежа веков начинаются с радикальной технологической революции (с фазы технологического переворота), генерирующей повышательную волну, в ходе которой происходит внедрение принципиально новых технологий и создание новых отраслей массового производства, основанных на новых способах использования, передачи и преобразования энергии и информации. Так, например, текущий пятый кондратьевский цикл начался с развития новой отрасли – микроэлектроники и с широчайшего внедрения её продукции – персональных компьютеров и микросхем – во все традиционные отрасли народного хозяйства. Микроэлектроника стала также технической основой для создания современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), всемирной компьютерной сети – Интернета, т.е. открыла новую эру в технике передачи, преобразования и практическо-

го использования информации. Именно для фазы технологического переворота наиболее подходит следующее наблюдение самого Н.Д.Кондратьева: «Бурный рост новых производительных сил, повышая активность заинтересованных в нем классов и групп, внутри создает предпосылки для обострения борьбы против устаревших и тормозящих развитие социально-экономических отношений, создает предпосылки для внутренних крупных переворотов. Вот почему, как мы видим, в действительности период длительного повышения конъюнктуры связан с радикальными изменениями в области производства, с полосой частых войн и революционных потрясений» [Кондратьев 1989]. Действительно, именно на этот период пришелся развал мировой социалистической системы (1989) и распад Советского Союза (1991), экономики которых не смогли освоить пятый технологический уклад, основанный на микроэлектронике. Этому также способствовала война СССР в Афганистане (1979–1989), которая привела к созданию широкой антисоветской коалиции в мире и подорвала мощь страны. Напротив, Китай, оправившись после событий на площади Тяньаньмэнь (1989) и твердо следуя курсом модернизации, заданным Дэн Сяопином, начал стремительное восхождение по пути прогресса во всех сферах жизни. Закономерно, что в это же время США в первой победоносной войне против Ирака в Персидском заливе (1991) испытали все новейшие способы и средства ведения войны, основанные на достижениях микроэлектроники и ИКТ.

После примерно двадцатилетнего периода бурного устойчивого экономического роста, вызванного технологическим переворотом, наступает кризис, ухудшается конъюнктура и начинается понижательная волна. Наступает период неустойчивого экономического роста, прерываемого глубокой кризисной рецессией и последующей длительной депрессией. При этом понижательная волна кондратьевского цикла рубежа веков сопровождается глубокими политическими кризисами, усилением напряженности в международной обстановке, революциями и войнами, поэтому она получила название «фазы великих потрясений». Однако есть и позитивная сторона всех этих экономических, социальных и политических кризисов, поскольку в итоге они создают условия для нового долгосрочного подъема в период повышательной волны последующего кондратьевского цикла.

Эмпирически наблюдавшееся сокращение продолжительности кондратьевских циклов было представлено через ступенчатое сокращение понижательных волн при неизменной продолжительности повышательных волн [Пантин 1996]. Это сокращение, по-видимому, связано с общим ускорением хода вызревания и внедрения новых технологий и новых социальных институтов – процесса, который является характерной чертой и содержанием понижательных волн циклов Кондратьева. Было также обнаружено структурное соответствие между понижательными волнами кондратьевских циклов, которое сохраняется несмотря на общее усложнение международной системы и сокращение продолжительности этих волн. Это

замечательное свойство кондратьевских циклов и служит основой для прогнозирования эволюции международной системы. В частности, оказывается, что каждая понижательная волна, независимо от продолжительности, четко делится на три примерно равные части, причем в конце каждой трети наблюдается достаточно глубокая кризисная рецессия в экономике, которая инициирует важные политические события, включая политические кризисы (см. табл. 4.4).

Таблица 4.4

Структурное соответствие понижательных волн кондратьевских циклов

I цикл	1813 (кризис)–1825 (кризис)–1837 (кризис)–1849 (1851) (кризис)
II цикл	1873 (кризис)–1882 (кризис)–1890 (кризис)–1897 (1900) (кризис)
III цикл	1921 (кризис)–1929 (кризис)–1937 (кризис)–1945 (1947) (кризис)
IV цикл	1969 (кризис)–1974 (кризис)–1979 (кризис)–1982 (1983) (кризис)
V цикл	2001 (кризис)–2008 (кризис)–2013 (кризис)–2017 (2019) (кризис)

Иными словами, кризисные явления развиваются в три этапа, в ходе которых происходят важные социальные и институциональные сдвиги, формируются благоприятные условия для утверждения нового технологического уклада и новых экономических, социальных, политических институтов. При этом наличие трех этапов на протяжении понижательных волн наблюдается независимо от ступенчатого сокращения их продолжительности, что указывает на то, что общая логика технологических и геополитических сдвигов в целом сохраняется, несмотря на все ускорение развития и на все инновации. На первом этапе возникают наиболее глубокие кризисные явления, обусловленные исчерпанием потенциала доминировавших прежде базисных технологий, а также связанных с ними социальных институтов и прежнего геополитического порядка; этот этап завершается глубоким глобальным экономическим кризисом вроде кризиса 1929 г. или 2008 г. На втором этапе нестабильность социально-экономического и политического развития усиливается, наступает депрессия; это происходит оттого, что с наступившим кризисом продолжают бороться, как правило, прежними, уже неэффективными методами, которые ведут к новым кризисным явлениям. На третьем этапе, после очередной кризисной рецессии в экономике, происходят крупные геополитические, технологические и социальные сдвиги, иногда в виде масштабных войн или революций, которые ломают прежние общественные структуры и институты, расчищая дорогу для новых структур и институтов. Так было в ходе Второй мировой войны, на завершающем этапе третьего кондратьевского цикла рубежа веков, после чего началась повышательная волна четвертого цикла продолжительностью около

25 лет, которая ознаменовалась устойчивым развитием с невиданными темпами экономического роста.

Таким образом, исходя из изложенной выше концепции прогнозирования международного политического развития, основанной на структурном соответствии понижательных волн циклов Кондратьева, можно предположить, что в период 2011–2020 гг., на завершающих этапах понижательной волны пятого кондратьевского цикла мировое сообщество ожидают суровые испытания как экономического, так и, в особенности, политического характера.

Вслед за фазой великих потрясений начинается новый кондратьевский цикл типа середины века (2018–2040-е гг.), повышательная волна которого, как уже говорилось выше, характеризуется геополитической и геоэкономической революциями. Эту фазу можно назвать «фазой революции мирового рынка» [Пантин 2010]. Фаза революции мирового рынка, благодаря глубоким сдвигам, произошедшим в фазу великих потрясений, создает весьма благоприятные геополитические и институциональные условия для распространения, совершенствования и широчайшего использования новых базисных технологий, как в традиционных отраслях народного хозяйства, так и в образующихся новых отраслях. Причём базисные технологии циклов середины века обычно являются продолжением (развитием) магистральных базисных технологий предыдущего цикла. Действительно, ключевые базисные технологии шестого кондратьевского цикла – нанотехнологии, нанобиотехнологии, компьютерные технологии и ИКТ на основе нанoeлектроники, а также альтернативные источники энергии – все они являются естественным продолжением технологий, основанных на микроэлектронике и биотехнологиях. Именно этот кластер технологий и станет мощным двигателем для мирового экономического развития на протяжении последующих 20–25 лет на волне благоприятной конъюнктуры повышательной волны шестого кондратьевского цикла (примерно 2018–2042 гг.). Вполне естественно, что к началу 2040-х гг., новый технологический уклад исчерпает весь свой потенциал, в мировой экономике накопятся отраслевые и технологические структурные диспропорции, что положит начало новой понижательной волне – фазе структурного кризиса. Типичным примером такого структурного кризиса является мировой экономический кризис 1970-х гг., когда произошел переход от ресурсо- и энергоёмкой экономики к энерго- и ресурсосберегающей экономике. Этот структурный кризис и вызовет новую технологическую революцию, внедрение в производство новых технологических и социальных инноваций, которые созревали в период фазы структурного кризиса. Названные технологические нововведения уже наверняка будут эпохальными инновациями, порожденными в результате грядущей научно-технической революции. Тем самым завершится очередной полный цикл эволюции международной экономической и политической системы и начнется новый эволюционный цикл.

Таким образом, представленная выше четырехфазная («четырёхтактная») модель анализа эволюционных циклов мировой экономической и политической системы (модель «сдвоенных» кондратьевских циклов) с учетом структурного подобия понижительных волн циклов Кондратьева [Пантин, Лапкин 2006] может служить приемлемой основой для средне- и долгосрочного прогнозирования мировой экономической и политической системы до 2050 г. Полный цикл эволюции международной системы соответствует двум кондратьевским циклам, следующим друг за другом начиная с цикла типа рубежа веков, и включает четыре основные фазы, соответствующие двум повышательным и двум понижительным волнам: фазу технологической революции; фазу великих потрясений в мировой политике и экономике; фазу революции мирового рынка и фазу структурного кризиса. Отсюда следует, что мы сейчас переживаем фазу великих потрясений в мировом эволюционном цикле, начавшемся в 1980-х гг. и заканчивающемся к середине XXI века, т.е. в 2050-х гг. Попробуем нарисовать крупными мазками картину важнейших политических событий, характеризующих дальнейшее развитие этой фазы исторического процесса.

Предстоящие события второй половины фазы великих потрясений

Рассмотрим вначале среднесрочный прогноз мировой динамики до 2020 г., на протяжении оставшейся части фазы великих потрясений (начало 2000-х–2017 гг.). Прогноз динамики развития мировой экономики, выполненный в [Акаев, Пантин, Айвазов 2009] с учетом взаимодействия циклов Кондратьева, Кузнецова, Жюгляра и Китчина (без учета динамики ВВП развивающихся стран) представлен на рис. 4.20.

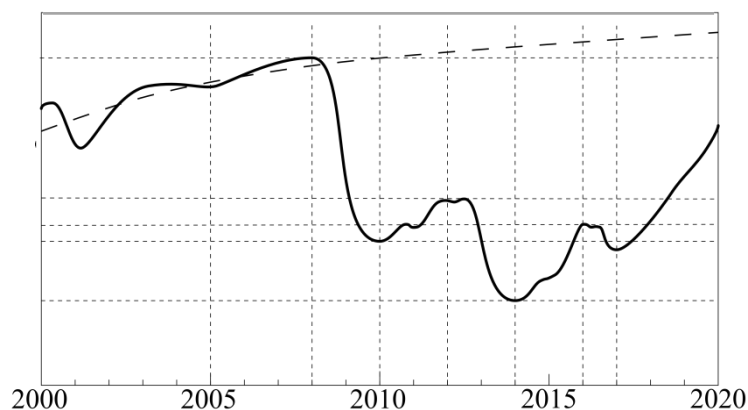


Рисунок 4.20

Прогноз характера изменения ВВП «Центра» Мир-системы до 2020 г. (отн. ед.)

Как видно из рис. 4.20, в фазе великих потрясений мы обнаруживаем две достаточно глубоких и одну неглубокую кризисные рецессии с началом кризиса – соответственно, в 2008, 2013 и 2017 гг., причем дно депрессии приходится примерно на 2014 г. Это весьма приближенная картина, но она демонстрирует качественное совпадение с типичной внутренней структурой понижательных волн циклов Кондратьева, о чем уже говорилось выше.

Следовательно, опираясь на структурное подобие фаз великих потрясений и анализируя события, связанные с предыдущими фазами великих потрясений 1813–1849 гг. и 1921–1945 гг. можно предположить, что начинается эта фаза с относительно неглубокого, но заметного экономического и политического кризиса, который нарушает устойчивость экономического роста. Далее предполагается быстрое нарастание политической, экономической и социальной нестабильности в мире, что завершается большим мировым циклическим экономическим кризисом, который становится рубежом в развитии мировой экономической и политической системы. Поскольку большой циклический кризис происходит один раз в 30–40 лет и является самым глубоким, он дестабилизирует мировую финансово-экономическую и политическую систему, порождая рост социальной, а также внутри- и внешнеполитической напряженности во многих странах.

Если мы обратим внимание на события в мире за последние годы (2005–2010), то убедимся, что все они достаточно хорошо вписываются в указанный сценарий. Поскольку центром нынешнего мирового кризиса стала Америка, обратимся к экономическому развитию США в начале XXI века (темпы роста ВВП в 2000 г. – 3,7%; 2001 г. – 0,8%; 2002 г. – 1,6%; 2003 г. – 2,5%; 2004 г. – 3,6%; 2005 г. – 3,1%; 2006 г. – 2,9%; 2007 г. – 1,9%). Мы видим, что оправившись после мирового кризиса 2001 г. экономика США начала постепенно расти, но в 2006 г. стала вновь терять темпы роста. Это происходило не случайно, а было следствием непредусмотренных громадных расходов на войны в Афганистане и Ираке. С другой стороны, в том же 2006 г. обанкротилось первое учреждение ипотечного кредита, и был замечен быстрый рост неплатежей заемщиков по ипотечным ссудам. Годом ранее, в 2005 г., приостановилось само строительство жилья в США, замедлились продажи, понизилась стоимость домов. Уже тогда наиболее прозорливые эксперты, к числу которых относится профессор Нуриэль Рубини, сделали вывод о неизбежности катастрофы, которая не заставила себя ждать и случилась 15 сентября 2008 г., начавшись с банкротства крупнейшего банка Lehman Brothers, которое и привело мировую финансовую систему на край пропасти. Уже 25 сентября 2008 г. Федеральный министр финансов Германии Петер Штайнброк пророчески заявил, что «роль США как сверхдержавы закончилась». Финансовый кризис сразу же перерос в общеэкономический и начался практически во всех развитых странах. Масштабы кризиса оказались столь глубокими, что впервые его сравнили с Великой депрессией 1930-х гг. Резко возросла безработица в мире, таким образом, кризис

пришел и в социальную сферу. Произошло заметное ухудшение условий жизни людей в период кризиса из-за снижения зарплат и значительного подорожания продовольствия. Все это вызвало массовые социальные протесты в ряде развитых стран, а во многих развивающихся странах Ближнего Востока и Северной Африки они оказались столь мощными, что спровоцировали социальные революции, приведшие к смене режимов в ряде государств.

Вторая часть фазы великих потрясений (2009–2013) характеризуется тяжелой депрессией в экономике наиболее развитых стран, а также откатом демократии и постепенным установлением авторитарных режимов в целом ряде менее развитых стран [Пантин 2010]. Причем, как свидетельствует опыт предшествующих циклов, именно в этот период наблюдается наибольшее социальное и политическое напряжение, которое инициирует ключевые политические сдвиги, определяющие дальнейшее мировое развитие до самого конца фазы великих потрясений. Это связано с тем, что вторая часть фазы великих потрясений начинается с глубокой кризисной рецессии в экономике и заканчивается столь же глубокой рецессией (см. [рис. 4.20](#)). Во многом с этим обстоятельством связаны драматические политические события, которые происходят в странах, наиболее глубоко затронутых кризисом и депрессией. Выше уже говорилось о том, что в 2011 г. ожидается начало или первые признаки второй мощной волны кризиса, которая будет следствием сдувания «золотого пузыря». Фактически это будет означать начало «плавного» обрушения доллара, о чем профессор Нуриэль Рубини предупреждал ещё в 2004 г. Если это обрушение случится, то оно нанесет тяжелый удар по экономике США и многих других стран, тесно связанных с ними. В ЕС новый этап кризиса коснется прежде всего таких проблемных стран, как Греция, Португалия, Испания и Италия. Вторая волна кризиса так или иначе коснется большинства стран мира и сможет заставить «мировое правительство» в лице G20 принять революционные решения по мировой резервной валюте, взамен обвалившегося доллара, по усилению и усовершенствованию регулирования финансовых рынков, по созданию более справедливых условий международной торговли, по стабилизации цен на продовольствие. Эти решения и определяют эффективность дальнейших мер по преодолению кризиса и депрессии.

Политические и финансово-экономические кризисы 2011–2013 гг. станут прелюдией к драматическим геополитическим событиям завершающей третьей части (2014–2018) текущей фазы великих потрясений. В первую очередь эти события будут связаны со сломом нынешних геополитических и социальных структур, препятствующих дальнейшему усовершенствованию капиталистического общества, а также развитию мирового рынка и процессам глобализации. В авангардных странах, обладающих огромными ресурсами и способных эффективно мобилизовать эти ресурсы, кризис порождает ответ в виде важных политических и социальных реформ. Ярким

примером подобных реформ, о котором часто говорят в таких случаях, является «Новый курс» президента Ф.Д.Рузвельта в США, начатый как раз во второй части (1929–1937) фазы великих потрясений 1920–1945 гг. третьего эволюционного цикла 1897–1982 гг. Если же страна находится в уязвимом геополитическом и геэкономическом положении и не обладает достаточными ресурсами, а главное, способностью эффективно мобилизовать имеющиеся у нее ресурсы, то в ней либо нарастают внутренние социальные противоречия, либо устанавливается авторитарный или даже тоталитарный режим, идущий по пути внешней экспансии, агрессии во имя приумножения ресурсной базы.

Отсюда следует, что в период 2012–2017 гг. мир станет свидетелем важнейших геополитических сдвигов и социальных реформ. С большой вероятностью можно предполагать, что в авангардных странах мира – США, Германии, Японии, Китае, Индии, Бразилии и России будут осуществлены коренные экономические, политические и социальные реформы и начнут формироваться новые экономическая и социально-политическая модели развития, отвечающие вызовам XXI века. В большинстве развивающихся стран мира, скорее всего, усилятся авторитарные тенденции, произойдет довольно резкий откат от демократии. Подобному откату будет способствовать ухудшение социально-экономической ситуации в странах Ближнего Востока и Северной Африки, охваченных сегодня революциями.

Завершится нынешняя фаза великих потрясений приблизительно в 2017–2019 гг. очередным кризисом, который, однако, будет не столь глубоким и тяжелым, как кризисы 2008–2009 гг. и 2011–2012 гг. Вместе с тем он будет означать переход к оживлению в новой экономике, основанной на новом технологическом укладе, произойдет переход от пятого кондратьевского цикла к шестому. Причем оживление и оздоровление народного хозяйства с высокой вероятностью будут сопровождаться крупными региональными военными конфликтами с участием ведущих мировых держав и ряда развивающихся стран. Таким образом, как обычно бывает при переходе от одного кондратьевского цикла к другому, в период 2016–2020 гг. будет происходить радикальное изменение соотношения сил, которое сопровождается крупными военно-политическими конфликтами. Возможными регионами военно-политических конфликтов могут стать, скорее всего, Ближний и Средний Восток и, как уже отмечалось выше, Центральная Азия. Это могут быть либо новые конфликты, либо продолжение уже разгоревшихся в годы великих потрясений конфликтов. В ходе этих конфликтов будут также устраняться препятствия на пути развития нового технологического уклада и новой социально-политической модели. Новая экономическая и социально-политическая модель начнет утверждаться в большинстве стран мира. Произойдет перелом в пользу наступления фазы революции мирового рынка, начнется стремительная диффузия на рынки инновационных товаров и продуктов. На гребне повышательной волны

шестого кондратьевского цикла мировая экономика начнет успешный и устойчивый долгосрочный подъем, изредка прерываемый весьма неглубокими кризисными рецессиями, обусловленными среднесрочными циклами Жюгляра продолжительностью 7–11 лет. Такой подъем будет продолжаться примерно 20–25 лет, вплоть до начала 2040-х гг.

Таким образом, итогом нынешнего финансово-экономического кризиса неизбежно станет кардинальное изменение расстановки сил на политической карте мира. Завершится единоличное военно-политическое господство США в мире, а также их мировое экономическое лидерство, продолжавшееся целое столетие. США не выдержали испытания монополярностью, истощив себя крупномасштабными непрерывными войнами на Ближнем и Среднем Востоке в последнее десятилетие. У США сегодня недостаточно ресурсов, чтобы оставаться мировым лидером. Крах доллара как мировой резервной валюты и крушение американской финансовой пирамиды с высокой вероятностью повлечет за собой вспышку агрессии со стороны США вплоть до крупной региональной войны с Ираном или другими государствами «большого Ближнего Востока» (ББВ). Однако это только ускорит крушение *Pax Americana*. *Pax Americana* – период американской гегемонии в финансово-экономической, международной политической и культурно-информационной областях – строился на двух либеральных принципах. Первый – это капитализм в его либеральном виде: низкие налоги и минимум государственного регулирования в экономике. Второй – либеральная демократия, и США – ее проводник в мире. Американская демократия себя дискредитировала после того как под её флагами началась война в Ираке и так называемые «цветные демократические революции». Либеральный капитализм рухнул в 2008 г. Завершается эра *Pax Americana*, и в мире возникает глобальная многополярная система. Международная система принятия решений будет децентрализована. Альтернативой миру конфронтации мог бы стать мир согласования интересов основных центров силы во имя эффективного решения насущных глобальных проблем, который был бы основан на взаимном компромиссе.

Многополярность потребует более справедливого международного распределения богатства, а также трансформации международных институтов – ООН, МВФ, ВБ и др. Особенно устарели глобальные институты управления мировой экономикой – МВФ, ВБ и др. В них сегодня главенствуют интересы США и Западной Европы и слабо представлены интересы стран с быстроразвивающимися рынками. Недавно даже сам МВФ на своей очередной годичной сессии 2011 г. признал, что «Вашингтонский консенсус» окончательно рухнул и призвал создать такую глобальную экономику, в которой станет меньше рисков и неопределенности, финансовый сектор будет регулироваться государством, а доходы и блага будут распределяться по справедливости. Странам нужно продолжать начатый процесс глобализации, но сама глобализация должна стать иной – не капиталистической,

а «справедливой и с человеческим лицом». «Финансовая глобализация усилила неравенство, и это стало одной из тайных пружин кризиса. Поэтому в более долгосрочной перспективе устойчивый рост ассоциируется с более справедливым распределением доходов.

Другой особенностью предстоящей фазы революции мирового рынка является перемещение центра мирового экономического развития с Запада, где она находилась с начала промышленной революции, на Восток – в Азию. Если нынешний финансово-экономический кризис не переломит наметившиеся в последние десятилетия тренды, то совокупная доля Восточной Азии и Южной Америки в мировом ВВП достигнет уже к 2020 г. порядка 60%, из которых 45% будут приходиться на одну только Азию. А экономический рост неизбежно приведет к усилению политического веса и самостоятельности региона. Таким образом, будет положен конец отжившей свой век исторической структуре с центром на Западе. Основная конкурентная борьба развернется между Китаем и Индией, между госкапитализмом и традиционной демократией. Именно Китай и Индия – две великие державы с самым многочисленным населением в мире определяют основные направления и темпы будущего мирового экономического развития. Однако все же, бесспорно, главная битва за мировое лидерство развернется между США и Китаем, которая и определит социально-экономическую модель постиндустриального мира, а также доминирующий тип политической системы XXI века.

4.4. Повестка дня для будущего Президента

Прогноз мировой динамики на предстоящие несколько десятилетий, изложенный в предыдущих разделах, дает ориентиры для выработки политической стратегии российской власти на ближайший период времени. В данном разделе представлены контуры такой стратегии, логично вытекающие из соотношения целей и задач развития страны с тенденциями мирового развития.

Анализ происходящих в настоящее время процессов в мировой экономике, геополитике, сфере международных отношений позволяет сделать вывод о возникновении *новых глобальных вызовов и опасностей для России*.

Во-первых, существенно обостряются мировые процессы, связанные со сменой «*длинных волн*» *экономического развития*, что усугубляется так называемым «восстанием Азии». Анализ наблюдаемых тенденций позволяет определить следующие перспективы. Выход из глобального кризиса 2008–2010 гг. скорее всего не приведет к стабильному росту, и уже в 2012–2015 гг. *весьма вероятно вторая волна мирового экономического кризиса*. Избыточный оптимизм лидеров крупнейших экономик мира от кратковременного подъема в текущем цикле Китчина (восстановление равновесия спроса и предложения товаров 2010–2012 гг.) является *иллюзией стабилизации*.

Вторая волна глобального кризиса может зримо проявиться как «новая великая депрессия» в 2012–2015 гг. В 2017–2019 гг. следует ожидать третью волну. И только с 2020 г., когда сформируется группа базисных инноваций шестого технологического уклада (ТУ), мировая экономика войдет в «затяжной подъем». А с 2025 г. предполагается ее бурный рост на базе нового ТУ.

Во-вторых, смена циклов Кондратьева неизбежно приведет к обострению конкуренции в мировом масштабе, будет представлять собой фактор, вызывающий нестабильность, конфликтность, кризисность. Неизбежно распространение «цветных революций», возрастание числа военных конфликтов (в том числе индуцированных), возможна «большая война». В этих условиях для России важно быть самодостаточным, сильным субъектом мировой политики, укреплять свой геополитический потенциал (промышленный и военный), не дать втянуть себя в ненужную конфронтацию. Возможный сценарий «большой войны» должен учитываться при стратегическом планировании.

В свете вышесказанного можно сделать вывод, что период 2014–2020 гг., скорее всего, будет насыщен социальными и военно-политическими конфликтами. Наиболее сложным для России в геополитическом плане, если руководствоваться структурным подобием с предшествовавшими циклами, скорее всего, станет период 2014–2025 гг. К потрясениям этого периода необходимо готовиться уже сейчас.

В данных условиях для России целесообразно не снижение, а усиление потенциала стратегического сдерживания. Не демобилизация, а *мобилизация сил*, составляющих оборонный потенциал страны, может обеспечить *невовлечение России в будущую «большую войну»* (крупный военный конфликт).

Неблагоприятные внешнеполитические факторы будут усугубляться рядом следующих социально-демографических проблем.

1. Произойдет резкая смена поколений, снизится «общее качество человеческого материала». Уже сейчас во власть и в управление начинает вливаться «потерянное поколение» 90-х гг., дезориентированное и в значительной части недоученное. С другой стороны, начало массово уходить из активной производственной жизни «советское» поколение, обладавшее достаточно высокими профессиональными навыками. Снижение профессионализма, особенно среди управленческого звена в крупных организационно-технических системах и на опасных производствах, – источник больших рисков, том числе и связанных с крупными техногенными авариями.
2. Продолжается демографический спад, который обусловлен как объективными (глобальный демографический переход), так и субъективными (слабая демографическая политика) факторами. Это ведет к нарастающему дефициту трудовых ресурсов, который может быть компенсирован только повышением производительности труда.

3. Возрастающая солнечная активность (пик – в 2012 г.) является значимым фактором усиления «массовой возбудимости» [Чижевский 1924], усугубляющей социальную нестабильность. Появляется возможность эффективной дестабилизации российского общества путем генерирования «волн» массовых психических деменций с использованием технологий «управляемого хаоса».

В-третьих, идущие процессы глобализации мировой экономики определяют ряд возможных сценариев развития России, причем не всегда приводящих к желаемому будущему. При определенных условиях возможно и катастрофическое развитие событий. Данный вывод определяется следующим.

В «Новой модели экономического роста...», предлагаемой группой В.А.Мау–Е.Г.Ясина [<http://2020strategy.ru/g1>], по существу признается, что путь, реализуемый с начала 90-х гг., завел страну в тупик: констатируется, что обрабатывающая промышленность современной России не конкурентоспособна, поэтому делается вывод, что надо делать ставку на торговлю сырьем и сокращать социальные расходы во имя экономической эффективности.

Такой вывод закономерен, если рассматривать ситуацию с либеральных позиций: все, что не обладает экономической эффективностью (высокой прибыльностью), не целесообразно и должно отмереть. В рамках этой логики в связи с повышенными издержками российской экономики (суровый климат, низкая плотность населения и т.п.) в ней имеет смысл развивать лишь сырьевой сектор, для обслуживания которого требуется небольшое количество работников, остальные люди – лишние. То есть удел России – поставка своих природных ресурсов на мировой рынок (по примеру Канады, Норвегии, Австралии, Нигерии, Индонезии, стран-нефтеэкспортеров Латинской Америки). Иначе говоря, место России на длительную перспективу – на «полу-Периферии» Мир-системы со всеми вытекающими из этого положения издержками и опасностями, ярко описанными в [Райнерт 2011].

Однако является ли либеральная парадигма, ставящая во главу угла максимизацию прибыли, единственно правильной? Математическое моделирование показывает, что либерально-рыночная система может устойчиво развиваться только при наличии притока ресурсов извне (так называемая «игра с положительной суммой»). С завершением глобализации мир замыкается, все ресурсы становятся внутренними. «Игра с положительной суммой» превращается в «игру с нулевой суммой». В данной ситуации неизбежен переход к распределительной системе (в мировом масштабе), к глобальному регулированию. Вопрос лишь в том, на каких основаниях (для России) будет осуществляться это регулирование. Ответ на него самым непосредственным образом связан с тем, каково будет ее статусное положение в Мир-системе. Иначе говоря, для того, чтобы самостоятельно потреблять в будущем свои собственные ресурсы Россия должна быть сильной.

В-четвертых, инновационная активность открыто или неявно гасилась в течение почти 20 лет, и это дало свои плоды. Суждения Е.Т.Гайдара, что

наука у нас серая и что все нужное из наукоемкой продукции мы можем купить, проникли в массовое сознание. Попытки решить задачу модернизации, пользуясь западными рецептами и привлекая зарубежных консультантов, к желаемым результатам не привели.

Что сегодня может дать России в ее стремлении решить проблему модернизации ее сотрудничество с западными странами (прежде всего с США) для решения проблемы модернизации? Можно со всей определенностью утверждать, что в отличие от 30-х гг. прошлого века, когда руководство СССР сумело воспользоваться мировым экономическим кризисом и создать современную экономику третьего и четвертого технологических укладов (не в последнюю очередь с помощью американских специалистов), надежда обрести впечатляющий результат безосновательна. Вся практика взаимодействия с Западом в последние 20 лет показывает устойчивое нежелание внешних инвесторов способствовать развитию в России высокотехнологичных производств. Это не в последнюю очередь связано с их стремлением сохранить нашу страну как поставщика топливно-энергетических ресурсов и емкого рынка для собственной промышленной продукции, не создавая здесь потенциального конкурента на международном рынке [Райнерт 2011]. Поэтому иностранные инвестиции и технологии преимущественно поступают в нефте- и газодобычу, торговлю, пивоваренную и табачную промышленность и сферу услуг. Нет никаких оснований полагать, что данная тенденция может быть преодолена. В решении проблемы модернизации страны «заграница» (США) нам помогать не будет, инициатива должна исходить от нас самих.

В-пятых, глобализация усиливает экономические связи между странами и повышает их специализацию в мировом разделении труда. Специализация с усилением глобализации будет неуклонно повышаться.

Биологическим аналогом полностью глобализованной системы является организм, где каждый орган выполняет свою, жизненно необходимую для организма функцию. В организме все органы одинаково важны и «заинтересованы» в эффективной работе друг друга, «дискриминация» отсутствует.

Мировая система исторически движется по направлению к созданию такого «единого организма». Вопрос лишь в том, как будет происходить данный глобальный переход от конкурирующих кластеров-государств к единому «Мир-организму» (являющемуся следующей стадией развития Мир-системы И.Валлерстайна [Валлерстайн 2006]).

Путей формирования Мир-организма может быть два.

Первый путь: «Центр» существующей Мир-системы – нынешний экономический лидер США и его союзники (приверженцы либерально-рыночной парадигмы) – выстраивают глобализацию под себя, руководствуясь принципами максимизации прибыли (естественно, собственной) и «экономической эффективности». При этом положение Запада как бенефициара мирового развития сохраняется, страны «Периферии» подстраиваются под потребности Запада, обслуживают его интересы. Оппозиция «Центр»–«Периферия» сохраняется и усугубляется, отношения между странами неравноправны.

Второй путь: «общественный договор» стран мира (глобальный консенсус) по поводу путей развития на основе общих интересов, согласованных целей и принципов взаимодействия с учетом мирового разделения труда.

Предложения, изложенные в «Новой модели экономического роста...» [<http://2020strategy.ru/g1>], направлены на реализацию первого пути, в соответствии с которым России уготована роль сырьевого придатка экономически развитых стран. Закономерным итогом такой политики будет сырьевая моноспециализация России и резкое уменьшение ее населения, существующая численность которого избыточна для обеспечения добычи и транспортировки сырьевых ресурсов. В перспективе этот путь может привести к распаду единого государства (потребность в котором резко уменьшается) и к переходу к освоению ресурсов вахтовым методом под контролем транснациональных компаний или специально созданных международных структур.

Второй путь (глобальный консенсус) в «Новой модели экономического роста...» отсутствует. Данный путь основан на отказе от выбора принципа «максимизации прибыли» в качестве системообразующего фактора, на выстраивании новой системы международных экономических и политических отношений, максимальным образом учитывающих культурно-исторические особенности стран, их опыт и возможности при формировании единого социально-экономического мирового организма. Что может предложить в этом отношении Россия?

Культурно-историческая заслуга России заключается в освоении огромных пространств, в создании технологий социального общежития и обеспечения жизнедеятельности в суровых природных и геополитических условиях. Ценность России для мира заключается в том, что на ее пространствах сохранились инфраструктурно бедные («свободные») территории, технологическое освоение которых может дать мощный импульс для развития следующего технотехнологического уклада (как в свое время сельскохозяйственное освоение североамериканских прерий послужило мощным толчком к развитию двигателей внутреннего сгорания и нефтяной экономики, обеспечивших технологическое могущество США).

Необходимо отметить следующие особенности цивилизационного опыта России, которые могут оказаться востребованными в процессе формирования Мир-организма:

- опыт проведения несиловой «глобализации» разнородных этнических и экономических пространств на территории Российской империи и СССР (российская «глобализация» Евразийских территорий – 1/6 части суши – была проведена довольно успешно и достаточно бесконфликтно в условиях сильной разнородности регионов с обеспечением их экономической специализированности);
- отработка методов социальной интеграции этнически разнородного населения (и их элит) в Российской империи и СССР (старшее поколение помнит, что «дружба народов Советского Союза» была не абстрактным понятием);

- опыт решения важнейших экономических и политических проблем как больших проектов (мегапроектов), например: «Москва – третий Рим» (при Иване III), «Окно в Европу» (при Петре I), «построение социализма» (при СССР). Освоение и развитие новых технологий осуществлялось в ходе достижения амбициозных целей, заявленных в мегапроектах (например, освоение кораблестроения в рамках мегапроекта «Окно в Европу», создание атомной энергетики и ракетостроения в рамках мегапроекта «Построение социализма» и т.п.);
- актуализация духовных (не рыночных) стимулов в реализации мегапроектов, опора на особенности культуры, а не на стремление к прибыли.

Вместе с тем пока государство необоснованно устраняется от мобилизации российского населения для выполнения необходимых и духовно близких народу проектов.

Текущая ситуация такова: в настоящее время руководство страны говорит о необходимости преодоления сырьевой ориентации экономики и перехода на инновационный путь развития, на эти цели выделяются значительные средства. Говорится о необходимости развития технологий шестого технологического уклада. Однако сам способ реализации инновационных программ оказывается ущербным: в российском обществе не создана *среда*, которая восприняла бы эти инновации, нет мегапроекта, в котором инновации были бы реализованы. Поэтому даже если инновации будут возникать, то с большой вероятностью они будут *утекать за рубеж* (аналог бегства капитала), где уже создана среда для их восприятия, освоения, тиражирования и потребления. По существу, создаваемая в России инновационная система (включая проект «Сколково») реально будет работать в режиме «откачки» имеющихся интеллектуальных ресурсов и результатов научной деятельности в развитые страны.

В основе концептуального (системного) кризиса, в котором в настоящее время находится Россия, лежит нежелание нынешней российской элиты отходить от ультралиберальной идеологической догматики, следование устаревшим неоправдавшим себя теориям, отказ от независимой финансовой системы, соблюдение принципов «Вашингтонского консенсуса». Мир уходит вперед от неолиберализма к неокейнсианству. А мы устойчиво игнорируем успешный опыт Южной Кореи, Китая, Индии и других стран. В экономике превалирует следование примитивному монетаризму, имеет место несбалансированность структурных пропорций собственности, бюджетных расходов в ВВП. Экономика фактически недофинансируется.

Предлагаемые «либеральным» научным сообществом стратегии развития России *не позволяют парировать вновь возникающие вызовы и угрозы*. Характерно, что страны Запада, навязавшие России либеральную идеологию в 1990-х гг., сами ее не придерживаются с начала кризиса 2008 г.

С учетом вышесказанного суть предлагаемой новой «повестки дня» для руководства страны («Нового курса») состоит в следующем.

Для того, чтобы создаваемый инновационный механизм работал не на заморских советников, а для народов, населяющих Россию, следует начать с создания условий для восприятия инноваций. При этом инновации нужны не сами по себе, а как *средство достижения национальных целей*. Для этого нужны *мегапроекты*, направленные на удовлетворение жизненно важных потребностей населения страны. Таким *многоаспектным* мегапроектом (имеющим операциональную значимость), например, может стать проект «*Обустройство России*», включающий в себя две базовые компоненты: *новое освоение Сибири и Дальнего Востока* и *инфраструктурное переоснащение европейской части страны*. Основные направления деятельности в рамках мегапроекта – развитие трансконтинентальной и локальной транспортной инфраструктуры, массовое строительство нового, насыщенного современными технологиями, но недорогого жилья, развитие добывающей и обрабатывающей промышленности, возрождение оборонно-промышленного комплекса как полигона для инноваций и т.п. Ключевым инновационным аспектом данного мегапроекта является *разработка и внедрение новых технологий*, позволяющих использовать региональные ресурсы в труднодоступных районах, строить там дороги (значительно дешевле, чем ставшие скандально знаменитыми 25 км дороги в Сколково) и объекты инфраструктуры.

Именно для реализации подобных мегапроектов и должны разрабатываться новые технологии. Технологии и инновации должны быть «привязаны» к мегапроектам, тогда они будут восприняты обществом, появится почва для их широкого распространения.

Указанный выше мегапроект соответствует современным процессам глобализации и, вместе с тем, способствует обеспечению самодостаточности страны и укрепляет ее право на положение в «ядре» Мир-системы. Осуществление такого мегапроекта совершенно необходимо не только для *укрепления территориальной целостности России*, но и для ее «*вписывания*» в *бурное развитие Азиатско-Тихоокеанского региона*, куда сейчас «перемещается» глобальный центр власти и капитала.

Инициатором и руководителем такого мегапроекта может быть только государство, а частный бизнес подключится по мере создания новых «центров роста».

Формирование и реализация мегапроектов возможны только в том случае, если Россия вместо упования на «направляющую волю» рынка и следования в кильватере западных стран станет *самостоятельным геополитическим субъектом* и лидером мировой проектности (так было во времена СССР). Мегапроект невозможен без мобилизации, прежде всего духовной, и ограничения (самоограничения) правящей элиты.

Самоограничение элиты – не сумасшедшая идея. Нынешняя элита, основные доходы получающая от эксплуатации природной ренты, должна понять, что соотечественники ее не любят, а на Западе не ждут. Достойный выход для нее – участие в мегапроекте, что, с одной стороны, принесет ей прибыль, а с другой – *обеспечит ей устойчивое (и безопасное) положение* в стране. Вообще говоря, мегапроект *нужен в том числе для выращивания новой, национально ориентированной элиты* (нынешняя элита, связанная с сырьем, объективно ориентирована на Запад, где находятся рынки сбыта).

В конечном счете, реализация «Нового курса» позволит:

- обрести субъектность и новую элиту через мегапроект;
- устранить вопиющее социальное расслоение (в частности, путем введения прогрессивного налога на прибыль);
- подготовиться к будущему глобальному кризису: как показывают исследования Кондратьева, он неизбежен, поскольку мы вошли в период смены циклов;
- укреплять связи с Востоком, являющимся локомотивом роста – за ним будущее.

Таким образом, новая стратегия развития должна иметь антикризисный характер как стратегия парирования вызовов и угроз современного мира и быть, по существу, российским аналогом рузвельтовского «Нового курса».

Приложение 1

МОДЕЛИ МИРОВОЙ ДИНАМИКИ

Введение

В [Приложении 1](#) приведено описание моделей, разработанных в интересах моделирования и прогнозирования мировой разработки. Представлены модели, имеющие как базовый, так и имитационный характер (т.е. предназначенные для качественного изучения рассматриваемых процессов и для проведения количественных оценок и прогнозов).

Описание моделей приведено в следующей последовательности:

- назначение модели,
- основные допущения модели и методы моделирования,
- методика моделирования,
- результаты моделирования.

1. Модель долгосрочной демографической динамики

Назначение модели

Модель предназначена для анализа и прогноза возможных вариантов долгосрочной демографической динамики Мир-системы в целом, ее отдельных регионов и крупных стран. Модель имеет агрегированный характер. Основная переменная модели: $N(t)$ – численность населения, проживающего на рассматриваемой территории, в зависимости от времени. Анализ половозрастной структуры населения в модели не проводится.

Основные допущения модели и методы моделирования

Модель развивает изложенные в работах [[Капица 1992](#); [Найденов, Кожевникова 2003](#); [Коротаев, Малков, Халтурина 2007](#); [Долгонос 2009](#)] подходы для описания долгосрочной динамики численности населения Земли. Базовым уравнением модели является выражение:

$$\frac{dN}{dt} = rN^2 \left(1 - \frac{N}{K(N)} \right), \quad (1.1)$$

где $K(N)$ – предельная емкость среды; r – константа.

В отличие от работы [[Найденов, Кожевникова 2003](#)] в модели считается, что предельная емкость среды $K(N)$ является не постоянной, а переменной величиной, значение которой имеет разные значения для разных исторических периодов. Для определения величины $K(N)$ используется следующий алгоритм.

М.Кремер показал [[Kremer 1993](#)], что в любой период времени существует определенный предельный уровень численности населения, равный $K(A)$, который не может быть превышен при данном уровне технологического развития A . Это число K

и является текущей емкостью среды. Таким образом, мгновенная емкость среды определяется уровнем технологического развития и расширяется с ростом уровня развития технологий. Кремер также предположил, следуя С.Кузнецу [Kuznets 1960], что темпы роста технологий пропорциональны текущей численности населения:

$$\frac{dA}{Adt} = cN. \quad (1.2)$$

Данное уравнение, называемое уравнением Кузнеця–Кремера, представляет собой уравнение технологического развития. Эмпирическая проверка уравнения (1.2), проведенная в работе [Коротаев, Малков, Халтурина 2007], показала его полное соответствие имеющимся данным вплоть до 1980-х гг. Из рассмотрения уравнения (1.2) также следует, что мгновенная емкость K может расширяться пропорционально темпам роста уровня развития технологий. Следовательно:

$$K(A) \sim N. \quad (1.3)$$

С другой стороны, с ростом численности населения растет антропогенная нагрузка на биосферу Земли, приводящая к деградации экосистем биосферы во многих районах мира и к сокращению вследствие этого мгновенной емкости среды обитания. Причем темпы сокращения мгновенной емкости пропорциональны скорости роста численности населения:

$$\frac{dK}{Kdt} = \kappa \frac{dN}{dt}, \quad (1.4)$$

где $\kappa = const.$

Отсюда следует, что:

$$K \sim \exp(-\kappa N) \quad (1.5)$$

Объединяя (1.4) и (1.5) получаем:

$$K \sim N \exp(-\kappa N) \quad (1.6)$$

Добавляя к (1.6) стационарный уровень численности населения мира (страны) приходим к окончательной формуле для мгновенной емкости среды обитания, которая определяется исключительно численностью населения, т.е. демографическим императивом:

$$K = N_c + \gamma N \exp(-\kappa N) \quad (1.7)$$

где $\gamma = const.$

Вопрос о допустимой численности населения Земли как стационарного уровня является одним из фундаментальных вопросов современности. Существуют различные оценочные способы определения стационарной численности населения мира N_c , которые освещены в работе [Федотов 2002]. Анализ показывает, что наиболее вероятное, научнообоснованное значение допустимой численности населения Земли лежит в диапазоне от 2 до 7 млрд чел. На основании работ [Акимов 2008; Долгоносков 2009] в модели принято $N_c = 5,2$ млрд чел. Следует отметить, что имеется острая необходимость в разработке надежных и достаточно точных методов оценки допустимой стационарной численности населения как для мира в целом, так и для отдельных стран.

Стационарная численность населения отдельной страны приближенно может быть найдена путем деления стационарной численности населения мира на индекс

антропогенной нагрузки интересующей страны, для которого имеются специальные таблицы [Федотов 2002]. Например, если для мира в целом взять $N_c=5,2$ млрд чел., то для Китая – $N_{ck}=1,2$ млрд чел., а для Индии – $N_{ci}=0,98$ млрд чел.

В работе [Горшков 1995] показано, что биота способна регулировать и стабилизировать окружающую среду, если величина потребления человеком первичной биологической продукции не превышает примерно 1% от всей продукции биосферы. Там же подсчитано, что величина допустимого биопотребления соответствует допустимому населению Земли около 1 млрд чел., что было достигнуто уже примерно к 1820-м гг. В настоящее время человечество потребляет по оценкам около 22–23% планетарной биомассы [Горшков 1995]. Таким образом, человечество уже более чем в 20 раз превысило допустимый предел естественной устойчивости биосферы. Для учета этого обстоятельства выражение (1.7) в модели записывается в виде:

$$K=N_c+\gamma(N-N_0)\exp[-\kappa(N-N_0)], \quad (1.8)$$

где $N_0=1$ млрд чел.

Кроме того, при моделировании учитываются задержки во времени, характерные для рассматриваемых в модели процессов.

Методика моделирования

В соответствии с вышеизложенным модель включает в себя следующие соотношения, учитывающие задержки во времени τ_1 , τ_2 и τ_3 :

$$\frac{dN}{dt} = rN^2(t-\tau_1) \left\{ 1 - \frac{N(t)}{K(N, \tau_2, \tau_3)} \right\}, \quad (1.9)$$

$$K(N, \tau_2, \tau_3) = N_c + \gamma[N(t-\tau_2) - N_0] \exp\{-\kappa[N(t-\tau_3) - N_0]\}, \quad (1.10)$$

где τ_1 – среднее время наступления репродуктивной способности; τ_2 – время диффузии базисных технологий; τ_3 – запаздывание реакции биосферы на антропогенную нагрузку.

При проведении расчетов принято $\tau_1=25$ лет, $\tau_2=25-30$ лет, $\tau_3=100$ лет, $N_0=1$ млрд чел., $N_c=5,2$ млрд чел. Выбор параметров r , κ и γ определяется расчетным сценарием. Согласование значений этих параметров проводится путем тестирования модели на исторических данных (отклонения расчетных и реальных данных должны быть минимальными) с использованием метода наименьших квадратов.

Расчеты ведутся по следующей схеме.

На основе анализа существующих демографических данных определяется временной интервал, для которого имеется надежная статистика, выбирается начальный момент времени t_0 для проведения расчетов и соответствующее ему значение $N(t_0)$. Проводятся тестовые расчеты для выбранного временного интервала с целью определения и согласования значений параметров r , κ и γ для рассматриваемых сценариев. После настройки модели проводятся расчеты демографической динамики на прогнозный период при выбранных значениях параметров r , κ и γ .

Результаты моделирования

На рис. 1.1 представлены результаты прогнозных расчетов демографической динамики для мира в целом при различных сценариях развития. Тестирование модели проводилось на интервале времени 1820–2006 г. с использованием базы данных [World Population Prospects 2005].

Как видно из рисунка, модель (1.9)–(1.10) дает возможность представить различные сценарии развития народонаселения: рост с аperiodическим возвратом к стационарному уровню (сценарий 2); рост и стабилизация вокруг стационарного уровня с помощью затухающих колебаний численности (сценарий 1). Эта модель, благодаря введению временных запаздываний τ_1 , τ_2 и τ_3 , позволяет эффективно использовать предысторию демографической динамики на протяжении около 100 лет и поэтому дает хорошее совпадение с фактическими данными в ретроспективе.

На рис. 1.2 представлены прогнозные траектории демографической динамики для Китая и Индии.

Из рис. 1.2 видно, что благодаря введению жесткого механизма контроля рождаемости, в Китае демографическая динамика представляет собой плавную траекторию роста с аperiodическим возвратом на стационарный уровень. А вот Индия, если там не будут предприняты аналогичные меры, скорее всего, столкнется с масштабным экологическим кризисом. Вследствие этого начнется резкая убыль населения, численность которой впоследствии стабилизируется с большими издержками в затухающем колебательном режиме.

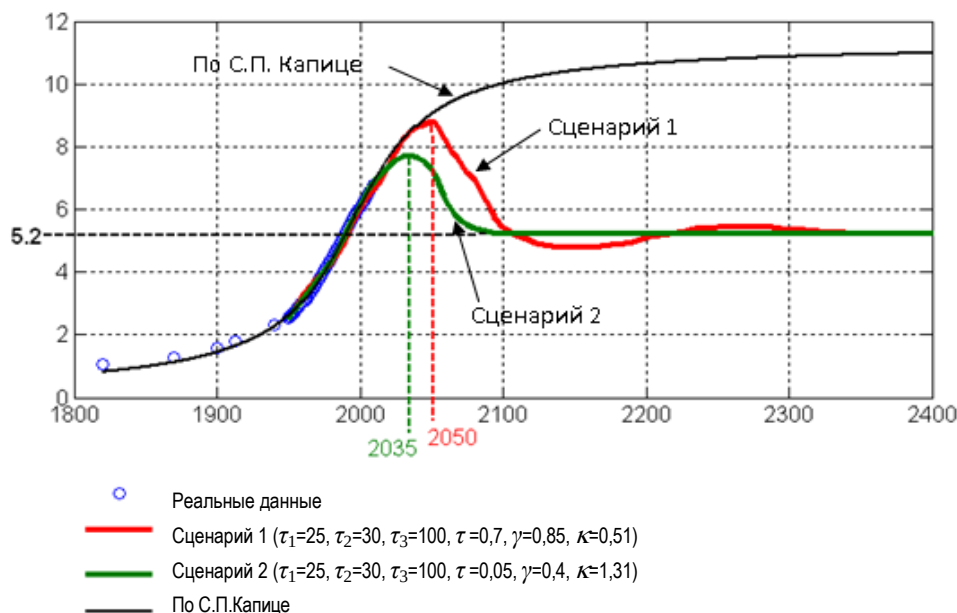


Рисунок 1.1.

Прогноз динамики численности населения мира (млрд чел.)

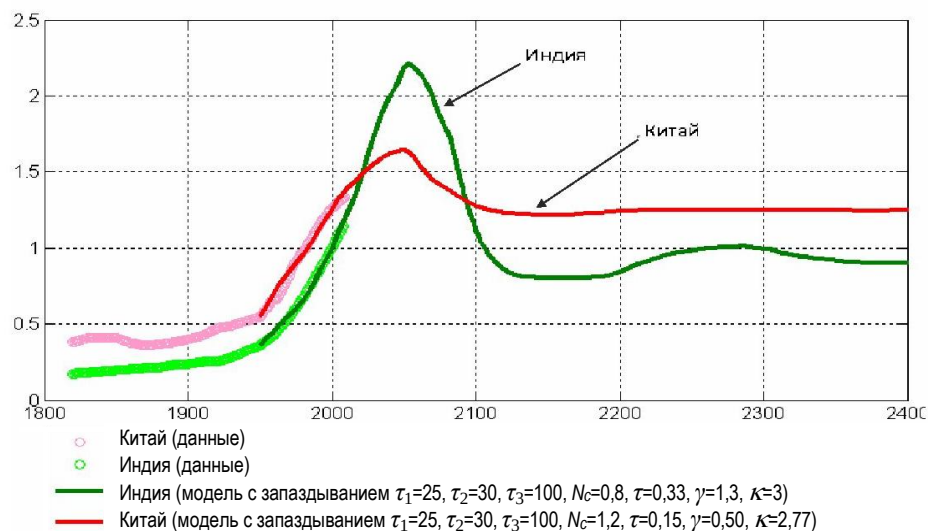


Рисунок 1.2

Прогноз динамики численности населения Китая и Индии в XXI–XXII вв. (млрд чел.)

На рис. 1.3 представлены различные сценарии развития демографической динамики для Японии, страны, которая, безусловно, способна обеспечить устойчивое развитие, однако из-за территориальной стесненности вряд ли будет развиваться по модели, предложенной Капицей.

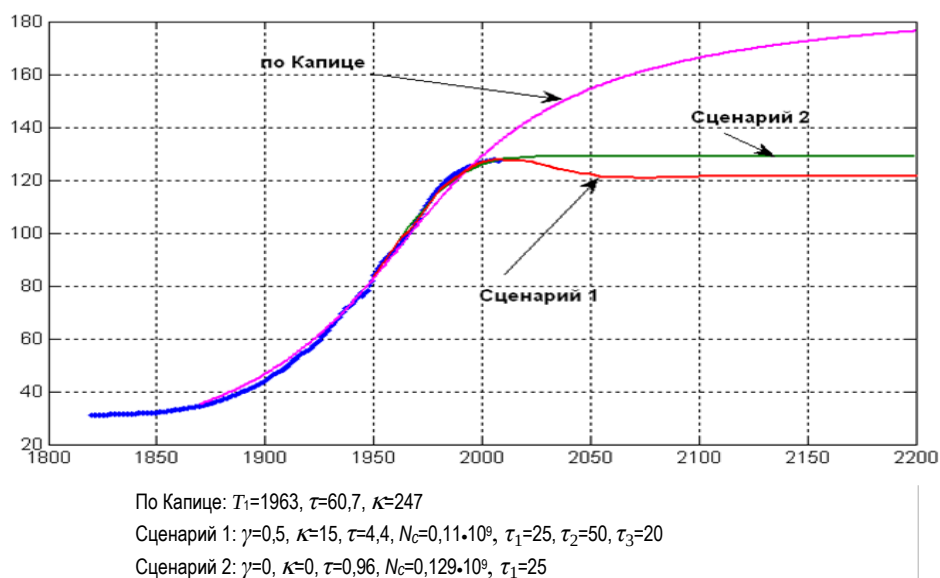


Рисунок 1.3

Прогнозная динамика численности населения Японии в XXI веке (млн чел.)

Более вероятные сценарии для Японии – это, скорее всего, рост с возвратом на стационарный уровень (сценарий 1), со стабилизацией населения на уровне в 120 млн чел. начиная с 2050 г. Данный сценарий более других соответствует ретроспективным данным, в особенности фактической демографической динамике последних десятилетий. Следует также отметить, что Китай демонстрирует подход к устойчивому развитию, характерному для развивающихся стран. Китай разработал страновую стратегию устойчивого развития, названную «Китайская повестка дня на XXI век. – Белая книга о населении, окружающей среде и развитии Китая в XXI веке» [China's Agenda 21 1994]. Если цели устойчивого развития для авангардных стран больше сдвинуты в сторону охраны окружающей среды [Браун, 2003], то Китай в своей программе устойчивого развития, делает упор на экономический рост. Именно в росте Китай видит возможность изыскания в дальнейшем средств и технологий для охраны окружающей среды. Если эта программа будет реализована в полной мере, то, безусловно, Китай сможет обеспечить устойчивое развитие и реализовать прогнозируемый сценарий демографической динамики (см. рис. 1.2).

Классики экономической науки, создававшие теорию и расчетные модели для долгосрочного экономического роста, лауреаты Нобелевской премии Роберт Солоу [Solow 1956] и Ян Тинберген [Тинбэрхэн и Бос 1967] жили в эпоху гиперболического роста населения Земли, поэтому в своих моделях экономического роста они исходили из предположения о том, что численность населения (соответственно и численность занятых в экономике) растет по экспоненциальному закону, т.е. с постоянным ежегодным темпом:

$$\frac{dN}{Ndt} = n = const, \quad N = N_0 \exp(nt)$$

Действительно, в XX столетии, вплоть до 1990-х гг., когда демографический переход уже ознаменовался заметным спадом темпов роста, экспоненциальный закон на протяжении нескольких десятков лет очень хорошо аппроксимировал гиперболический рост населения и последующее замедление роста.

Однако, как мы видели выше, после демографического перехода начали реализовываться различные сценарии демографической динамики от наиболее желательного устойчивого роста со стабилизацией по модели Капицы (например, для США, многих стран Западной Европы, Бразилии и других благополучных стран) до сценариев роста с аperiodическим возвратом (как у Китая) или же с возвратом в режиме затухающих колебаний (как возможно будет у Индии). Поэтому при разработке прогностических моделей для XXI века необходимо учитывать указанные сценарии развития. Между тем устаревшее предположение о постоянстве темпов роста численности населения все ещё присутствует в современных схемах расчета долгосрочного экономического роста, а также в большинстве современных учебников по макроэкономической динамике [Шараев 2006; Прасолов 2008].

В этой связи, разработанная нелинейная модель демографической динамики с тремя запаздываниями, как весьма гибкая модель, исходящая исключительно из демографического императива, может с успехом служить основой для создания моделей долгосрочного прогнозирования социально-экономических и энергоэкологических процессов.

2. Модель долгосрочной экономической динамики

Назначение модели

Модель предназначена для анализа и прогноза возможных вариантов долгосрочной экономической динамики Мир-системы в целом и крупных стран. Модель имеет агрегированный характер, основной рассчитываемый показатель: $Y(t)$ – валовой внутренний продукт (ВВП), производимый в рассматриваемой экономической системе. Основными переменными модели являются факторы производства, от которых зависит значение ВВП. Рассматривается трендовая динамика без учета циклических процессов.

Основные допущения модели и методы моделирования

Модель основана на расчете величины ВВП как функции факторов производства, количественные значения которых определяются с помощью специальных вычислительных процедур. Принципиальным вопросом моделирования является определение зависимости ВВП от факторов производства. Для описания экономического развития индустриально развитых стран Р.Солоу [Solow 1956] предложил неоклассическую модель роста:

$$Y(t) = A(t)K^\alpha(t)L^{1-\alpha}(t), \quad (2.1)$$

где $Y(t)$ – текущий объем выпуска национальной продукции (ВВП); $K(t)$ – текущий объем физического капитала; $L(t)$ – численность занятых в экономике (труд); $A(t)$ – технический прогресс (уровень развития технологий). Эта модель хорошо отражает ситуацию, когда ключевую роль в экономическом развитии играет физический капитал.

Однако в последние десятилетия все более возрастающую роль в экономическом развитии играет человеческий капитал, который становится ведущим фактором производства. Таким образом, возникла необходимость учета человеческого капитала в производственной функции наряду с физическим капиталом, трудом и природными ресурсами. Наиболее простым способом – введением человеческого капитала в базовую модель роста Солоу – это сделали Г.Мэнкью, Д.Ромер и Д.Уэйл [Mankiw, Romer, Weil 1992], предложив следующую модель роста с техническим прогрессом нейтральным по Харроду:

$$Y(t) = K^\alpha(t)H^\beta(t)[A(t)L(t)]^{1-\alpha-\beta}, \quad (2.2)$$

где $H(t)$ – человеческий капитал; $\alpha > 0$, $\beta > 0$, $\alpha + \beta < 1$. В этой модели человеческий капитал выступает как производственный фактор и процесс его накопления принимается аналогичным таковому для физического капитала. Верификация модели (1.12), проведенная авторами на основе весьма обширных эмпирических данных для более чем 120 стран мира, показала, что она весьма удовлетворительно описывает динамику экономического роста как в развитых, так и в развивающихся странах, а также различия в характере роста развивающихся и развитых стран. Модель Мэнкью–Ромера–Уэйла остается экзогенной и также как модель Солоу зависит от внешнего технического прогресса.

В работе [Акаев 2010] была предложена схема эндогенизации модели (2.2), использующая эмпирический закон Калдора [Kaldor 1961], в соответствии с кото-

рым можно принять: $K=c_K Y$, $H=c_H Y$, где c_K , c_H – константы. Численность занятых в экономике L связана с общей численностью населения зависимостью $L=eN$, где e – доля работающих в населении. Подстановка этих соотношений в модель Мэнкью–Ромера–Уэйла (2.2) приводит к приближенной формуле для расчета ВВП:

$$Y = \gamma AN, \quad \gamma = e C_K^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} C_H^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}}. \quad (2.3)$$

При использовании формулы (2.3) для прогнозных оценок экономического развития необходимо знать динамику численности населения и технического прогресса. Динамика численности населения может быть оценена, например, с помощью выражения (1.1). Оценка динамики технического прогресса $A(t)$ требует специального рассмотрения.

В Разделе 1.1 было отмечено, что уравнение Кузнеця–Кремера:

$$\frac{dA}{Adt} = bN, \quad (2.4)$$

описывающее технологический рост (технический прогресс), справедливо только на этапе, предшествующем демографическому переходу. Чарльз Джонс [Jones 1995] показал, что в современных условиях вместо уравнения Кузнеця–Кремера целесообразно использовать так называемое «НИОКР–уравнение»:

$$\frac{dA}{Adt} = a \frac{L_A}{L} = a l_A, \quad (2.5)$$

где L_A – численность ученых, инженеров и технических работников, занятых в НИОКР; L – общая численность рабочих, занятых в экономике; l_A – доля занятых в НИОКР в общей численности рабочих; a – постоянный коэффициент. Однако сам Джонс обнаружил, что и это уравнение неудовлетворительно, поскольку для США, например, в последние 50 лет эта доля постоянно нарастала, хотя средние темпы совокупной факторной производительности оставались относительно постоянными и даже замедлялись с недавнего времени. Поэтому Джонс высказал пожелание, что было бы желательно найти способ сохранить базовую структуру предлагаемого им НИОКР–уравнения (2.5), исключив влияние эффекта масштаба, что не наблюдается на практике.

Ниже в Разделе 1.5 показано, что указанным требованиям отвечает уравнение:

$$\frac{d}{dl_A} \left(\frac{dA}{Adt} \right) = a l_A (l_M - l_A), \quad (2.6)$$

где l_M – величина доли занятых в НИОКР в режиме насыщения. Данное уравнение учитывает универсальный принцип убывающей отдачи от масштаба:

$$\frac{d}{dl_A} \left(\frac{dA}{Adt} \right) \rightarrow 0$$

при $l_A \rightarrow l_M$.

Уравнение (2.6), описывающее динамику технического прогресса (или совокупной факторной производительности) через долю занятых в сфере НИОКР, является довольно простым и практичным и может быть использовано для прогнозных расчетов, поскольку статистические данные по численности занятых в НИОКР широкодоступны.

Уравнение (2.6) легко интегрируется и имеет решение:

$$q_A^0 = \frac{dA}{Adt} = q_{A0} + \frac{a}{6} \{l_A^2(3l_M - 2l_A) - l_{A0}^2(3l_M - 2l_{A0})\}, \quad (2.7)$$

Откуда можно вычислить значение $A(t)$:

$$A = A_0 \exp \left\{ \int_{T_0}^T q_A^0(t) dt \right\}. \quad (2.8)$$

Здесь и выше: T_0 – начальный момент отсчета времени; l_{A0} – доля занятых в НИОКР в начальный момент времени.

Зависимость l_A от времени аппроксимируется в модели логистической функцией, поскольку это процесс с насыщением:

$$l_A(T - T_0) = l_{A0} \frac{1 + l_1}{1 + l_1 \exp[-\beta(T - T_0)]}, \quad (2.9)$$

где l_1, β – постоянные параметры и $l_{A0}(1 + l_1) = l_M$.

Уравнение (2.6) описывает технический прогресс, обусловленный процессом разработки и внедрения собственных технологических инноваций, за счет расширения сферы НИОКР, которая вызывает постепенное повышение доли занятых в НИОКР, описываемой восходящей логистической функцией (2.9). Однако любая развивающаяся страна, в первую очередь, использует технологии уже освоенные авангардными в научно-техническом отношении странами. Причем, с ростом собственных технологических достижений, как правило, идет постепенное сворачивание процесса заимствования технологий извне. Известно, что процесс замещения технологий хорошо описывается логистической функцией [Сахал 1985]. Поэтому технический прогресс, обусловленный заимствованием технологий извне, можно описать нисходящей логистической функцией:

$$q_A^b = d_m \frac{d}{1 + d \exp[\vartheta(t - T_s)]}, \quad (2.10)$$

где d, ϑ, d_m – параметры логистической функции, причем, $(q_A^b d)_{\max} = dd_m$; T_s – начальный момент времени, когда начинается масштабная диффузия заимствованных технологий.

В общем случае темпы технического прогресса определяются вкладом как собственных технологий (2.7), так и заимствованных (2.10):

$$q_A = q_A^0 + q_A^b. \quad (2.11)$$

Верхние индексы в данном соотношении означают: «o» (own) – собственный; «b» (borrow) – заимствованный. Следовательно, формула (2.8) для вычисления динамики технического прогресса запишется в следующем виде:

$$A = A_0 \exp \left\{ \int_{T_0}^T (q_A^0 + q_A^b) dt \right\}. \quad (2.12)$$

Для тех стран, где доля занятых в НИОКР достигла насыщения и $I_A \cong I_M$, естественно сразу принять $q_A^0 = q_{A0} = \text{const}$. Тогда из (2.8) следует следующая формула для расчета динамики технического прогресса:

$$A = A_0 \exp[q_{A0}(T - T_0)]. \quad (2.13)$$

Динамика технического прогресса мира в целом вычисляется по формуле:

$$A = A_0 \exp \left[b \int_{T_0}^T N(t) dt \right] \quad (2.14)$$

что предполагает справедливость уравнения Кузнец–Кремера (2.4) на глобальном уровне.

Методика моделирования

В соответствии с вышеизложенным модель долгосрочной экономической динамики включает в себя следующие уравнения: (2.3), (2.7), (2.9), (2.10), (2.12), а также уравнения для демографической динамики $N(t)$. Демографическая динамика определяется на основе специальной модели, например, модели (1.9)–(1.10) или модели С.П.Капицы [Капица 1992].

Параметры модели задаются на основе эмпирических данных либо оцениваются на основе процедуры идентификации с использованием эмпирических данных.

Расчеты ведутся по следующей схеме.

На основе анализа эмпирических данных определяется временной интервал, для которого имеется надежная статистика, выбирается начальный момент времени t_0 для проведения расчетов и соответствующие ему значения переменных модели. Проводятся тестовые расчеты для выбранного временного интервала с целью определения и согласования значений параметров модели для рассматриваемых сценариев. После настройки модели проводятся расчеты величины ВВП на прогнозный период при выбранных значениях параметров.

Результаты моделирования

На основе изложенной выше методики было проведено тестирование модели, а также проведены прогнозные расчеты мирового ВВП и ВВП наиболее крупных стран мира.

Мировой ВВП, в соответствии с формулой (2.3) и соотношением $A = A_0 N^{l+\delta}$, $\delta = (b-r)/r$, справедливым для стадии гиперболического роста населения мира ($T < T_0$), определяется выражением:

$$Y(T) = \begin{cases} \varepsilon [N(T)]^{2+\delta}, & T < T_0 \\ \varepsilon [N_0]^{1+\delta} N(T) \cdot e^{a(1+\delta) \int_{T_0}^T N(t) dt}, & T > T_0 \end{cases} \quad (2.15)$$

Здесь параметры ε и δ определяются методом наименьших квадратов на основе фактических данных до момента $T_0 = 1970$ г. (данные по мировому ВВП и ВВП отдельных стран были взяты из базы GGDC, URL: <http://www.ggdc.net/databases/hna.htm>).

Параметр α затем находится методом наименьших квадратов с учетом данных с $T_0=1970$ г. по настоящее время. Приближение данных до момента T_0 приведено на [рис. 2.1](#). Приближение данных на промежутке от T_0 до настоящего времени приведено на [рис. 2.2](#). Графики свидетельствуют о достаточно хорошем приближении данных. При приближении по сценариям 1 и 2 максимальная ошибка не превосходит 2,2 трлн долл., а среднеквадратическое отклонение – 0,6 трлн долл.

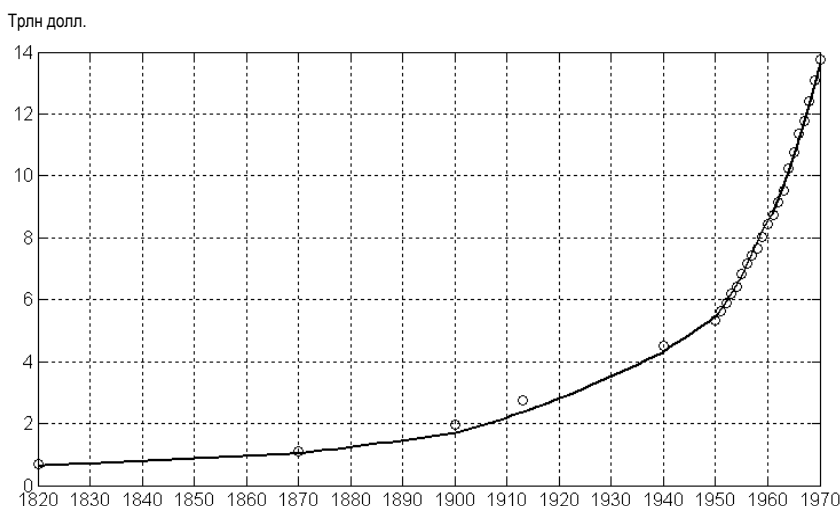


Рисунок 2.1
Приближение ВВП до 1970 г.
(маркеры соответствуют реальным данным)

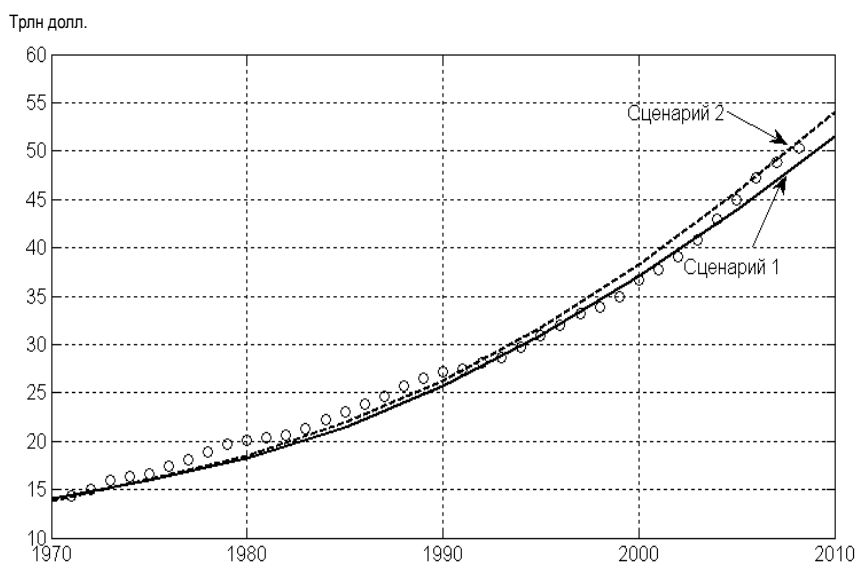


Рисунок 2.2
Приближение ВВП с 1970 г. по настоящее время
(маркеры соответствуют реальным данным)

Результаты расчета ВВП мира приведены на рис. 2.3 для трех сценариев динамики населения: по Капице и сценариев 1–2 (см. рис. 1.1), реальные данные обозначены маркерами. При реализации первого сценария к 2100 г. ВВП мира несколько превзойдет 470 трлн долл., а при осуществлении второго – будет находиться на уровне 330 трлн долл.

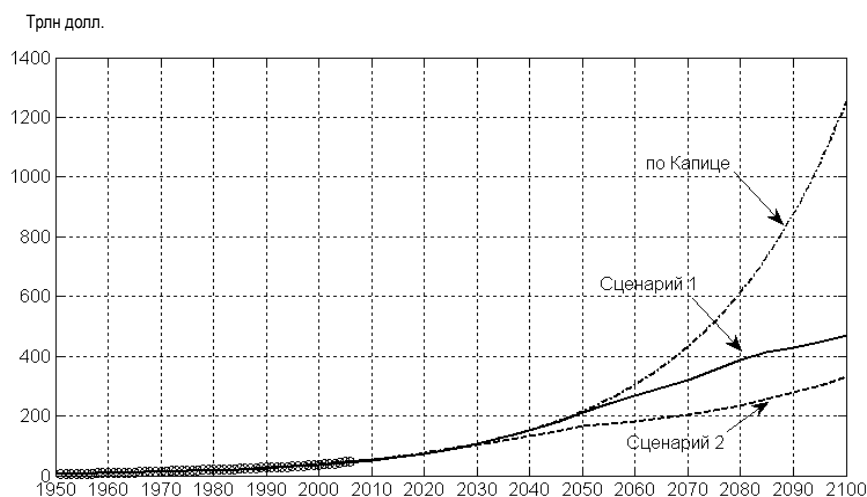


Рисунок 2.3
ВВП мира до 2100 г. (постоянные цены 1990 г.)

Для расчета динамики ВВП отдельных стран необходимо оценить начальные темпы технического прогресса, обусловленные развитием общих технологий. Данная величина оценивалась двумя способами. Первый заключается в использовании уравнения Кузнец–Кремера (2.4). Его решением является $A=A_0N^{1+\sigma}$, и q_{A0} можно оценить методом наименьших квадратов из соотношения $A/A_0=N^{1+\sigma}=N_0\exp(q_{A0}t)$, выбирая в качестве временного интервала период стабильного развития каждой отдельно взятой страны. Второй способ заключается в оценке величины q_{A0} через темпы населения. Поскольку:

$$q_{A0} = \frac{dA}{A dt} = (1 + \delta) \frac{dN}{N dt} = (1 + \delta) q_N,$$

где q_N – темпы роста населения, то из среднего значения темпов роста населения определяется q_{A0} . Оба способа для рассматриваемых стран привели к практически одинаковым результатам. Так, для США значение q_{A0} составило 0,015, для Германии – 0,029, для Японии – 0,021, для Китая – 0,025, для Индии – 0,014. По различным оценкам, доля темпов технического прогресса, обусловленная развитием технологий, составляет от 25 до 50% от общих темпов технического развития, что и было учтено в расчетах.

Приведем способ построения логистических функций (2.9) и (2.10), входящих в модель технического прогресса.

Технический прогресс, обусловленный заимствованием технологий извне, описывается нисходящей логистической функцией (1.19). Параметры d_m , d , ϑ в (2.10)

определяются из следующих условий. Задается q_s – стартовый уровень заимствования технологий в момент времени T_s , кроме этого задается время T_e , соответствующее практическому окончанию заимствования, именно предполагается, что интервал $[T_s, T_e]$ соответствует «жизненному циклу логисты», когда ее значения находятся в пределах 10–90% от асимптотического значения $q_A^b, \max$. Данный подход проиллюстрирован на рис. 2.4.

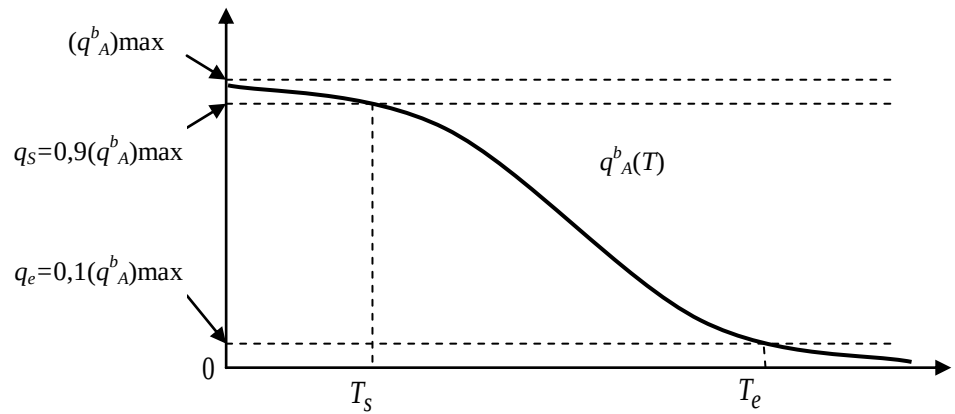


Рисунок 2.4
Нисходящая логистическая функция
для прогноза динамики заимствования технологий

Предлагаемый способ определения нисходящей логистической функции приводит к следующим формулам для вычисления ее параметров d_m , d , ϑ :

$$(q_A^b)_{\max} = q_s / 0.9$$

$$d = \frac{(q_A^b)_{\max}}{q_s} - 1$$

$$d_m = \frac{(q_A^b)_{\max}}{d}$$

$$\vartheta = \frac{1}{T_e - T_s} \ln \left(\frac{9}{d} \right)$$

Динамика доли занятых в НИОКР описывается логистической функцией (2.9), в которой подлежат определению параметры β , l_1 , T_0 и l_{A0} . Если имеются достаточно полные данные $(t_k, l_{A,k})$ по доле занятых в НИОКР для рассматриваемой страны, то параметры β , l_1 , T_0 находятся по методу наименьших квадратов из условия:

$$\min_{\beta, l_1, T_0} \sum_k (l_{A,k} - l_A(t_k - T_0))^2$$

при ограничении на асимптотическое значение логисты:

$$I_{A0}(1 + I_1) = I_M$$

При этом значение I_M назначается из типичного значения для тех стран, в которых доля занятых в НИОКР практически достигла насыщения.

Если же достаточно полные данные по доле занятых в НИОКР ($t_k, I_{A,k}$) отсутствуют, то логистическая функция (2.9) строится способом, схожим с рассмотренным выше для нисходящей логистической функции, которая описывает заимствование технологий. Задается уровень насыщения I_M , далее считается, что в момент времени T_0 значение I_A должно составлять $0,1 I_M$, а в некоторый момент времени T_e значение I_A должно составлять $0,9 I_M$. Соответствующий график приведен на рис. 2.5.

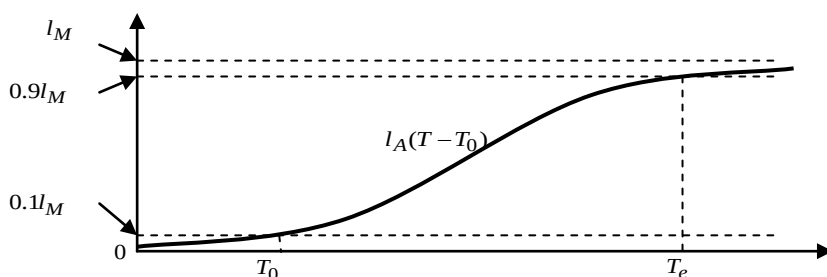


Рисунок 2.5
Построение логистической функции $I_A(T-T_0)$
для прогноза динамики доли занятых в НИОКР

Перейдем к результатам расчета динамики ВВП для развитых и развивающихся стран.

Для США данные по доле населения, занятой в НИОКР, и соответствующий прогноз до 2100 г. при помощи логистической функции (1.18) приведены на рис. 2.6. Доля занятых в НИОКР стабилизируется на уровне 0,006 от общей численности населения.

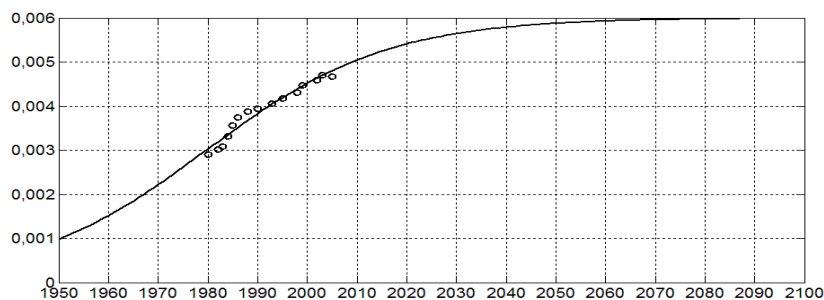


Рисунок 2.6
Данные по доле занятых в НИОКР для США (маркеры)
и приближение логистической функцией I_A (сплошная линия)

На основе соотношения, описывающего динамику технического прогресса, и построенной логистической функции I_A для США, найдем вклад собственных технологий в темпы технического прогресса q_A^0 . Результат приведен на рис. 2.7 вместе с нисходящей логистической функцией, описывающей процесс вымывания заимствования технологий.

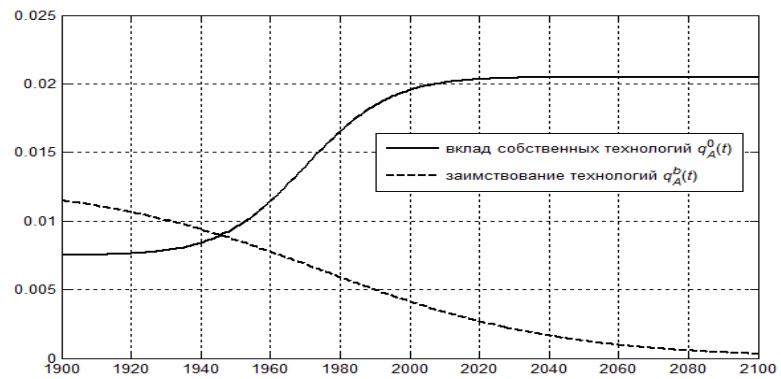


Рисунок 2.7
Развитие собственных технологий и вымывание заимствованных для США

Полученные результаты по темпам технического прогресса США позволяют спрогнозировать динамику ВВП по формуле (2.3). Соответствующие результаты представлены на рис. 2.8, причем расчет ВВП производился с 1870 г., и на графике видно хорошее совпадение расчета с реальными данными, с 1870 г. по настоящее время. Среднеквадратическое отклонение приближения с 1870 г. по 1970 г. составляет 0,13 трлн долл. или 19%, причем наибольшая ошибка приходится на годы Великой депрессии и Второй мировой войны. Среднеквадратическое отклонение приближения с 1970 г. по настоящее время составляет 0,16 трлн долл. или 3%. Результаты свидетельствуют о практически трехкратном увеличении ВВП США к 2050 г., к этому году ВВП составит 30 трлн долл. (в постоянных ценах 1990 г.). Дальнейший рост ВВП приведет к его увеличению более чем в 8 раз по сравнению с настоящим временем к 2100 г. до значения 91,6 трлн долл.

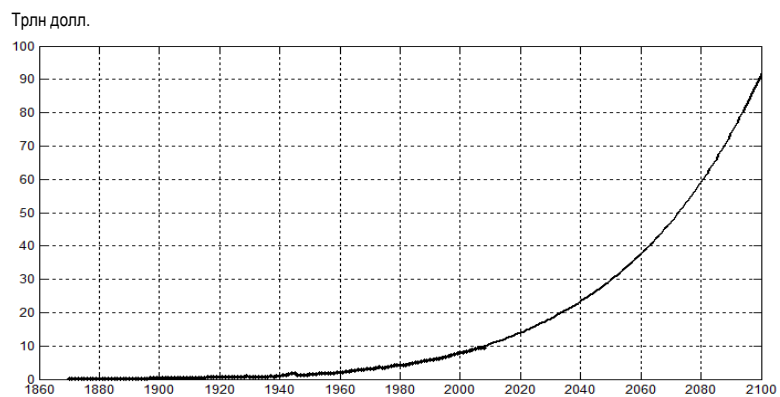


Рисунок 2.8
Данные о ВВП США (маркеры) и прогнозная динамика ВВП (линия)

Расчеты, аналогичные описанным выше для США, были проведены для Китая, Индии, Германии, Японии и ряда других стран.

Данные по Японии отлично описываются логистической функцией – доля занятых в НИОКР в режиме насыщения стабилизируется, как и в США, на уровне 0,006 от общей численности населения.

Интересна динамика вклада собственных технологий в темпы технического прогресса q_A^0 Японии и прогноз ее ВВП. Результат приведен на рис. 2.9. Этот же рисунок демонстрирует процесс стремительной убыли заимствования технологий в Японии, начинающийся со значения 0,06 в первые годы после Второй мировой войны.

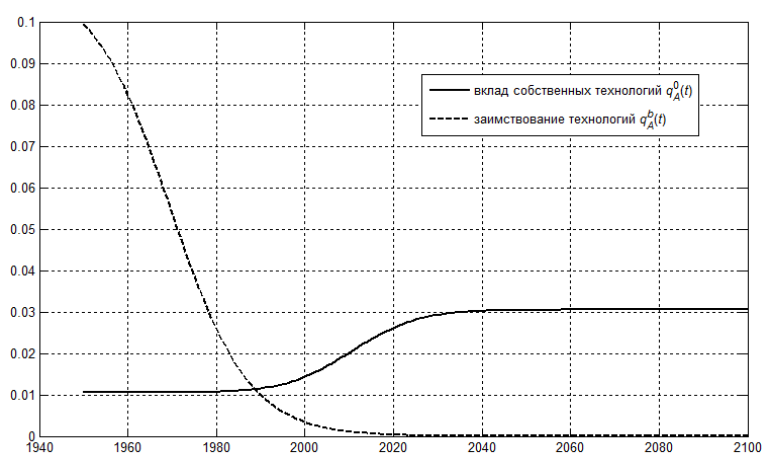


Рисунок 2.9

Развитие собственных технологий и вымывание заимствованных для Японии

Прогноз динамики ВВП Японии по формуле (2.3) представлен на рис. 2.10.

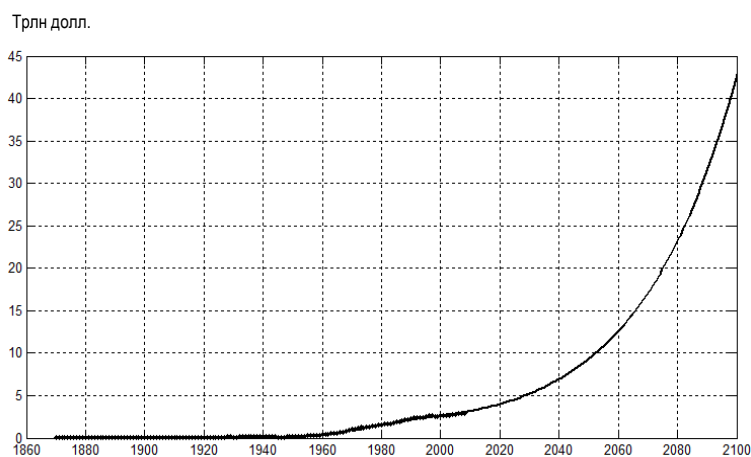


Рисунок 2.10

Данные о ВВП Японии (маркеры) и прогнозная динамика ВВП (линия)

Кривая, отвечающая расчетным значениям ВВП Японии с 1970 г. достаточно хорошо согласуется с фактическими данными с 1970 г. по настоящее время. Среднеквадратическое отклонение приближения с 1870 г. по 1970 г. составляет 0,06 трлн долл. или 47%, а среднеквадратическое отклонение приближения с 1970 г. по настоящее время составляет 0,1 трлн долл. или 5%. Полученные результаты предвещают увеличение ВВП Японии примерно в 3 раза к 2050 г., при этом ВВП составит 9,3 трлн долл. (в постоянных ценах 1990 г.). В последующем полувековом периоде Японию ожидает дальнейший рост ВВП почти до 43 трлн долл., что более чем в восемь раз превосходит текущее значение ВВП.

Для Китая результаты прогноза приведены на рис. 2.11 и 2.12. Среднеквадратическое отклонение приближения с 1870 г. по 1970 г. составляет 0,03 трлн долл. или 7%, а среднеквадратическое отклонение приближения с 1970 г. по настоящее время составляет 0,39 трлн долл. или 11%.

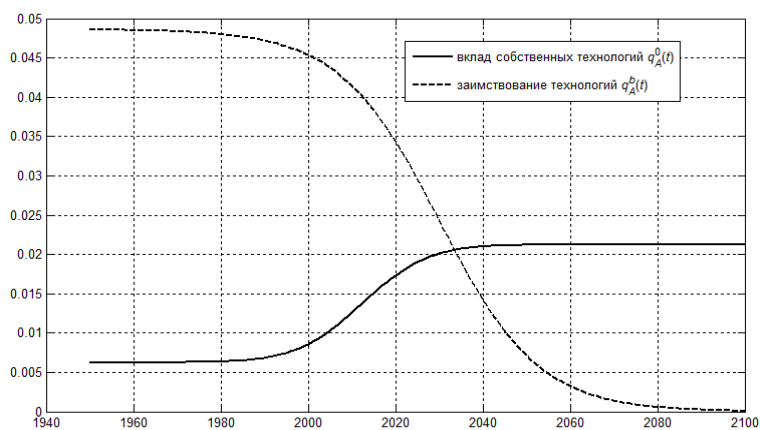


Рисунок 2.11

Развитие собственных технологий и вымывание заимствованных для Китая

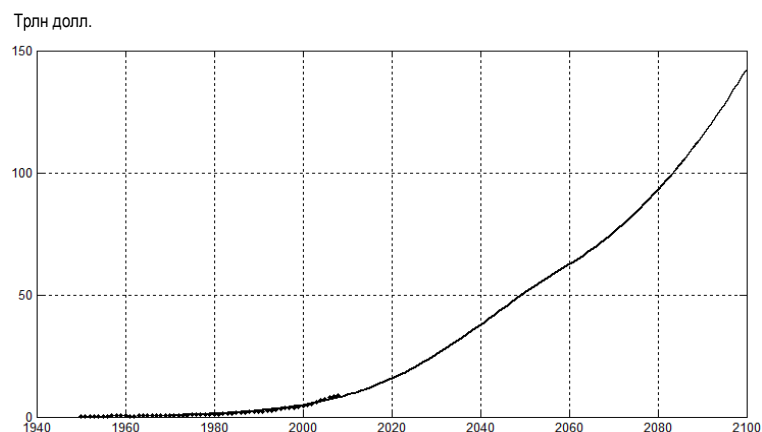


Рисунок 2.12

Данные о ВВП Китая (маркеры) и прогнозная динамика ВВП (линия)

Согласно полученным результатам, увеличение ВВП Китая более чем в 4 раза произойдет к 2050 г., при этом ВВП составит 51,1 трлн долл. За последующие 50 лет к 2100 г. ВВП Китая увеличится более чем в 10 раз по сравнению с настоящим временем, превзойдя значение 140 млрд долл. (в постоянных ценах 1990 г.).

В отношении Индии ситуация следующая. Данные по доле занятых в НИОКР для Индии, к сожалению, недоступны. Поэтому было сделано предположение о динамике доли занятых в НИОКР, представленное на рис. 2.13. Доля занятых описывается логистической функцией (2.9) с асимптотическим значением 0,003.

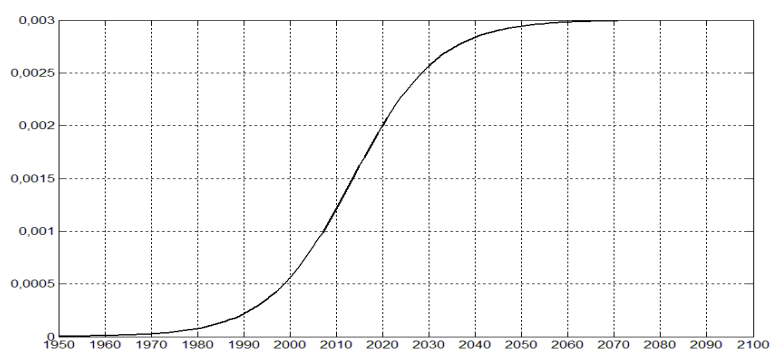


Рисунок 2.13

Прогноз доли занятых в НИОКР для Индии, логистическая функция I_A

Далее, как и в предыдущих случаях, по решению уравнения (2.7) и построенной логистической функции I_A определим вклад собственных технологий в темпы технического прогресса q_A^0 .

Используем полученные данные расчетов темпов технического прогресса Индии для прогноза динамики ВВП. Соответствующие результаты приведены на рис. 2.14.

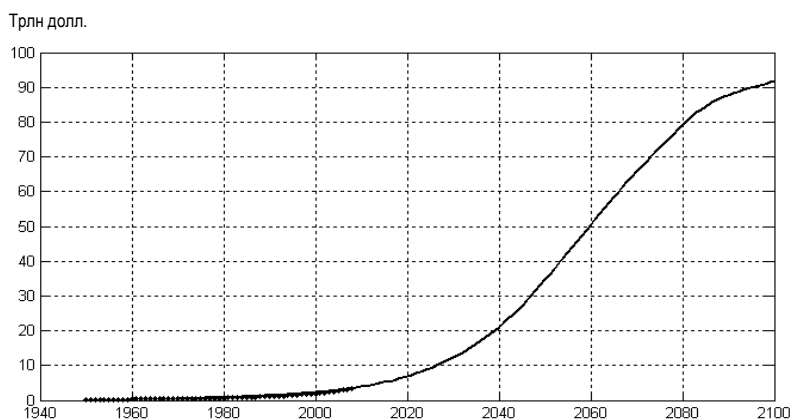


Рисунок 2.14

Данные о ВВП Индии (маркеры) и прогнозная динамика ВВП (линия)

На графике видно достаточно хорошее совпадение расчета с реальными данными в период с 1970 г. по настоящее время, для которого производилось приближение. Среднеквадратическое отклонение приближения с 1870 г. по 1970 г. составляет 0,009 трлн долл. или 3%, а среднеквадратическое отклонение приближения с 1970 г. по настоящее время составляет 0,1 трлн долл. или 8%.

Полученные результаты говорят о том, что почти десятикратное увеличение ВВП Индии ожидается к 2050 г., с достижением значения ВВП 34,6 трлн долл. Далее ВВП Индии будет быстро расти вплоть до конца 2080-х гг. и превзойдет 80 трлн долл. (в постоянных ценах 1990 г.), после чего скорость роста пойдет на спад, что связано с достижением населения Индии в 2060 г. своего максимума (см. [рис. 1.2](#)).

Расчеты, аналогичные описанным выше в этом разделе, были проведены для Германии и Великобритании.

Расчет ВВП Германии (в постоянных ценах 1990 г.) приведен на [рис. 2.15](#). На графике видно достаточно хорошее совпадение расчета с реальными данными с 1970 г. по настоящее время. Среднеквадратическое отклонение приближения с 1870 г. по 1970 г. составляет 0,05 трлн долл. или 46%, причем наибольшее отклонение приходится на годы Второй мировой войны, а среднеквадратическое отклонение приближения с 1970 г. по настоящее время составляет 0,08 трлн долл. или 6%.

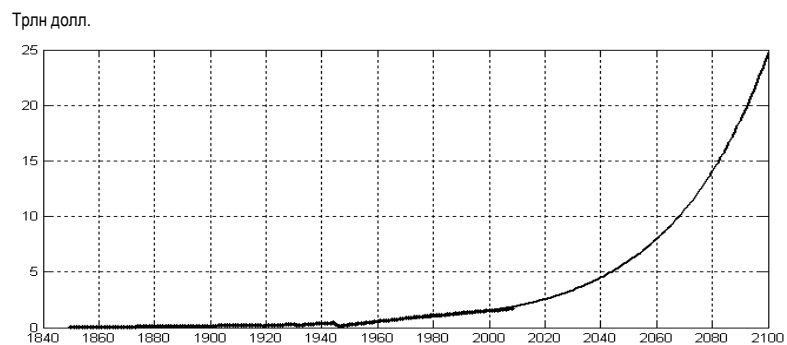


Рисунок 2.15
Данные о ВВП Германии (маркеры) и прогнозная динамика ВВП (линия)

Согласно полученным результатам, увеличение ВВП Германии более чем в 3 раза произойдет к 2050 г., при этом ВВП составит 6 трлн долл. За последующие 50 лет к 2100 г. ВВП Германии увеличится более чем в 12 раз по сравнению с настоящим временем, практически достигнув значения 25 млрд долл. (в постоянных ценах 1990 г.).

Итоговое сравнение динамики ВВП развитых и развивающихся стран вплоть до 2100 г. представлено на [рис. 2.16](#).

Полученные результаты показывают, что в ближайшее время ВВП Китая опередит ВВП США, увеличив отрыв к 2100 г. почти на 30 трлн долл. ВВП Индии будет расти практически с такой же скоростью, как и ВВП Китая, но за счет более низкого значения ВВП в настоящее время, Индии не удастся обогнать Китай. Лишь после 2030 г. ВВП Индии превзойдет ВВП США, однако к 2080 г. ВВП Индии замедлит рост из-за демографических проблем и к 2100 г. ВВП Индии сравняется с ВВП США. Развитые страны, в частности Япония и Германия, демонстрируют устойчивый рост ВВП, однако, к 2100 г. ВВП каждой из этих стран не превзойдет и половины от ВВП США. Итоговые результаты расчета ВВП в 2050 г. и 2100 г. представлены в [табл. 2.1](#).

Последний столбик табл. 2.1 для сопоставления содержит результаты прогноза ВВП в 2050 г. по версии OECD в постоянных ценах 2000 г. [Клинов 2010].

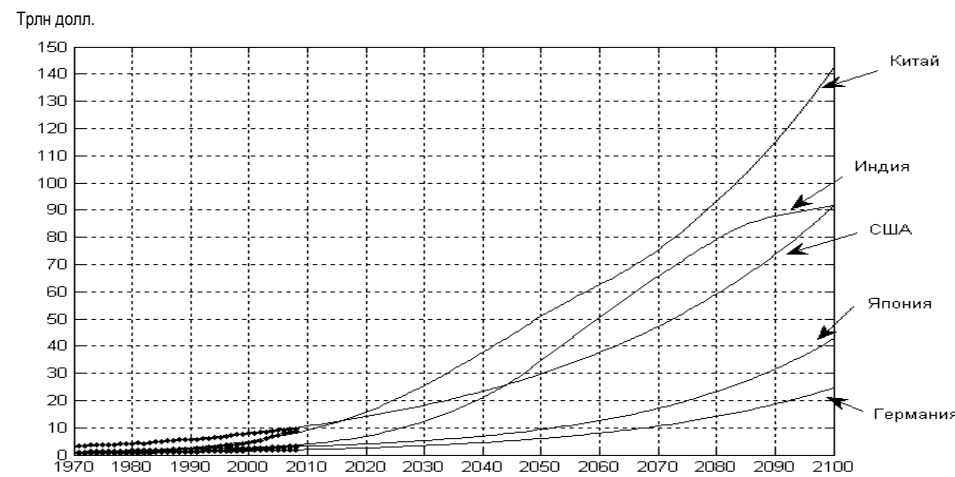


Рисунок 2.16
Сравнение динамики ВВП развитых и развивающихся стран (постоянные цены 1990 г.), прогноз ВВП (линии), реальные данные (маркеры)

Таблица 2.1
Значение ВВП в 2050 г. и 2100 г.

Страна	ВВП в 2100 (трлн долл.)	ВВП в 2050, (трлн долл.)	ВВП в 2050, (трлн долл.) (OECD)
США	91,6	30,0	36,6
Германия	24,7	6,0	5,7
Япония	42,8	9,3	8,9
Китай	142,5	51,1	50,4
Индия	91,7	34,6	39,4

Приведенные в табл. 2.1 данные свидетельствуют о хорошем совпадении значений ВВП в 2050 г., полученных по разработанной методике, с прогнозом OECD.

3. Учет энергетических ограничений

Назначение модели

Модель предназначена для анализа и прогноза энергопотребления в мире и в наиболее крупных странах, а также для оценки влияния энергэкологических ограничений на долгосрочную экономическую динамику. Модель имеет агрегированный характер, основными рассчитываемыми показателями являются: $E(t)$ – уровень энергопотребления, $Y(t)$ – валовой внутренний продукт (ВВП) с учетом энергэкологических ограничений.

Для расчета величины ВВП с учетом энергетических ограничений необходимо построить модель энергопотребления и его влияния на экономическую динамику. Энергопотребление определяется потребностями экономики в топливно-энергетических ресурсах (ТЭР), обеспечивающих индустриальное развитие и производство продовольствия. Причем, сами потребности в ТЭР могут быть рассчитаны на перспективу с использованием данных прогноза о населении.

Самым общим показателем, показывающим уровень потребления и потребностей, является потребление энергии на душу населения. Без достижения некоторого критического уровня потребления энергии невозможно достижение требуемого развития производительных сил и экономического благосостояния. В работе [Акимов 2008] было показано, что уровень потребления энергии на человека (душевое энергопотребление) для развитых стран, достигнутый сегодня, станет нормативом на будущее. Например, для развитых стран Европы – это 5 т.у.т. (тонн условного топлива) на человека в год, на всем временном интервале до 2300 г. Такой уровень потребления характерен также для Японии. При этом есть небольшой разброс. Сильно отличается лишь энергопотребление в США – 10 т.у.т. на человека в год. Важно то, что указанные нормативы душевого энергопотребления скорее несколько превышают реальные потребности, нежели занижают их. Одновременно с сокращением энергоемкости экономического роста в развитых странах, происходит стремительный рост потребления ТЭР в развивающихся и переходных экономиках, переживающих период индустриализации.

Причем для того, чтобы в условиях растущего мирового производства и энергопотребления обеспечить экологическую безопасность, необходимы огромные инвестиционные ресурсы, которые должны быть направлены на реализацию инновационных технологий по освоению альтернативных источников энергии, энергосберегающих и безотходных технологий, охрану и облагораживание окружающей среды. А это в свою очередь накладывает определенные ограничения на экономический рост.

Для проведения расчетов энергопотребления необходимо установление функциональной связи между величиной глобального потребления энергии и численностью населения мира. В [Holdren 1991] показано, что суммарное потребление энергии E в мире пропорционально квадрату численности населения Земли N :

$$E \sim N^2.$$

Данная квадратичная зависимость потребления энергии была характерна для индустриальной эпохи, и 90% приходилось на промышленное потребление энергии во всех ее формах.

К началу XXI века произошла дифференциация стран по моделям и эффективности энергопотребления. Развитые страны, после энергетического кризиса 1970-х гг., резко повысили эффективность использования энергии путем широкомасштабного использования энергосберегающих технологий.

В [Плакиркин 2006] показано, что в XXI веке душевое потребление энергии в мире не будет увеличиваться, а стабилизируется на уровне 2,5 т.у.т. на человека. При этом будет иметь место существенная региональная дифференциация мирового энергопотребления. Например, для США – это 9,5 т.у.т. на человека в год, для ЕС – 5 т.у.т., для Китая – 1,2 т.у.т., а для Индии – 0,8 т.у.т. Очевидно, что Китай и Индия в XXI веке будут наращивать свое душевое энергопотребление. В целом, предполагается, что

развивающиеся страны увеличат энергопотребление на душу населения до средне-мирового уровня в 2,5 т.у.т., а развитые страны, наоборот, должны снизить до уровня примерно в 5 т.у.т., как это планируется в ЕС. Исходя из этого в [Плакиткин 2006] предложена модель энергопотребления для XXI века, которая представлена в графической форме на рис. 3.1.

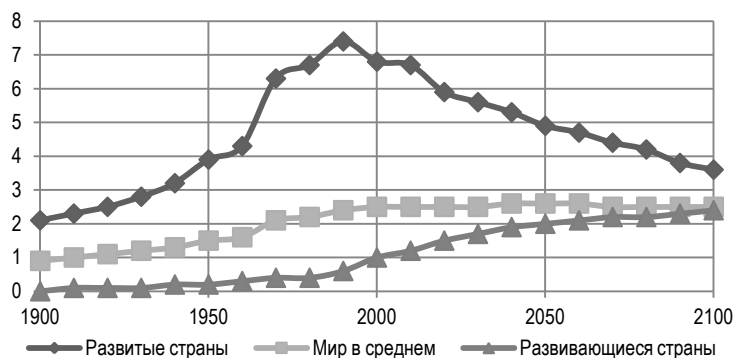


Рисунок 3.1
Прогноз душевого потребления энергии
в развитых и развивающихся странах (т.у.т./чел.)

Для реализации энергопотребления по этой модели необходимо, чтобы эффективность использования потребляемой энергии в XXI веке росла опережающими темпами. Ожидается, что коэффициент использования потребляемой энергии будет увеличиваться по логистической кривой, как показано на рис. 3.2.

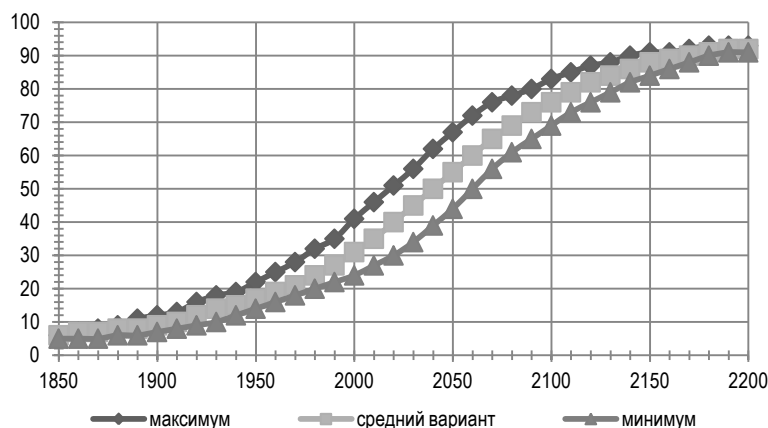


Рисунок 3.2
Прогноз коэффициента использования энергии в развитых странах (%)

Коэффициент использования энергии отражает уровень технологического развития в энергетике. Все это справедливо как для развитых, так и развивающихся стран с некоторым временным сдвигом, который будет постепенно уменьшаться. Благодаря этому душевое потребление энергии стабилизируется на уровне 2,5 т.у.т., чего вполне достаточно для комфортного проживания современного человека.

В соответствии с вышесказанным сценарии энергопотребления для развитых и развивающихся стран в XXI веке можно описать логистическими кривыми:

а) динамика энергопотребления E_d развивающихся стран (Китай, Индия, Бразилия и другие страны) описывается восходящей логистической кривой:

$$E_d = e_d N_d(T) = \frac{e_d^{(0)}(1+\rho)N_d(T)}{1+\rho \exp[-\vartheta(T-T_0)]}, \quad (3.1)$$

где e_d – душевое энергопотребление, в т.у.т.; $N_d(T)$ – численность населения в момент T ; ρ и ϑ – постоянные параметры. Учитывая, что $e^{max}_d = e^{(0)}_d(1+\rho) = 2,5$ т.у.т. и $e^{(0)}_d \cong 1$ т.у.т., получаем: $\rho = 1,5$ и $\vartheta = 0,044$ $T_0 = 2000$ г.;

б) для развитых стран (США, страны ЕС, Япония и др.) динамика энергопотребления E_{hd} описывается нисходящей логистической кривой:

$$E_{hd} = e_{hd}^{(0)} N_{hd}(T) \frac{1+\rho\{2 \exp[-\vartheta(T-T_0)]-1\}}{1+\rho \exp[-\vartheta(T-T_0)]} \quad (3.2)$$

где e_{hd} – душевое энергопотребление, в т.у.т.; $N_{hd}(T)$ – численность населения в момент T ; ρ и ϑ – постоянные параметры. Если принять начальное условие $T_0 = 2000$ г. и $e^{(0)}_{hd} = 7$ т.у.т., тогда $\rho = 0,5$ и $\vartheta = 0,044$;

в) динамика энергопотребления E_w для мира в целом, учитывая его стабилизацию на уровне 2,5 т.у.т., может быть записана в виде:

$$E_w = 2,5 N_w(T) \quad (3.3)$$

где $N_w(T)$ – численность населения Земли в момент T .

Таким образом, мы видим изменение парадигмы потребления энергии. Если в XX веке суммарное потребление энергии росло как квадрат числа людей на Земле, то в XXI веке зависимость стала линейной.

Можно также оценить стоимость суммарного энергопотребления, если учесть, что 1,4 т.у.т. = 1 т.н.э. (тонна нефтяного эквивалента). В соответствии с прогнозом Международного энергетического агентства [International Energy Agency 2007] средняя цена на сырую нефть в период с 2015 по 2030 гг. составит около 60 долл. США за баррель (в долларах 2006 г.). Если брать период до 2050 г. эта цифра составит примерно 67 долл. за баррель или 500 долл. за тонну сырой нефти. Следовательно, приближенная оценка стоимости мирового энергопотребления может быть подсчитана следующим образом:

$$P_w = 2,5 \cdot \frac{500}{1,4} N_w(T) \text{ долл.}$$

Увеличение стоимости энергопотребления является не единственной «платой» за экономическое развитие. Растущее энергопотребление и увеличивающиеся затраты ресурсов наносят ущерб экологии и требуют все возрастающего объема инвестиций в природоохранные меры I_{EE} по поддержанию экологического баланса биосферы Земли или экосистемы страны на приемлемом уровне. Поскольку эффективность использования энергии в XXI веке будет возрастать по логистической кривой

(см. рис. 3.2), можно также предположить, что для I_{EE} подходящей является логистическая функция:

$$I_{EE} = I_{EE}^{(0)} \frac{1+h}{1+h \exp[-\vartheta(t-T_0)]}, \quad (3.4)$$

где h, ϑ – постоянные параметры логистической функции. Причем для $T_0=2010$ г. $I_{EE}^{(0)}=0,8$ трлн долл. США для мира в целом.

В работе [Ищенко 2008] показано, что в 2050 г. $I_{EE}^{\max}$ будет равно примерно 2,5 трлн долл. Отсюда для определения параметров h и ϑ имеем уравнения:

$$\begin{aligned} h &= 0.1 \exp(40\vartheta) \\ \vartheta &= \frac{1}{40} \left[\ln 10 + \ln \left(1.1 \frac{I_{EE}^{\max}}{I_{EE}^{(0)}} - 1 \right) \right] \end{aligned}$$

В модели предполагается, что за 2050-м г. этот уровень инвестиций сохранится, по крайней мере, до конца XXI века.

Можно приближенно подсчитать, к какому замедлению темпов экономического роста приведет отвлечение части инвестиционных ресурсов в природоохранные меры, связанные с энергоэкологическим развитием. Поскольку в прошедшем десятилетии средние темпы мирового экономического роста составили 3,3%, а на природоохранные меры в среднем по всему миру расходовалось $I_{EE}^{(0)}=800$ млрд долл. США, то можно составить следующее соотношение для темпов замедления экономического роста:

$$q_{EE}^{(0)} = \frac{I_{EE}^{(0)}}{I_G^{(0)}} \cdot 3.3 \cdot 10^{-2} \quad (3.5)$$

где $I_G^{(0)}$ – совокупный объем инвестиций, направляемых ежегодно на цели обеспечения экономического роста. Следовательно, динамику замедления темпов экономического роста, вызванного стратегией энергоэкологического развития, можно записать с учетом (3.4) и (3.5) следующим образом:

$$q_{EE} = q_{EE}^{(0)} \frac{1+h}{1+h \exp[-\vartheta(t-T_0)]} \quad (3.6)$$

Остается определить, как это учесть при расчете динамики экономического роста. Из эндогенной модели роста (2.3) следует, что:

$$q_Y = q_A + q_N \quad (3.7)$$

где q_Y – темпы экономического роста, q_N – темпы роста численности населения, q_A – темпы технологического роста. Замедление темпов роста, обусловленное энергоэкологическим развитием, влияет на уменьшение q_A , что можно учесть следующим образом:

$$q_A = q_A^0 + q_A^b - q_{EE} \quad (3.8)$$

Методика моделирования

В соответствии с вышеизложенным модель прогноза энергопотребления включает в себя уравнения (3.1), (3.2) и (3.3). Модель оценки влияния энергэкологических ограничений на долгосрочную экономическую динамику дополняет модель долгосрочной экономической динамики (см. [раздел 2 Приложения 1](#)) уравнениями (3.4)–(3.8).

Параметры модели задаются на основе эмпирических данных либо оцениваются на основе процедуры идентификации с использованием эмпирических данных.

Расчеты ведутся по следующей схеме.

На основе анализа эмпирических данных определяется временной интервал, для которого имеется надежная статистика, выбирается начальный момент времени t_0 для проведения расчетов и соответствующие ему значения переменных модели. Проводятся тестовые расчеты для выбранного временного интервала с целью определения и согласования значений параметров модели для рассматриваемых сценариев. После настройки модели проводятся расчеты величины ВВП на прогнозный период при выбранных значениях параметров.

Результаты моделирования

Пользуясь приведенными выше соотношениями и зная демографическую динамику как для мира в целом, так и для развитых и развивающихся стран в отдельности (см. [раздел 1 Приложения 1](#)), можно рассчитать динамику энергопотребления в XXI веке. Результаты расчета приведены на [рис. 3.3](#).

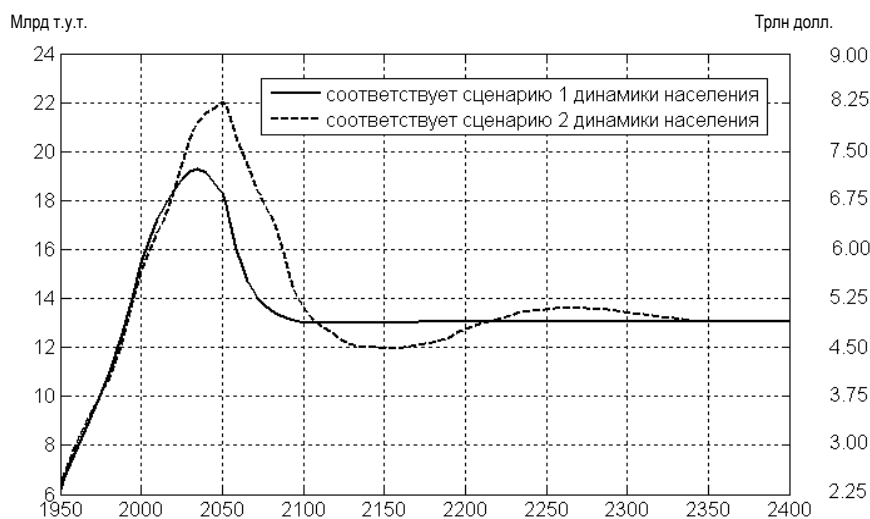


Рисунок 3.3
Динамика мирового энергопотребления

Видно, что пик суммарного энергопотребления приходится на 2030–2040-е гг. и составляет около 20 млрд т.у.т., затем начинается постепенное снижение и ста-

билизация на уровне 13–14 млрд т.у.т. к концу XXI века. Эти расчетные данные мирового энергопотребления неплохо согласуются с данными прогноза, приведенного А.Э.Конторовичем и А.Т.Коржубаевым (2008). Соответствующее сравнение представлено в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Сравнение результатов расчета мирового энергопотребления

Год	Мировое энергопотребление (млрд т.у.т.)		
	Прогноз Конторовича и Коржубаева	Результат для 1-го сценария динамики населения	Результат для 2-го сценария динамики населения
2010	12,8	17,3	16,7
2015	13,6	17,9	17,4
2020	15,0	18,4	18,4
2025	16,4	18,9	19,5
2030	17,1	19,2	20,5
2050	22,5	18,3	22,0

На рис. 3.4 приведен прогноз энергопотребления развитых стран: США, Великобритании, Японии и Германии. На правой вертикальной оси графика приведен ценовой эквивалент в трлн долл. Пик энергопотребления приходится на 1950–1970 гг., для США он составляет 2,2 млрд т.у.т. Для других стран максимальное энергопотребление в 2–3 раза ниже, так, для Великобритании оно находится на уровне 0,6 млрд т.у.т., для Японии – 1,1 млрд т.у.т., для Германии – 0,8 млрд т.у.т. Постепенный спад и стабилизация энергопотребления развитых стран ожидаются после 2050 г. Энергопотребление США будет составлять 1,3 млрд т.у.т., Великобритании – 0,25 млрд т.у.т., Японии – 0,6 млрд т.у.т., Германии – 0,3 млрд т.у.т.

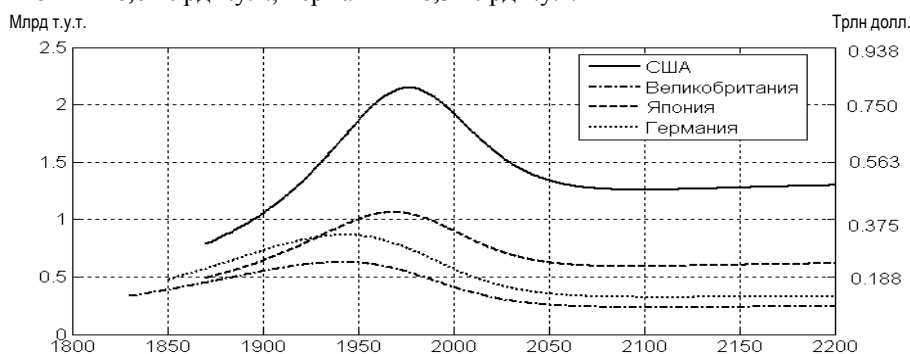


Рисунок 3.4
Энергопотребление развитых стран

Существенный вклад в мировое энергопотребление вносят развивающиеся страны. Динамика энергопотребления наиболее крупных из них – Китая и Индии – приведена на рис. 3.5.

В соответствии с моделью максимум энергопотребления Китая будет достигнут в 2020 г. и составит 3,5 млрд т.у.т., далее после 2070 г. энергопотребление Китая снизится до асимптотического значения – 3 млрд т.у.т. Энергопотребление Индии носит колебательный характер, что во многом определяется прогнозом динами-

ки численности населения (см. рис. 1.2). Пик энергопотребления Индии приходится, примерно, на 2050 г. и составляет 5 млрд т.у.т., после чего наступит спад, характеризующийся затухающими колебаниями.

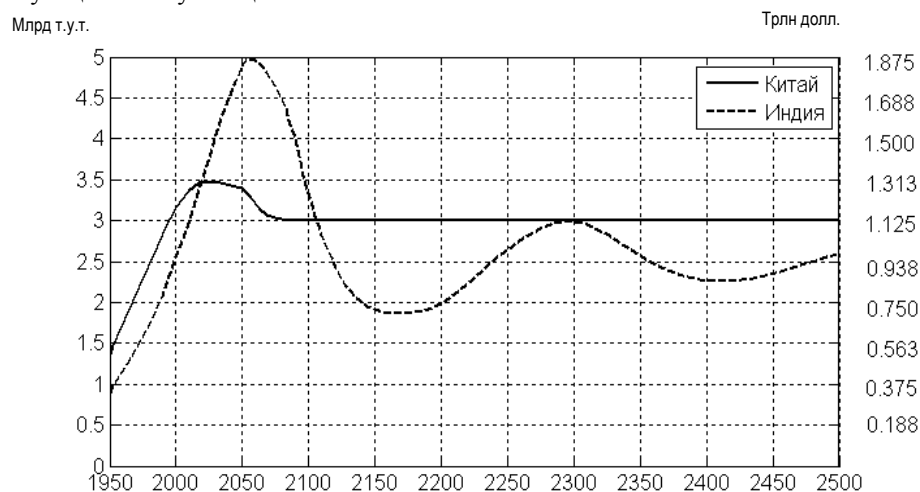


Рисунок 3.5

Потребление энергии в развивающихся странах

Если теперь в модели экономического роста (2.3) динамику совокупной факторной производительности (технического прогресса) рассчитать с учетом энерго-экологических ограничений (3.8), то получим несколько замедленные траектории роста мирового ВВП (в постоянных ценах 1990 г.), представленные на рис. 3.6 и 3.7, на которых маркерами обозначены реальные данные.

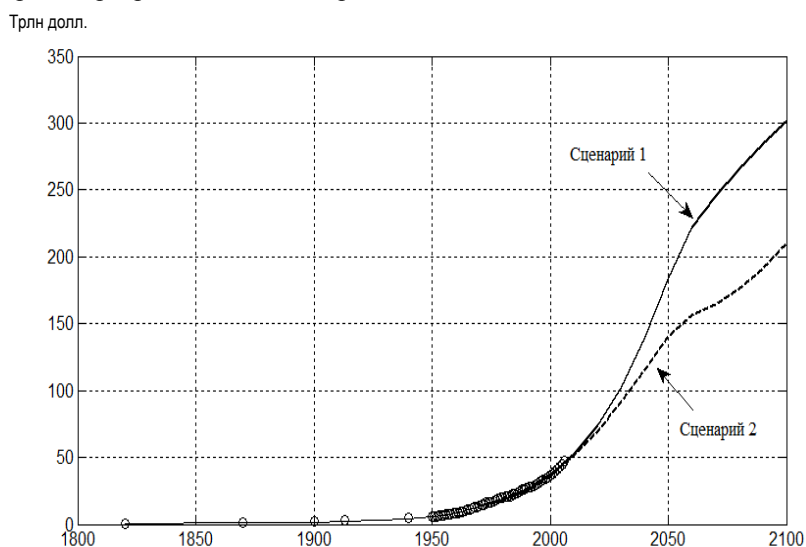


Рисунок 3.6

ВВП мира до 2100 г. с учетом инвестиций в природоохранные меры (постоянные цены 1990 г.)

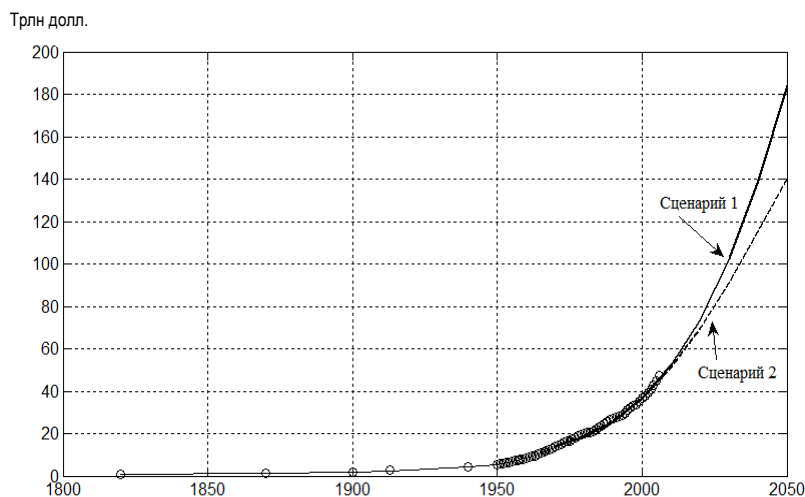


Рисунок 3.7

**ВВП мира до 2050 г. с учетом инвестиций в природоохранные меры
(постоянные цены 1990 г.)**

Сравнение с прогнозом ВВП без учета инвестиций в природоохранные меры (см. [рис. 1.6](#)) показывает, что учет инвестиций в природоохранные меры приведет к сокращению роста ВВП вплоть до 1,5 раз к 2100 г. При осуществлении первого сценария динамики численности населения мира ВВП в 2100 г. составит около 300 трлн долл. (по сравнению с 460 трлн долл. без учета затрат на природоохранные меры). Аналогичный результат достигается и при реализации второго сценария динамики численности населения мира: ВВП в 2100 г. составит 210 трлн долл. (по сравнению с 320 трлн долл. без учета затрат на природоохранные меры).

К 2050 г. замедление составит порядка 15–20%. По первому сценарию динамики численности населения мира ВВП в 2050 г. составит около 180 трлн долл. (по сравнению с 220 трлн долл. без учета затрат на природоохранные меры). По второму сценарию динамики численности населения мира ВВП в 2050 г. составит 140 трлн долл. (по сравнению с 160 трлн долл. без учета затрат на природоохранные меры).

Расчеты экспертов [см. [Плакиткин 2006](#)]), связанные с анализом динамики добычи нефти, показывают, что мировая добыча нефти достигнет максимума в 4,4 млрд т в год примерно в 2020–2025 гг., а затем начнется экспоненциальный спад. Следовательно, начиная с 2020-х гг. наиболее вероятный спрос будет опережать возможное предложение мировой нефти. К 2030 г. этот не покрываемый разрыв может составить около 2,2 млрд т в год [[Плакиткин 2006](#)]. Этот дефицит весьма существен и означает, что через 15–20 лет, т.е. к 2045–2050-м гг., нефть уже не сможет больше покрывать все увеличивающуюся мировую потребность в энергии, а значит, можно говорить об окончании «эры нефти» как доминирующего энергоносителя в мировой экономике. Итак, пики добычи нефти и потребления энергии в мире по сценарию устойчивого развития отстоят друг от друга на 15–20 лет, что ставит острейшую проблему своевременной смены энергетического уклада, перехода на другие энергоресурсы, такие, как водород, термоядерная энергия, а также возобновляемые источники. Однако удастся ли это сделать за столь короткий промежуток

времени? Вполне вероятно, что в ближайшем будущем человечество столкнется с первым масштабным кризисом, связанным с нехваткой энергии.

4. Моделирование геополитической динамики с учетом демографических и экономических факторов

Назначение модели

Модель предназначена для анализа и прогноза изменений в геополитической иерархии стран мира. Данная иерархия формируется на основе соотношения геополитических статусов стран, которые являются сверткой их важнейших макропоказателей (демографических, экономических, военных и др.) и отражают роль и положение страны в мировой системе. Модель имеет агрегированный характер, основной рассчитываемый показатель: геополитический статус (ГПС), определяемый для конкретной страны. Основными переменными модели являются демографические, экономические, военные и другие показатели, используемые для вычисления ГПС.

Основные допущения модели и методы моделирования

Модель основана на использовании методологии количественной интерпретации множества атрибутов государства (физико-географических, демографических, экономических, военных и др.) посредством единого, обобщенного показателя.

Общетеоретические основы моделирования обобщенной характеристики государства (называемой «силой», «мощью», «могуществом») были заложены еще учеными-геополитиками, в том числе А.Мэхеном [1941], Н.Спайкмэном [Дугин 1997, Петров 2003], представителем русской «военной географии» А.Е.Снесаревым [1920] и окончательно сформировались в период становления науки о международных отношениях в трудах Г.Моргентау [Morgenthau 1967], А.Органски [Organski 1958], Р.Арона [2000], К.Кнорра [1960] и др. Из этих и подобных работ непосредственно родилась и развивалась в рамках количественной политологии математическая «технология» получения обобщенного скалярного показателя, наиболее ярко представленная, в частности, в моделях В.Фукса [Fucs 1965], К.Джермана [German 1960], А.Шинна [Shinn 1969], Р.Клайна [Cline 1975], Дж.Куглера [Organski, Kugler 1980], Т.Саати [1993]. В настоящее время наиболее известной является модель-проект главной «фабрики мысли Пентагона» – корпорации RAND [Глобальный силомер 2005].

Используемый в модели метод, разработанный в стиле так называемого «мягкого моделирования», основан на формализации местоположения страны в некоторой системе государств, которое определяется с использованием такого показателя, как «геополитический статус» (ГПС). Данный показатель, уже применявшийся в подобных исследованиях [Андреев 1999], представляет собой обобщенную безразмерную «свертку» двух групп параметров, характеризующих страну как субъект системы межгосударственных отношений: а) собственно геополитических параметров государства (в данном случае территориальных, демографических, экономических, военных), совокупность которых именуется «геополитическим потенциалом» [Андреев 1999] и б) внешних и внутренних факторов – таких, как качество государственного управления, степень независимости (политической, военной, экономической) страны, участие в военно-политических коалициях.

Общая формула расчета ГПС имеет вид:

$$S(t) = F_A(t) G(t), \quad (4.1)$$

где $S(t)$ – ГПС в момент времени t ; F_A – «функция влияния», определяющая совокупное влияние указанных выше факторов, не связанных явно с геополитическим потенциалом; $G(t)$ – геополитический потенциал, значение которого определяется по следующей формуле:

$$G(t) = 0,5 (1 + X_M^{0,43}) X_T^{0,11} X_D^{0,19} X_E^{0,27} \quad (4.2)$$

где X_i ($i = T, D, E, M$) – доли государства в общемировых показателях в территориальной, демографической, экономической и военной сферах соответственно.

Непосредственными показателями (атрибутами), по которым определяется указанные доли (за исключением военной), являются, соответственно, площадь территории страны, численность населения и объем ВВП. Военный компонент рассчитывается по формуле:

$$X_M = 0,5x_{M1} [0,5(x_{M2} + x_{M3}) + x_{M4}], \quad (4.3)$$

где x_{Mj} ($j = 1, \dots, 4$) – доли страны в общемировых показателях военных расходов, военный потенциал армии, военный потенциал ВМФ и стратегический ядерный потенциал.

Значения констант-показателей степени в (4.2) подбирались (с использованием метода наименьших квадратов) таким образом, чтобы результаты расчетов геополитического потенциала согласовывались с оценками могущества государства, проведенными по модели корпорации RAND. При этом данные для долей X_i ($i = T, D, E, M$) брались из соответствующей статистики (применительно к ведущим странам).

Для функции F_A используется следующая формула (для суверенного государства):

$$F_A = (1 - k_U)^{0,11} \left(1 - \frac{J}{Y}\right)^{0,27} \left(1 - \frac{w_a}{w_G + w_a}\right)^{0,43} \left(1 + \frac{n_B}{N_B} \sum_{i=1}^{n_B} G_i\right), \quad (4.4)$$

где множители формализуют, соответственно, качество государственного управления, экономическую и военную независимость, а также «прибавку», которую получает страна, вступая в военно-политическую коалицию. Здесь k_U – параметр управления, определяемый экспертно; J, Y – объем импорта и ВВП страны, соответственно; w_a, w_G – общая численность на территории страны иностранных войск и национальной армии соответственно; n_B, N_B – число членов конкретного блока и общее количество стран-участниц различных коалиций, соответственно; G_i – геополитический потенциал i -го государства-члена коалиции.

Для непосредственного определения показателей, по которым рассчитываются в итоге доли в (4.2) – площади территории (A), численности населения (P), объема ВВП (Y), величины военных расходов (M_1), военного потенциала армии (M_2), военного потенциала ВМФ (M_3) и стратегического ядерного потенциала (M_4) – разработана агрегированная математическая макро модель функционирования государства. Базовые уравнения модели имеют следующий вид:

$$\frac{dA(t)}{dt} = (a_1 + a_2) A_W - (a_3 + a_4) A; \quad A_W = \sum_{k=1}^{N_w} A_k(t) \quad (k = 1, \dots, N_w); \quad (4.5)$$

$$\frac{dP(t)}{dt} = (b_1 - b_2 - b_4 - b_5) P + b_3 P_W + \rho_{p1} (a_1 + a_2) A_W - \rho_{p2} (a_3 + a_4) A; \quad (4.6)$$

$$P_w(t) = \sum_{k=1}^{N_w} P_k(t) \quad (4.7)$$

$$Y = y_{k0} \left(\frac{L_E}{L_K} \right)^\eta K^\beta; \quad (4.8)$$

$$L_E = l_{LR} l_{LF} l_{EF} P = l_E(t) P; \quad (4.9)$$

$$\frac{dK(t)}{dt} = I(t) - (\mu_0 + \mu_1) K + \rho_{K1} (a_1 + a_2) A_w - \rho_{K2} (a_3 + a_4) A. \quad (4.10)$$

$$C = c(t) Y; \quad I = s(t) Y; \quad Z = Y - (C + I); \quad Y_w(t) = \sum_{k=1}^{N_w} Y_k(t) \quad (4.11)$$

$$M_1(t) = \sum_{i=2}^4 m_{Mi} M_i + R_{M1} = m_M(t) Y. \quad (4.12)$$

$$\frac{dM_j}{dt} = f_{Mj}(\{\xi_j\}, t) \quad (j = 2, 3, 4). \quad (4.13)$$

Здесь: A_w – общая «политическая» площадь земного шара; A_k – площадь территории k -й страны; N_w – общее число стран в мире; a_1, a_2 – доли «политических» (вследствие передела границ) и «военных» (в ходе войны) приобретений территории в единицу времени соответственно; a_3, a_4 – доли «политических» и «военных» потерь в единицу времени соответственно; P_w – текущая общая численность населения земного шара, b_i ($i=1, \dots, 5$) – коэффициенты рождаемости, смертности, иммиграции, эмиграции, военных потерь (в единицу времени) соответственно; ρ_{P1}, ρ_{P2} – текущие плотности населения присоединенного и потерянного участка территории соответственно; K – величина основных производственных фондов (в стоимостном выражении); $L_E(t), L_K(t)$ – текущее и требуемое (для «нормального» функционирования экономики) значения рабочей силы, для которых выполняется условие $L_E \leq L_K$; l_{LR} – доля трудовых ресурсов (экономически активного населения) в общей численности населения страны; l_{LF} – доля рабочей силы в общей численности экономически активного населения; l_{EF} – доля занятых в общей численности рабочей силы; y_{k0}, β, η – константы, определяемые для каждой страны из соответствующей статистики; $I(t)$ – объем инвестиций; ρ_{K1}, ρ_{K2} – текущие «плотности» основных фондов присоединенного и потерянного участка территории соответственно; μ_0, μ_1 – доли основных фондов, выбывающих в единицу времени вследствие амортизации и военных потерь, соответственно; $C(t)$ – потребление; $Z(t)$ – чистый экспорт; $c(t), s(t)$ – коэффициент потребления и норма накопления соответственно; $Y_w(t), Y_k(t)$ – мировой ВВП и ВВП k -й страны соответственно; m_{Mi} ($i=2, 3, 4$) – усредненные удельные показатели стоимости разработки, производства и содержания соответствующей единицы военного потенциала; R_{M1} – часть военных расходов, не связанная с указанными показателями; m_M – доля военных расходов в ВВП страны; $\{\xi_i\}$ – множество параметров, конкретизирующих сценарии развития i -го компонента военного потенциала; f_{Mi} – функция, описывающая динамику изменения i -го компонента военного потенциала.

Объединение в систему представленных уравнений в систему позволяет получить общую модель геополитического статуса. Сравнение оценок позиционирования США и России, полученных на основе данной и некоторых других аналогичных моделей, показало хорошее соответствие.

Методика моделирования

В соответствии с вышеизложенным модель оценки геополитического статуса включает в себя уравнения: (4.1)–(4.13). Для проведения прогнозных оценок ГПС проводится прогноз изменения показателей, используемых для его вычисления, в рамках рассматриваемых сценариев.

Параметры модели задаются на основе эмпирических данных либо оцениваются на основе процедуры идентификации с использованием эмпирических данных.

Расчеты ведутся по следующей схеме.

На основе анализа эмпирических данных определяется временной интервал, для которого имеется надежная статистика, выбирается начальный момент времени t_0 для проведения расчетов и соответствующие ему значения переменных модели. Проводятся тестовые расчеты для выбранного временного интервала с целью определения и согласования значений параметров модели (параметры настраиваются таким образом, чтобы наблюдалось соответствие получаемых оценок ГПС с оценками отечественных и зарубежных экспертов). После настройки модели проводятся расчеты величины ГПС на прогнозный период при выбранных значениях параметров.

Результаты моделирования

На основе изложенной выше методики было проведено тестирование модели для разных исторических периодов.

Период *перед Первой мировой войной*, показанный на [рис. 4.1](#), характеризовался наличием трех основных групп стран, составлявших геополитическую иерархию.

Во-первых, это безусловный лидер – Британская империя, на территории которой «никогда не заходило солнце», геополитический отрыв которой от других стран был достаточно велик. Вторую группу составляли ближайшие «претенденты» на мировое лидерство в лице Соединенных Штатов и европейских стран – Германии, России и Франции, имевшие достаточно близкие статусы. И, наконец, «второразрядные» державы – Австро-Венгрия, Италия (на [рис. 4.1](#) статус Италии отдельно не показан, поскольку он практически совпадал со статусом Австро-Венгрии) и Япония, выходившая на позиции регионального лидера после войны с Россией. При этом, как видно, мировая геополитическая конфигурация была относительно стабильной, существенных изменений положения государств не происходило.

Для России этот период характеризовался небольшим, но стабильным возрастанием статуса (что позволило даже немного опередить Францию), обусловленным высокими темпами демографического и экономического роста, достаточно эффективной военной реформой.

Первая мировая война ([рис. 4.2](#)) и последовавшие за ней события существенно трансформировали мировую иерархию. При этом, как видно, к 1922 г. в «статусном» проигрыше оказались все европейские страны, даже победители, не говоря уже о проигравших войну, включая Россию, находившуюся к тому же в состоянии гражданской войны.

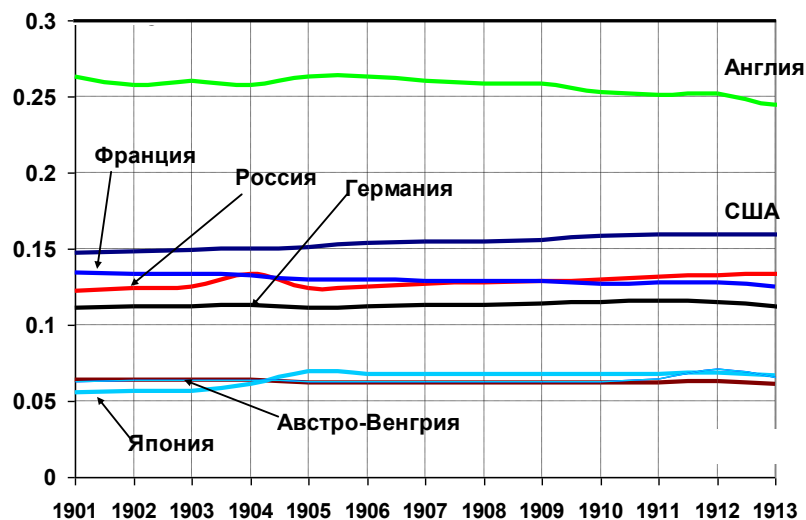


Рисунок 4.1

Статусы ведущих стран перед Первой мировой войной

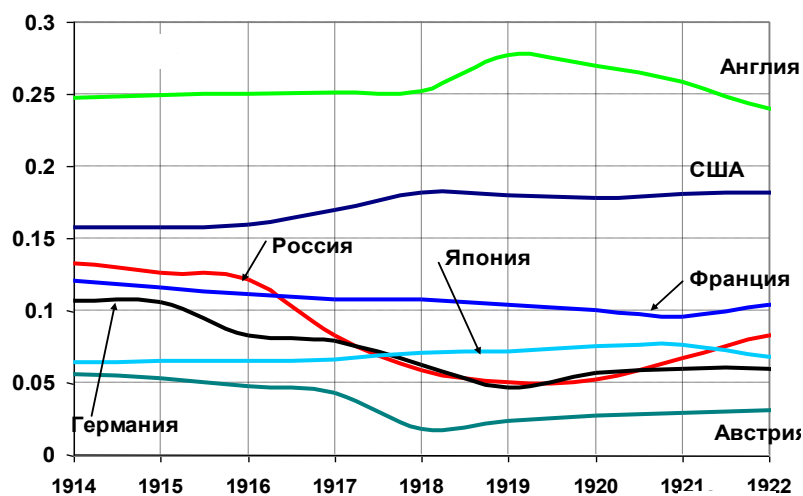


Рисунок 4.2

Статусы ведущих стран мира в период 1914–1922 гг.

Единственной страной, получившей безусловную геополитическую выгоду от войны, оказались Соединенные Штаты, которые к 1922 г. (момент окончательного формирования Версальско-Вашингтонской схемы мироустройства) сократили, примерно на треть, довоенную геополитическую дистанцию с Англией.

Период до начала Второй мировой войны (рис. 4.3) складывается из двух этапов.

Первый определяется относительно стабильной (примерно до 1930–1931 гг.) динамикой статусов ведущих стран (за исключением СССР). Второй этап, непосред-

твенно предшествовавший войне, характеризовался резким возрастанием статусов Германии и Японии, вызванным радикальным увеличением военной мощи этих стран и начавшейся вооруженной экспансией (соответственно, «аншлюс» и японо-китайская война). «Проседание» статуса Англии было вызвано помимо «великой депрессии» официальным отделением от нее бывших доминионов. Россия, демонстрировавшая невиданные на тот момент темпы экономического роста и постоянно увеличивавшая свой военный потенциал, в итоге вышла на третье место, опередив, как и перед Первой мировой войной, Францию.

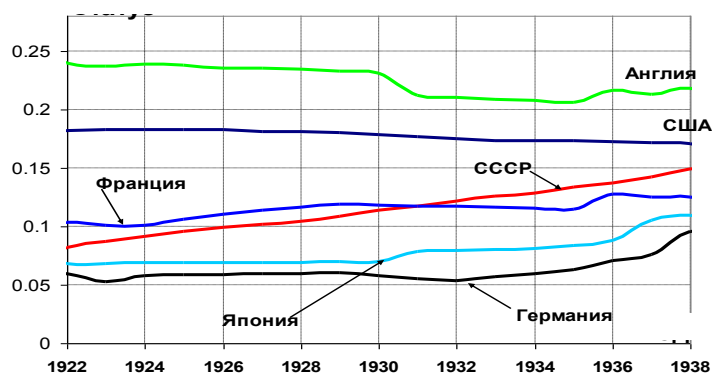


Рисунок 4.3

Статусы ведущих стран мира в период 1922–1938 гг.

Вторая мировая война еще более радикально, чем предыдущая, изменила геополитическую конфигурацию мира (рис. 4.4). Во-первых, мировым лидером впервые, обойдя Англию, стали Соединенные Штаты. Статус Англии продолжил медленную деградацию. А страны фашистского блока, оккупированные войсками союзников, полностью утратили свой статус. Начал подниматься досоциалистический Китай.

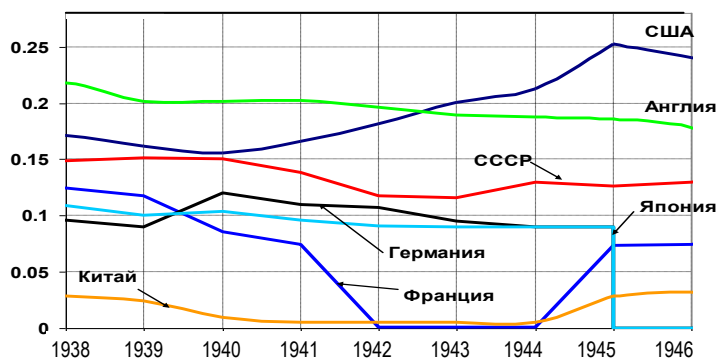


Рисунок 4.4

Статусы ведущих стран мира в период 1938–1946 гг.

Послевоенная, «потсдамская» конфигурация мира (рис. 4.5), характерна тем, что вновь образовались три основные группы стран.

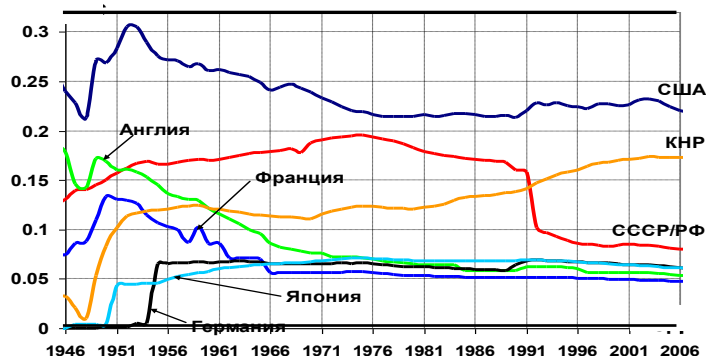
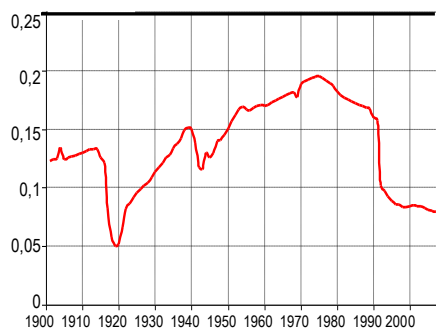


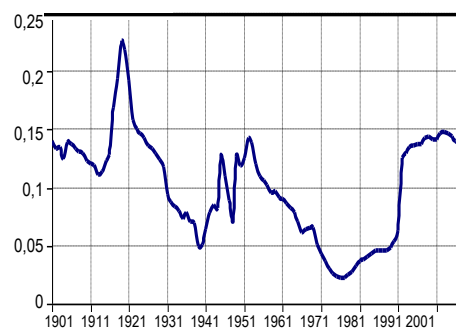
Рисунок 4.5

Статусы ведущих стран мира в период 1946–2010 гг.

Первую группу составляли США и СССР – лидеры новой биполярной системы. Наша страна впервые в своей истории вышла на второе место в мире, которое было утеряно только с распадом СССР в 1991 г. Причины такого геополитического подъема СССР, как показал анализ структуры модельных результатов, были обусловлены существенным ростом его экономического и военного (в первую очередь, ядерного) потенциалов. (Некоторый спад, обозначившийся в начале 80-х гг. прошлого века, объясняется падением доли страны в демографической и экономической сферах.) При этом геополитическая дистанция (разность статусов) между нашей страной и США была минимальна примерно в середине 70-х гг., в период переговоров по СНВ и ПРО, Хельсинкского акта и др. Впервые в своей истории наша страна очень близко приблизилась к мировому лидеру, что и демонстрирует график динамики геополитической дистанции (рис. 4.6) между ней и лидерами (Англия и США – до и после Второй мировой войны, соответственно).



а)



б)

Рисунок 4.6

Динамика показателей, характеризующих местоположение России в XX–начале XXI века:
а) статус; б) дистанция между Россией и мировым лидером

Вторую группу образуют ведущие европейские страны (Англия, Франция, Германия) и Япония, статусы которых практически сравнялись и находятся сегодня в некотором «геополитическом коридоре», «геополитической колее». При этом интересно отметить, что втягивание в этот коридор Англии и Франции происходило «сверху», (вследствие распада колониальной системы), а Германии и Японии – «снизу» (причина – обретение политического суверенитета и высокие темпы экономического роста).

Наконец, третьим «центром силы» послевоенного мира стал Китай, который с победой коммунистической революции стал демонстрировать (особенно с начала 80-х гг.) высочайшие темпы экономического развития и вышел к настоящему времени на второе место в мире [Dunn, Kristof 1994]. (Вследствие этого некоторые американские политологи даже объявили геополитический подъем Китая главным событием XX века.) Правда, при этом надо иметь в виду, что подобное могло произойти только при условии распада Советского Союза. Данный распад, названный, в свою очередь, геополитической катастрофой века, привел к тому, что наша страна в статусном отношении существенно приблизилась к второразрядным мировым державам. Ей, так же, как в свое время Франции и Англии, грозит втянуться в указанный геополитический коридор (своеобразный геополитический «аттрактор»), покинуть который, без кардинальных мировых потрясений (типа мировой войны), как показывает анализ модели, практически невозможно. (Указанным странам выйти из этого аттрактора не помог даже распад СССР, хотя и несколько увеличил их статусы.) Однако, несмотря на политический хаос начала–середины 90-х гг., России все же удалось стабилизировать динамику своего статуса (рис. 4.7).

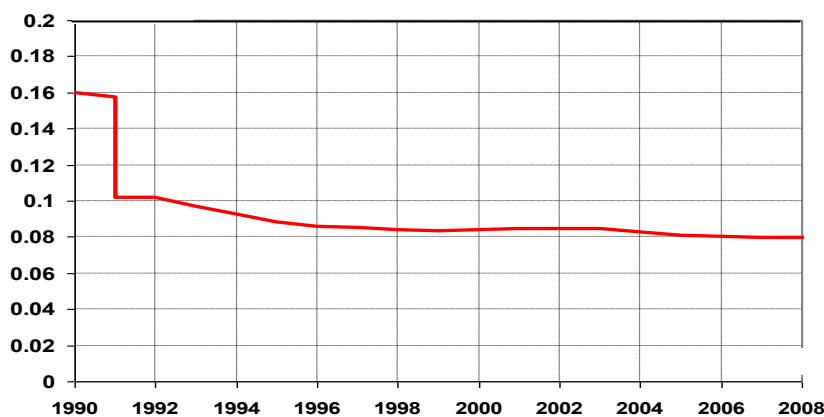


Рисунок 4.7
Статус России в период 1990–2008 гг.

Разработанная модель позволяет делать прогнозные оценки изменения геополитического статуса государств для различных сценариев мирового развития. В частности, на рис. 4.8 представлена прогнозная оценка геополитической «дистанции» между Китаем (претендентом на мировое лидерство) и США (нынешним мировым лидером) в условиях реализации и в отсутствие реализации договора о сокращении стратегических наступательных потенциалов (СНП) США и России. В условиях сокращения СНП прогнозируется более ранняя, чем без этих сокращений, потеря американского лидерства.

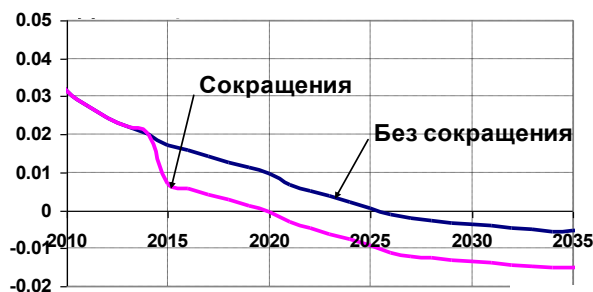


Рисунок 4.8
Динамика геополитической дистанции между США и Китаем
в зависимости от реализации нового договора о сокращении СНП

Таким образом, введение интегрального показателя «геополитический статус» в виде свертки частных показателей, характеризующих состояние различных сфер жизни страны, позволяет проводить анализ и прогноз мировой динамики на геополитическом уровне.

5. Модель экономического взаимодействия стран Мир-системы

Назначение модели

Модель предназначена для анализа закономерностей экономического взаимодействия стран с различным уровнем развития. Модель позволяет учитывать влияние финансовой сферы на экономическое взаимодействие, она имеет агрегированный характер, основной рассчитываемый показатель: $M(t)$ – денежные средства и их потоки, которые характеризуют процессы производства, потребления и торгового взаимодействия между странами. Рассматривается трендовая динамика без учета циклических процессов. Моделирование взаимодействия стран проводится в несколько этапов.

А) Сначала на основе базовой модели проводится анализ особенностей автономного экономического развития (в отсутствие торгового взаимодействия с внешним миром), исследуются условия экономического роста в отдельно взятой стране.

Б) Далее моделируется ситуация, когда две похожие по своим характеристикам страны вступают в торговое взаимодействие и возникает торговая конкуренция. Рассматриваются возможности равновесной и неравновесной динамики. Анализируются условия, при которых торговое взаимодействие носит взаимовыгодный характер.

В) Затем моделируется ситуация асимметричного торгового взаимодействия, когда одна страна экспортирует продукцию обрабатывающей промышленности, а другая – сырье. Рассматриваются закономерности такого взаимодействия, феномен «ловушки сырьевых стран» [Райнерт 2011]. Анализируются условия преодоления данной ловушки.

Ниже, в подразделах А, Б и В, рассматриваются особенности каждого этапа моделирования.

А) БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ СТРАНЫ (АВТОНОМНОЕ РАЗВИТИЕ)

Основные допущения модели и методы моделирования

Особенностями модели являются следующие:

- модель является *динамической*, она анализирует *потоки* товаров и денег, а также соответствующее изменение их запасов (остатков) у экономических агентов;
- модель не предполагает наличия в системе состояния рыночного равновесия; в отличие от моделей общего равновесия CGE [Макаров и др. 2007], она позволяет исследовать неравновесные процессы в их динамике;
- в модели потоки товаров и денег рассматриваются отдельно, что позволяет исследовать ситуации их дисбаланса, приводящие к инфляционным или дефляционным процессам;
- модель позволяет анализировать процессы динамического взаимодействия реального и финансового секторов экономики (в частности, влияние эмиссии денег на экономические процессы);
- модель позволяет анализировать поведение экономики при наличии в ней секторов с убывающей, постоянной и возрастающей отдачей [Кирдина, Малков 2008, 2010].

Модель носит агрегированный характер. В данной модели:

- экономика представлена как система взаимодействия двух секторов:
- производственного сектора (ПС), который производит товары и услуги для конечного потребления,
- домохозяйств (ДХ), которые потребляют производимые сектором ПС товары и услуги и одновременно участвует в производстве, обеспечивая сектор ПС рабочей силой. В модели принято, что экономическая система замкнута, т.е. хозяйственные связи с внешним миром отсутствуют;
- используется макроэкономический подход, в соответствии с которым вся продукция сектора ПС, произведенная в единицу времени, рассматривается в виде агрегированного продукта, стоимость которого в постоянных ценах равна F (однопродуктовая модель). В текущих ценах стоимость продукции равна Fp , где p – индекс цен (дефлятор);
- продукция сектора ПС потребляется как населением (сектором ДХ), так и самим сектором ПС (с целью поддержания воспроизводственного процесса). Источником поступления денежных средств в сектор ПС является приобретение произведенных в нем товаров и услуг населением, источником поступления денежных средств в сектор домохозяйств является зарплата, которую население получает за работу в производственном секторе (считается, что величина зарплат пропорциональна стоимости выпускаемой продукции);
- помимо выплат зарплат и расходов на обеспечение производственного процесса (внутреннее потребление) денежные средства сектора ПС расходуются также на накопление (потенциальные инвестиции). Воспроизводство экономики обеспечивается за счет использования накоплений в производственном секторе;
- население расходует свои денежные средства на потребление и сбережение. Спрос населения на агрегированный продукт сектора ПС определяется функцией потребительского спроса, которая примерно пропорциональна покупательной способности имеющихся у населения денежных средств;

➤ параметры спроса и предложения зависят от покупательной способности денежных средств, то есть от того, какое количество продукта можно приобрести на одну денежную единицу при складывающемся уровне инфляции (т.е. покупательная способность денежной суммы M при индексе цен p равна M/p);

➤ производство продукции за единицу времени зависит от произведенных затрат, при этом с ростом масштабов производства количество произведенной продукции на единицу затрат может как уменьшаться (уменьшающаяся отдача), так и увеличиваться (увеличивающаяся отдача). Производство продукции в единицу времени описывается производственной функцией $F(M/p)$ – зависимостью количества производимого продукта от затраченных финансовых средств с учетом их покупательной способности.

Взаимодействие между секторами рассматривается в модели одновременно и через движение продукта, определяемого материальным балансом, и через денежные потоки. При этом денежные средства лишь опосредуют движение продукта. Избыточная величина денежных средств формирует ситуацию инфляции, а недостаточная – дефляцию. В первом случае индекс цен p растет, во втором – падает.

Обобщенная схема денежных потоков в двухсекторной экономике представлена на рис. 5.1.

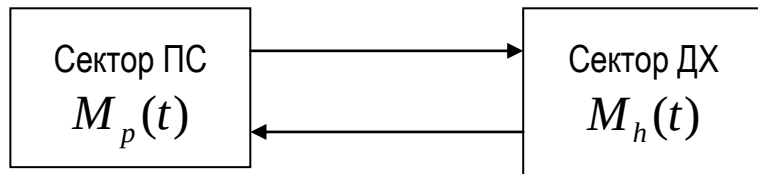


Рисунок 5.1

Обобщенная схема денежных потоков в двухсекторной экономике

Здесь $M_p(t)$ – величина денежных средств в производственном секторе (сектор ПС) в момент времени t ; $M_h(t)$ – величина денежных средств у населения (сектор ДХ) в момент времени t ; стрелки отражают движение денежных потоков между секторами. Динамическими переменными модели являются величины $M_p(t)$, $M_h(t)$ и $p(t)$. Изменение значений $M_p(t)$ и $M_h(t)$ определяется текущим балансом денежных доходов и расходов в соответствующих секторах, изменение $p(t)$ определяется текущим балансом спроса и предложения на производимые товары и услуги. Эту динамику в обобщенном виде описывают уравнения:

$$dM_p/dt = k_h M_h - h F p, \quad (5.1)$$

$$dM_h/dt = h F p - k_h M_h, \quad (5.2)$$

$$dp/dt = a(k_h M_h + k_p M_p - F p), \quad (5.3)$$

Уравнения (5.1) и (5.2) описывают изменения денежных средств в единицу времени в секторах ПС и ДХ в соответствии с динамикой их доходов и расходов (первые члены в правых частях уравнений – доходы, вторые члены – расходы). В модели принято, что население тратит на потребление в единицу времени долю k_h имеющихся средств (член $k_h \cdot M_h$). Принято также, что совокупные доходы домохозяйств (включая зарплаты, дивиденды и т.д.) составляют долю h от стоимости производимой продукции Fp .

Уравнение (5.3) описывает динамику индекса цен $p(t)$, которая зависит от дисбаланса спроса и предложения. Спрос на продукцию состоит из спроса населения на потребительские товары (член $k_h M_h$) и спроса на производственные фонды (член $k_p M_p$, где k_p – доля средств производственного сектора, которая расходуется на воспроизводство основных фондов), предложение определяется выпуском продукции Fp ; a – коэффициент пропорциональности, характеризующий скорость установления равновесных цен (dp/dt) и тип взаимодействия сферы производства и обращения. В случае неизменных цен $a=0$. Если величина производимой продукции Fp больше, чем спрос на нее, то цена падает, и наоборот.

Выражение для величины F зависит от условий и характера производства. В простейшем случае для F может быть использовано выражение:

$$F=f(k_p M_p/p)^c, \quad (5.4)$$

которое отражает зависимость выпуска продукции от величины вложений в производство с учетом их покупательной способности; f – параметр, характеризующий эффективность отдачи от вложений в производство (чем выше значение f , тем больше выпуск продукции на единицу вложенных средств). Показатель степени c в выражении для F характеризует отдачу от вложений. При $c<1$ предельные издержки производства возрастают (убывающая отдача от вложений), при $c>1$ предельные издержки производства убывают (возрастающая отдача), при $c=1$ – остаются неизменными (постоянная отдача).

Система уравнений (5.1)–(5.3) отражает ситуацию, когда суммарное количество денег в системе не изменяется, эмиссия отсутствует:

$$M_p(t)+M_h(t)=M=const. \quad (5.5)$$

Возможны ситуации, когда общее количество денег в экономической системе $M(t)$ изменяется экзогенным образом, например, в результате эмиссии и т.п. Тогда уравнения (5.1) и (5.2) изменяются следующим образом:

$$dM_p/dt=k_h M_h-hFp+\Delta M_p, \quad (5.6)$$

$$dM_h/dt=hFp-k_h M_h+\Delta M_h, \quad (5.7)$$

где ΔM_p и ΔM_h – экзогенное изменение денежных средств в секторах в единицу времени.

Методика моделирования

Модель включает в себя уравнения: (5.1)–(5.7). С помощью модели проводится анализ условий экономического роста при различных сценариях. Параметры модели оцениваются на основе процедуры идентификации с использованием эмпирических данных. Исследование проводится по следующей схеме.

Сначала моделируется ситуация простого воспроизводства, при которой значения $M_p(t)$, $M_h(t)$ и $p(t)$ с течением времени остаются постоянными, анализируются условия реализации этой ситуации. Затем исследуются предпосылки и условия (на языке параметров модели), при которых возникает экономический рост (или экономический кризис) в рассматриваемой системе. Полученные результаты используются на следующем этапе моделирования для анализа закономерностей экономического взаимодействия стран.

Результаты моделирования

Моделирование *простого воспроизводства* является важным этапом анализа функционирования экономической системы. С одной стороны, это наиболее простой для анализа случай, позволяющий выявить важнейшие особенности происходящих экономических процессов. С другой стороны, большинство ситуаций в реальной экономике достаточно близки к режиму простого воспроизводства и могут рассматриваться как некие отклонения от данного режима, являющегося в этом смысле базовым.

В рамках рассматриваемой модели условиями простого воспроизводства является сохранение постоянства значений переменных модели с течением времени. Математически это означает равенство нулю правых частей уравнений (5.1)–(5.3). В этом случае модель (5.1)–(5.5) принимает вид:

$$k_h M_h - h F p = 0, \quad (5.8)$$

$$k_h M_h + k_p M_p - F p = 0. \quad (5.9)$$

$$M_p + M_h = M, \quad (5.10)$$

$$F = f(k_p M_p / p)^c, \quad (5.11)$$

Уравнение (5.8) отражает тот факт, что платежеспособный спрос на потребительскую продукцию определяется совокупными доходами населения. При простом воспроизводстве население получает за некий период времени в виде доходов столько же денег, сколько тратит в этот период времени на покупки.

Уравнение (5.9) отражает тот факт, что валовой выпуск в экономической системе (Fp) расходуется на потребление ($k_h M_h$) и воспроизводство основного капитала – инвестиции ($k_p M_p$). Уравнение (5.9) является прямым аналогом известного макроэкономического соотношения:

$$Y = C + I, \quad (5.12)$$

где Y – ВВП, C – конечное потребление, I – инвестиции. В стоимостном выражении величине Y соответствует Fp , величине C соответствует $k_h M_h$, величине I соответствует $k_p M_p$.

Система (5.8)–(5.11) имеет аналитическое решение, которое характеризует состояние динамического равновесия в экономике страны. По существу, система (5.8)–(5.11) представляет собой простейшую *модель общего равновесия*, относящуюся к классу так называемых CGE-моделей. Если показатель степени $c < 1$ (ситуация убывающей отдачи), то состояние равновесия устойчивое (этот случай описан в работах Р.Солоу [Solow 1956]). Если показатель степени $c > 1$ (ситуация возрастающей отдачи), то состояние равновесия неустойчивое [Кирдина, Малков 2008, 2010]. Если показатель степени $c = 1$ (ситуация постоянной отдачи), то состояние равновесия существует, но при изменении параметров системы оно будет изменяться. Это наиболее интересный случай, очень характерный для краткосрочных и среднесрочных экономических процессов с учетом технологического развития. При $c = 1$ из (5.8)–(5.11) следует:

$$M_p = M k_h / (k_h + k_p (f - 1)), \quad M_h = M k_p (f - 1) / (k_h + k_p (f - 1)). \quad (5.13)$$

При $k_p = k_h = 1$ (это условие означает, что производственный сектор и население не создают избыточных запасов денежных средств, а полностью используют их, соответственно, для производства и потребления) выражения (5.13) приобретают особенно простой вид:

$$M_p = M / f, \quad M_h = M (f - 1) / f. \quad (5.14)$$

При этом в условиях простого воспроизводства должно выполняться соотношение:

$$h=(f-1)/f, \quad (5.15)$$

обеспечивающее баланс между выпуском потребительской продукции и платежеспособным спросом на нее. При нарушении соотношения (5.14) динамическое равновесие исчезает и экономическая система дестабилизируется.

Рассмотрим ситуацию, когда динамическое равновесие, реализуемое в режиме простого воспроизводства, нарушается, например, вследствие увеличения уровня доходов без одновременного повышения объемов производства потребительских товаров (т.е. $h > (f-1)/f$). Эта ситуация отражена на рис. 5.2 (динамика переменных дана в относительных единицах, одно деление на оси абсцисс соответствует 3 дням).

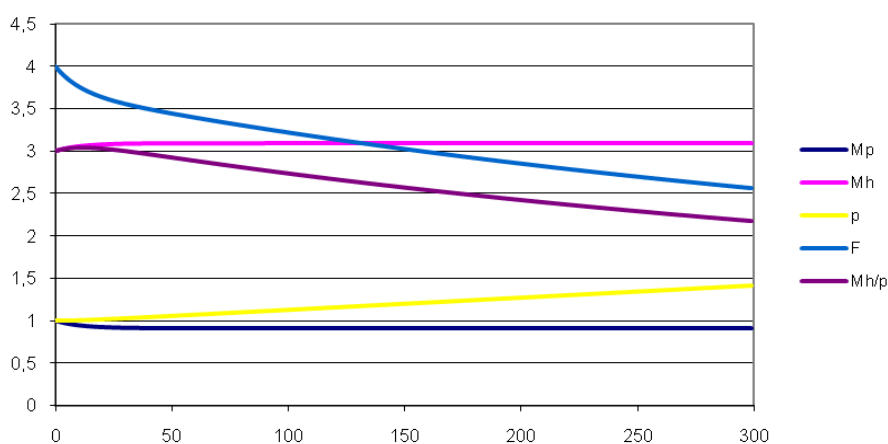


Рисунок 5.2

Динамика экономической системы при завышенном уровне доходов населения (по отношению к режиму простого воспроизводства)

Видно, что завышение величины h приводит к ситуации товарного дефицита и к инфляционным процессам. Увеличение денежных выплат населению реально идет за счет снижения доли инвестиций в ВВП, что приводит к снижению фактического производства (F) и реального уровня жизни (M_h/p). В этой ситуации надо либо уменьшать уровень доходов, либо наращивать производство товаров F , чтобы опять установилось необходимое для простого воспроизводства условие баланса (5.15): $h=(f-1)/f$. Первый путь нежелателен по политическим причинам, так как может вызвать социальные волнения; второй путь требует интенсификации усилий общества, что не всегда достижимо. В любом случае – это неблагоприятная ситуация, в которую лучше не попадать, однако она возникает достаточно часто в случаях, когда правительство проводит популистскую политику.

Рассмотрим обратную ситуацию, когда $h < (f-1)/f$, т.е. когда стоимость произведенных товаров превышает доходы населения. Такая ситуация возникает, когда производство растет при тех же затратах труда вследствие научно-технического

прогресса (технологических инноваций) или когда уровень зарплат сознательно занижается работодателями. Это ситуация относительного перепроизводства товаров; результаты ее моделирования приведены на рис. 5.3.

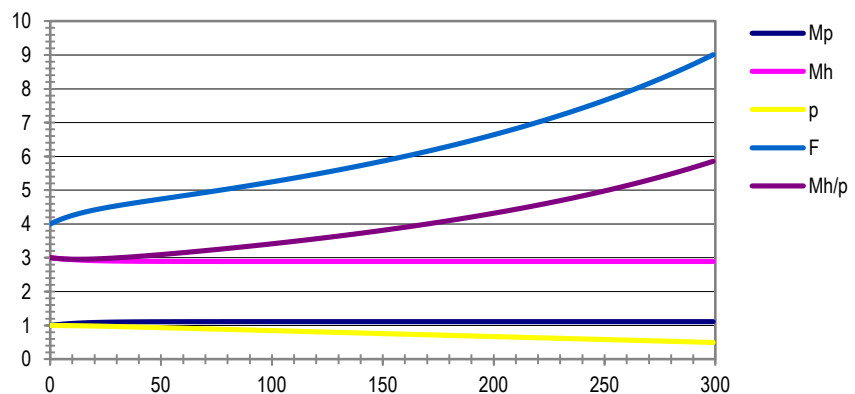


Рисунок 5.3

Динамика экономической системы при заниженном уровне доходов населения (по отношению к режиму простого воспроизводства)

Видно, что занижение величины h приводит к ситуации относительного товарного избытка и к дефляционным процессам (величина p уменьшается). В принципе, для населения это благоприятная ситуация (те, кто жил в послевоенные годы в СССР, с удовлетворением вспоминают, как снижались цены на продукты). Однако в условиях рыночной экономики дефляция – очень нежелательная ситуация для производителей: производственные расходы становятся меньше доходов, прибыль становится отрицательной, начинаются массовые банкротства. Поэтому для рыночной экономики ситуация, отраженная на рис. 5.3, в действительности невозможна. Реален кризис перепроизводства и последующая депрессия. Благоприятным может быть лишь выход, когда избыточную продукцию кто-нибудь купит.

Если экономическая система *замкнута*, то купить продукцию может только собственное население. Для этого нужна дополнительная *эмиссия денег*, направляемая населению (например, через государственные расходы при дефицитном бюджете) и повышающая его платежеспособный спрос. При этом данные вливания должны быть сбалансированными. Избыточное увеличение денежной массы приведет к инфляции и в конечном итоге может вызвать замедление и прекращение роста. Идеальным является такое увеличение денежной массы, которое в точности компенсирует рост физического объема производимой продукции. В этом случае будет иметь место безинфляционный ($p(t)=1$) экономический рост. Такая ситуация изображена на рис. 5.4. На представленном графике отражены результаты расчета динамики экономической системы с теми же характеристиками, что и на рис. 5.3, но с дополнительным постепенным «вливанием» в население денег в количестве, обеспечивающим отсутствие как дефляции, так и инфляции (темп «вливания» отражен на рис. 5.5).

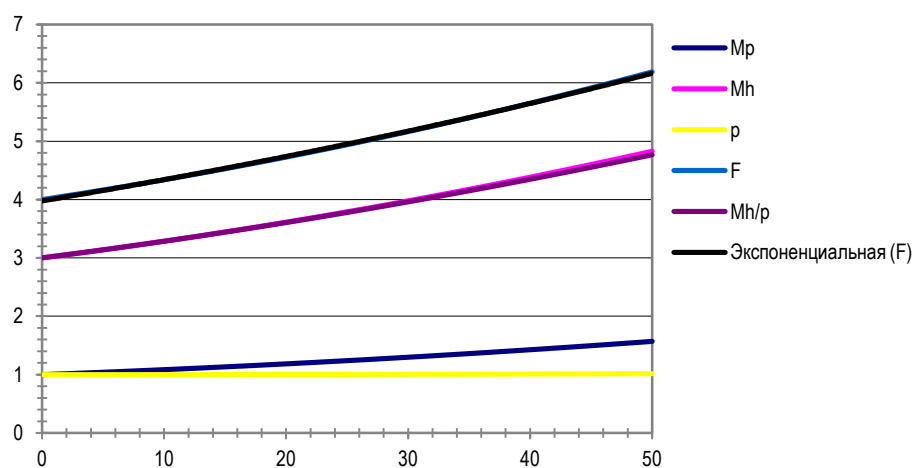


Рисунок 5.4
Динамика экономической системы при дополнительной эмиссии,
стимулирующей потребительский спрос
и обеспечивающей безинфляционный рост экономики

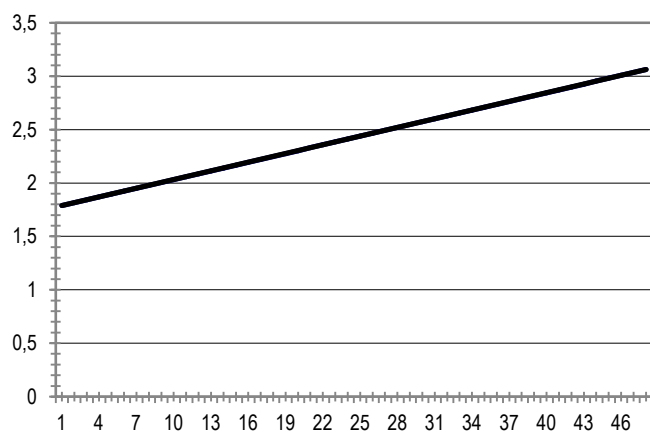
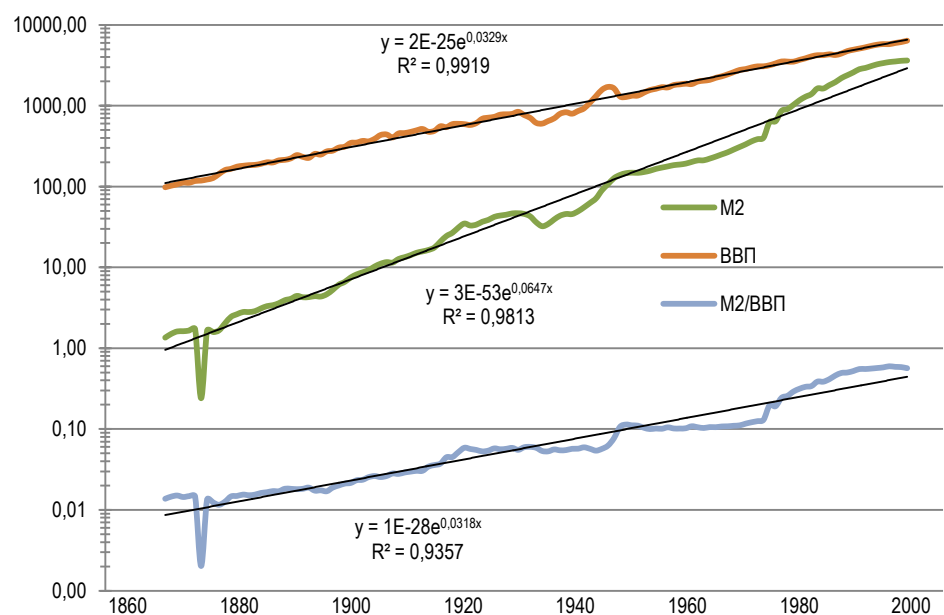


Рисунок 5.5
Темп дополнительной эмиссии, обеспечивающей безинфляционный экономический рост

Из рис. 5.4 и 5.5 видно, что, несмотря на существенные эмиссионные влияния денежной массы, инфляция отсутствует ($p(t)=1$). Характерно, что экономический рост при этом имеет экспоненциальный характер (см. рис. 5.4).

Рассмотренная ситуация характерна для развитых стран (страны «Центра» Мир-системы), в которых под воздействием *инноваций* растет производительность труда и объем производимой продукции (возрастающая отдача) и в которых основной проблемой является обеспечение платежеспособного внутреннего спроса на эту продукцию (общество потребления). В этих странах денежная масса M2 растет с темпами даже более высокими, чем ВВП (см., например, [рис. 5.6](#)): без этого экономический рост был бы невозможен. Именно поэтому население развитых стран имеет высокие доходы: на произведенную продукцию должен существовать платежеспособный спрос.



Источник: [Румянцева 2003].

Рисунок 5.6

Динамика ВВП (коричневая линия, млрд долл. 1990 г.), денежной массы M2 (зеленая линия, млрд долл. 1990 г.) и уровня монетизации M2/ВВП в США (черные линии – экспоненциальные аппроксимации)

Если экономическая система *не замкнута* (т.е. возможна международная торговля), то относительный избыток продукции можно экспортировать в другие страны. В этом случае дополнительная эмиссия за счет дефицита бюджета *не требуется*, поскольку приток валюты осуществляется извне. Если этот приток валюты направляется на инвестирование, то идет экономический рост, расширение производства и повышение благосостояния населения (см. [рис. 5.4](#)). По такому пути шли Япония, Южная Корея, сейчас по этому пути идет Китай.

**Б) МОДЕЛЬ ТОРГОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДВУХ СТРАН,
ПРОИЗВОДЯЩИХ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ТОВАРЫ НА ВНЕШНИЙ РЫНОК**

Основные допущения модели и методы моделирования

Пусть имеется две страны, развитие которых в отсутствие взаимодействия описывается уравнениями (5.1)–(5.4). Страны имеют национальные валюты. Будем считать, что торговое взаимодействие выражается в том, что население i -й страны может покупать потребительскую продукцию j -й страны (импортную продукцию) и готово тратить на это долю k_{hij} своих средств. Импортная продукция покупается за валюту и по ценам страны-экспортера. Обменный курс валют устанавливается на основе взаимного спроса на валюты, возникающего в ходе торгового обмена.

На рис. 5.7 представлена обобщенная схема торгового взаимодействия двух стран, отражающая потоки денежных средств при указанных выше предположениях (потоки средств из одной страны в другую подлежат обмену по текущему валютному курсу).

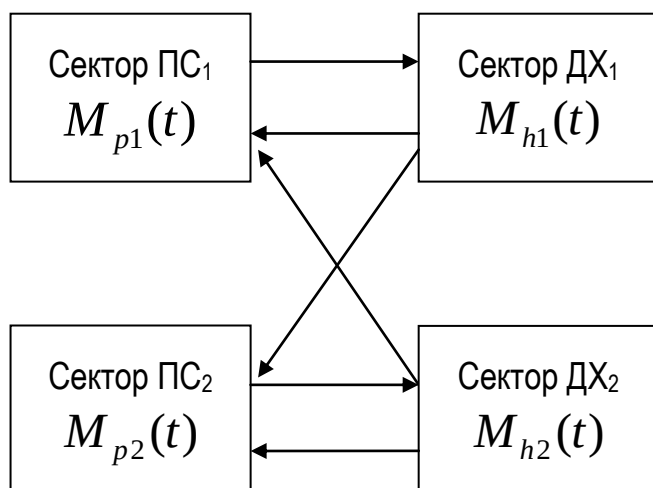


Рисунок 5.7

**Обобщенная схема торгового взаимодействия двух стран
(случай торговли потребительскими товарами)**

Соответствующая базовая математическая модель может быть описана уравнениями (5.16)–(5.25).

Уравнения для описания динамики макроэкономических переменных первой страны:

$$dM_{p1}/dt = k_{h11}M_{h1} + k_{h21}M_{h2}b_{21} - h_1F_1p_1 + \Delta M_{p1}, \quad (5.16)$$

$$dM_{h1}/dt = h_1F_1p_1 - (k_{h11} + k_{h12})M_{h1} + \Delta M_{h1}, \quad (5.17)$$

$$dp_1/dt = a_1(k_{h11}M_{h1} + k_{h21}M_{h2}b_{21} + k_{p1}M_{p1} - F_1p_1), \quad (5.18)$$

$$F_1 = f_1(k_{p1}M_{p1}/p_1)^{c_1}. \quad (5.19)$$

Здесь k_{h11} – доля средств, расходуемых населением страны 1 на покупку отечественной продукции; k_{h12} – доля средств, расходуемых населением страны 1 на покупку продукции страны 2; k_{h21} – доля средств, расходуемых населением страны 2 на покупку продукции страны 1; b_{21} – обменный курс валюты M_2 на валюту M_1 (на сколько единиц валюты M_1 можно обменять одну единицу валюты M_2). В уравнениях учтено влияние торгового взаимодействия на характеристики спроса и динамику цен.

Уравнения для описания динамики макроэкономических переменных страны 2:

$$dM_{p2}/dt = k_{h22}M_{h2} + k_{h12}M_{h1}b_{12} - h_2F_2p_2 + \Delta M_{p2}, \quad (5.20)$$

$$dM_{h2}/dt = h_2F_2p_2 - (k_{h22} + k_{h21})M_{h2} + \Delta M_{h2}, \quad (5.21)$$

$$dp_2/dt = a_2(k_{h22}M_{h2} + k_{h12}M_{h1}b_{12} + k_{p2}M_{p2} - F_2p_2). \quad (5.22)$$

$$F_2 = f_2(k_{p2}M_{p2}/p_2)^{c_2}, \quad (5.23)$$

Эти уравнения аналогичны уравнениям (5.16)–(5.19) для страны 1; b_{12} – обменный курс валюты M_1 на валюту M_2 (на сколько единиц валюты M_2 можно обменять одну единицу валюты M_1).

Уравнение для описания динамики курса валют:

$$db_{21}/dt = a_3((k_{h12}M_{h1})/(k_{h21}M_{h2}) - b_{21}), \quad (5.24)$$

$$b_{21}b_{12} = 1. \quad (5.25)$$

Уравнение (5.24) отражает рыночное формирование курса валют на основе спроса и предложения. Спрос на валюту M_2 определяется тем, какую часть своих средств население страны 1 тратит на покупку продукции страны 2, и составляет величину $k_{h12}M_{h1}$. Предложение валюты M_2 определяется тем, какую часть своих средств население страны 2 тратит на покупку продукции страны 1, и составляет величину $k_{h21}M_{h2}$. По существу, величина b_{21} характеризует цену единицы валюты M_2 в единицах валюты M_1 .

Уравнение (5.25) отражает тот факт, что величины b_{21} и b_{12} обратно пропорциональны друг другу.

Методика моделирования

Модель включает в себя уравнения: (5.16)–(5.25). С помощью модели проводится анализ условий экономического взаимодействия стран при различных сценариях. Параметры модели оцениваются на основе процедуры идентификации с использованием эмпирических данных. Исследование проводится по следующей схеме.

Сначала моделируется ситуация простого воспроизводства, при которой значения динамических переменных обеих стран с течением времени остаются постоянными, анализируется условия реализации этой ситуации. Затем исследуются предпосылки и условия (на языке параметров модели), при которых происходит разбалансирование системы: неравномерный экономический рост, ухудшение экономического положения одной из стран и т.п.

Результаты моделирования

В системе (5.16)–(5.25) возможен режим простого воспроизводства в обеих странах в условиях сбалансированного торгового обмена. В этом случае правые части уравнений (5.16)–(5.25) равны нулю, т.е. все потоки денег в системе скомпенсированы обратными потоками.

Если одна из стран более развита (например, имеет более высокое значение f , выпускает более качественную продукцию) и ее продукция пользуется повышенным спросом, то она во взаимной торговле получает преимущество, при этом курс ее валюты начинает расти. В указанном случае она может проводить дополнительную эмиссию без угрозы инфляции, обеспечивая свой экономический рост и закрепляя свои конкурентные преимущества на внешнем рынке (так как эмиссия сдерживает увеличение курса валюты и предотвращает удорожание экспортируемых товаров в странах-импортерах).

Более того, даже если ситуация абсолютно симметричная (характеристики стран полностью одинаковы), то дополнительная эмиссия своей валюты одной из стран (при отсутствии дополнительной эмиссии в другой стране) дает ей конкурентное преимущество: темпы ее роста становятся выше, происходит экономическая экспансия (см. рис. 5.8, время по оси абсцисс и динамика экономического роста по оси ординат даны в относительных единицах).

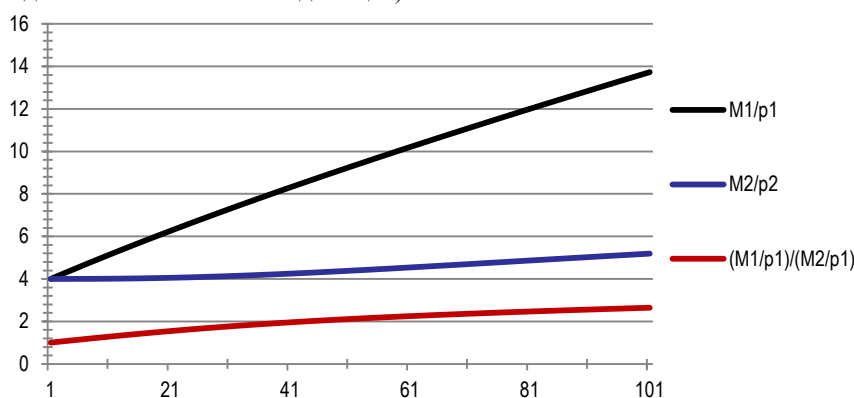


Рисунок 5.8

Динамика экономического роста двух взаимодействующих стран в абсолютном (черная и синяя линии) и относительном (красная линия) измерениях при одностороннем характере денежной эмиссии (эмиссия проводится страной 1)

Данный эффект был также математически описан в [Чернавский 2004; Чернавский, Старков 2011] на основе использования более агрегированной модели «борьбы валют».

Таким образом, эмиссионная политика и принятые правила международного денежного обращения (например, Бреттон-Вудская или Ямайская валютная система) существенным образом влияют на экономические взаимодействия государств, давая существенные преференции странам-эмитентам резервной валюты (этими преференциями в настоящее время активно пользуются США, которые решают свои экономические проблемы во многом за счет ресурсов остального мира).

Государства, которые оказываются в проигрыше в результате торгового взаимодействия со странами-эмитентами, могут повлиять на ситуацию в свою сторону, если откажутся от свободной конвертации валют и будут сознательно занижать курс своей валюты (это означает исключение из модели уравнения (5.24) и введение вместо него регулируемого курса b_{21}). То же справедливо и для ситуации взаимодействия более развитой и менее развитой стран (развитой и развивающейся стран): разви-

вающаяся страна может улучшить свое положение путем сознательного занижения курса своей валюты (см. [рис. 5.9](#), время по оси абсцисс и динамика экономического роста по оси ординат даны в относительных единицах).

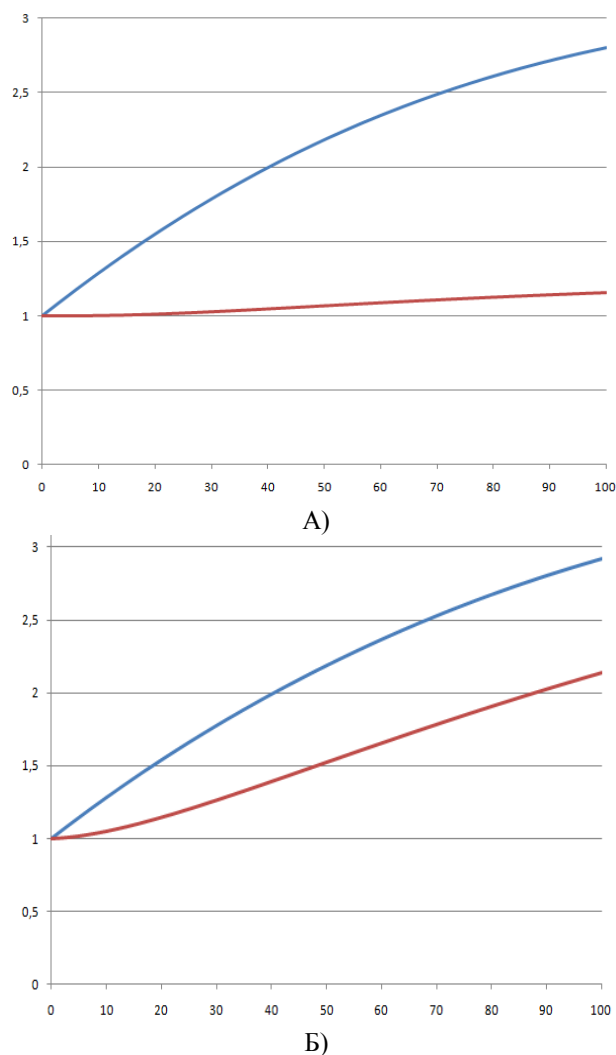


Рисунок 5.9

Влияние валютно-денежной политики развивающейся страны на экономический рост, динамика ВВП развитой страны (синяя линия, отн. ед.), динамика ВВП развивающейся страны (красная линия, отн. ед.)
А) свободный валютный курс; Б) заниженный валютный курс развивающейся страны

Видно, что, занижая валютный курс, развивающаяся страна может усилить свои конкурентные возможности и добиться ускорения экономического развития (такой политикой в настоящее время усиленно пользуется Китай).

*В) МОДЕЛЬ ТОРГОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
СТРАНЫ-ПРОИЗВОДИТЕЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ
И СТРАНЫ-ПОСТАВЩИКА СЫРЬЕВОЙ ПРОДУКЦИИ*

Основные допущения модели и методы моделирования

В модели рассматривается ситуация торгового взаимодействия двух стран, имеющих разную специализацию: первая страна имеет развитую обрабатывающую промышленность и торгует на внешнем рынке потребительскими товарами и промышленным оборудованием, а вторая страна специализируется на производстве сырьевой продукции (минерального сырья, сельскохозяйственной продукции и т.п.) и на торговле ею на внешнем рынке. Считается, что обрабатывающая промышленность второй страны развита слабо, вследствие чего ее влиянием на экономические процессы в первом приближении можно пренебречь.

Каждая страна имеет свою национальную валюту. В модели принято, что торговое взаимодействие выражается в том, что производственный сектор $ПС_1$ первой страны покупает сырье, производимое производственным сектором $ПС_2$ второй страны, по цене p_2 , которая зависит от соотношения спроса и предложения на сырье (считается, что доля импортного сырья в конечной продукции составляет величину q). Производственный сектор $ПС_2$ второй страны покупает необходимое ему производственное оборудование в первой стране. Кроме того, в силу неразвитости обрабатывающей промышленности второй страны, ее население покупает потребительскую продукцию в основном импортного производства. Импортная продукция покупается за валюту и по ценам страны-экспортера. Обменный курс валют устанавливается на основе взаимного спроса на валюты, возникающего в ходе торгового обмена.

Обобщенная схема такого торгового взаимодействия, отражающая потоки денежных средств при указанных выше предположениях, представлена на [рис.5.10](#).

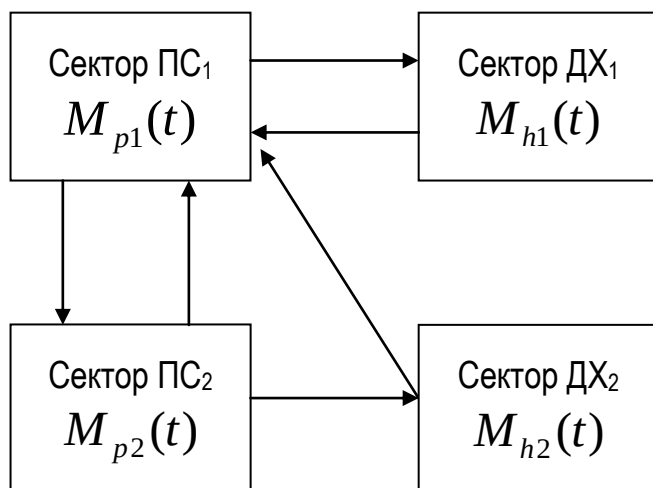


Рисунок 5.10

Когнитивная схема торгового взаимодействия страны-производителя промышленной продукции и страны-поставщика сырьевой продукции

Соответствующая базовая математическая модель может быть описана уравнениями (5.26)–(5.35).

Уравнения для описания динамики макроэкономических переменных первой страны:

$$dM_{p1}/dt = k_{h1}M_{h1} + k_{h2}M_{h2}b_{21} + k_{p2}M_{p2}b_{21} - qF_1p_2b_{21} - h_1F_1p_1 + \Delta M_{p1}, \quad (5.26)$$

$$dM_{h1}/dt = h_1F_1p_1 - k_{h1}M_{h1} + \Delta M_{h1}, \quad (5.27)$$

$$dp_1/dt = a_1(k_{h1}M_{h1} + k_{h2}M_{h2}b_{21} + k_{p2}M_{p2}b_{21} + k_{p1}M_{p1} - F_1p_1), \quad (5.28)$$

$$F_1 = f_1(k_{p1}M_{p1}/p_1)^{c1}. \quad (5.29)$$

Эти уравнения аналогичны уравнениям (5.8)–(5.11) с учетом того, что страна 2 закупает в стране 1 не только потребительские товары, но и оборудование, а страна 1 закупает в стране 2 сырье.

Уравнения для описания динамики макроэкономических переменных страны 2:

$$dM_{p2}/dt = qF_1p_2 - h_2F_2p_2 - k_{p2}M_{p2} + \Delta M_{p2}, \quad (5.30)$$

$$dM_{h2}/dt = h_2F_2p_2 - k_{h2}M_{h2} + \Delta M_{h2}, \quad (5.31)$$

$$dp_2/dt = a_2(qF_1p_2 - F_2p_2), \quad (5.32)$$

$$F_2 = f_2(k_{p2}M_{p2}b_{21}/p_1)^{c2}. \quad (5.33)$$

Уравнение (5.30) отражает тот факт, что доходы сектора ПС₂ состоят только из экспортной выручки, а расходы кроме выплат зарплат включают в себя закупку импортного оборудования. В уравнении (5.33) учтена зависимость производственных затрат от цен на импортное оборудование (с учетом валютного курса).

Уравнение для описания динамики курса валют:

$$db_{21}/dt = a_3(qF_1p_2 - k_{h2}M_{h2} - k_{p2}M_{p2}). \quad (5.34)$$

Уравнение (5.34) отражает рыночное формирование курса валют на основе спроса и предложения. Спрос на валюту M_2 определяется спросом на сырьевую продукцию страны 2 и составляет величину qF_1p_2 . Предложение валюты M_2 определяется спросом со стороны населения и производственного сектора страны 2 на продукцию страны 1.

Естественным образом, величины b_{21} и b_{12} обратно пропорциональны друг другу:

$$b_{21}b_{12} = 1. \quad (5.35)$$

Методика моделирования

Модель включает в себя уравнения: (5.26)–(5.35). С помощью модели проводится анализ условий экономического взаимодействия стран при различных сценариях. Параметры модели оцениваются на основе процедуры идентификации с использованием эмпирических данных. Исследование проводится по следующей схеме.

Сначала моделируется ситуация простого воспроизводства, при которой значения динамических переменных взаимодействующих стран с течением времени остаются постоянными, анализируется условия реализации этой ситуации. Затем исследуются предпосылки и условия (на языке параметров модели), при которых происходит разбалансирование системы связей: неравномерный экономический рост, ухудшение экономического положения одной из стран и т.п.

Результаты моделирования

В системе (5.26)–(5.35) возможен режим простого воспроизводства в обеих странах в условиях сбалансированного торгового обмена. В этом случае правые части

уравнений (5.26)–(5.35) равны нулю, то есть все потоки денег в системе скомпенсированы обратными потоками. Наличие равновесия обусловлено взаимодополнительностью стран: первая («промышленная») страна поставляет во вторую («сырьевую») страну оборудование и потребительские товары, а вторая страна поставляет в первую необходимое для производства сырье. Такая специализация типична и внутри отдельных стран между их отдельными регионами.

Проблема заключается в том, что промышленное производство, основанное на инновациях, как правило, имеет возрастающую отдачу от масштабов производства ($c > 1$), а сырьевые отрасли имеют, как правило, убывающую отдачу от масштабов производства ($c < 1$) [см., например, Райнерт 2011]. Это приводит к постепенному снижению доходов населения в сырьевых странах по отношению к доходам населения промышленно развитых стран. Результаты одного из вариантов соответствующих расчетов по модели (5.26)–(5.35) приведены на рис. 5.11 (по оси абсцисс приведено время в относительных единицах; по оси ординат приведена величина, показывающая, во сколько раз реальные доходы населения промышленно развитой страны выше реальных доходов населения сырьевой страны).

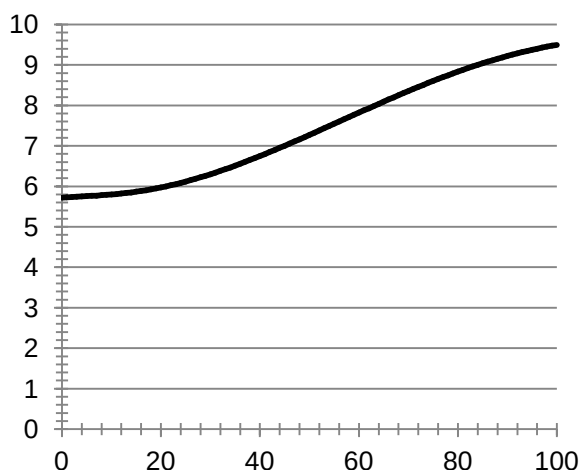


Рисунок 5.11

**Рост разницы доходов населения промышленно развитой и сырьевой стран
в ходе их торгового взаимодействия**

Видно, что сырьевая специализация (если нет возможности монопольно диктовать цены на сырье) ведет к относительному снижению благосостояния населения сырьевых стран по отношению к благосостоянию населения промышленно развитых стран. Данная ситуация усугубляется, если на мировом рынке идет конкуренция между сырьевыми странами за импортеров сырья. В этом случае страны-экспортеры вынуждены для повышения конкурентоспособности снижать цены на свое сырье, экономя издержки на его производство. Это приводит к снижению зарплат и других доходов граждан сырьевой страны. Поскольку производители сырья не зависят от покупательной способности собственного населения (в отличие от ситуации в промышленно развитой стране, ориентирующейся на внутренний спрос), то

процесс снижения зарплат может пойти достаточно далеко и лимитируется лишь возникновением социальных протестов и развитием политической нестабильности. Сжатие внутреннего платежеспособного спроса препятствует развитию высокотехнологичных производств, ориентированных на производство потребительских товаров. Происходит деиндустриализация страны. Таким образом, страна попадает в так называемую «сырьевую ловушку» или «ловушку бедных стран» [Райнерт 2011], замораживающую ее развитие. Выйти из этой ловушки можно только в результате целенаправленной политики руководства страны, направленной на развитие высокотехнологичных обрабатывающих производств и повышение внутреннего платежеспособного спроса.

Изложенные выше модели являются базовыми, ориентированными на выявление основных закономерностей торгово-экономического взаимодействия стран с различным уровнем развития. На их основе путем конкретизации и детализации описываемых процессов возможно построение расчетных имитационных моделей, предназначенных для количественного анализа и прогноза экономического развития конкретных стран.

6. Модель долгосрочной динамики стран БРИК

Назначение модели

Модель предназначена для анализа и прогноза возможных вариантов долгосрочной демографической и экономической динамики стран БРИК (Бразилия, Россия, Индия, Китай). Модель имеет агрегированный характер, основные рассчитываемые показатели: $N(t)$ – количество населения в стране (с учетом возрастной структуры), $Y(t)$ – валовой внутренний продукт (ВВП), структура экономики (соотношение отраслей экономики по вкладу в ВВП). Рассматривается трендовая динамика без учета циклических процессов. Модель имеет два блока: демографический блок и экономический блок.

А) ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ БЛОК

Основные допущения модели и методы моделирования

При моделировании демографической динамики отдельных стран необходимо получать прогнозные данные о возрастной структуре населения (что важно для определения количества трудоспособного населения) и о миграции. Поскольку модель долгосрочная, то целесообразно использовать ее аналитическую версию, предложенную МакКендриком–фон Ферстером [McKendrick 1926; von Foerster 1959]. В соответствии с ней уравнения для определения количества лиц возраста τ в момент времени t записываются следующим образом:

$$\frac{\partial n(\tau, t)}{\partial t} + \frac{\partial n(\tau, t)}{\partial \tau} = -d(\tau, t)n(\tau, t) + m(\tau, t) \quad (6.1)$$

$$n(0, t) = 0,5 \int_0^{\infty} n(\tau, t) b(\tau, t) d\tau, \quad n(\tau, 0) = g(\tau), \quad (6.2)$$

$$N_e(t) = \int_{\tau_1}^{\tau_2} n(\tau, t) d\tau, \quad (6.3)$$

где $n(\tau, t)$ – количество лиц возраста τ в момент времени t , $N_e(t)$ – количество лиц в возрастном интервале (τ_2, τ_1) в момент времени t , $b(\tau, t)$ – интенсивность рождения детей у женщин возраста τ в момент времени t , $d(\tau, t)$ – возрастной коэффициент смертности для лиц возраста τ в момент времени t , $g(\tau)$ – возрастная структура общества в начальный момент времени, $m(\tau, t)$ – количество мигрантов (прибывших в страну). Последняя величина может быть отрицательна в случае оттока населения из страны.

В модели считается, что разница между численностью женщин и мужчин пренебрежимо мала, количество рождающихся мальчиков равно количеству рождающихся девочек, величина коэффициента смертности $d(\tau, t)$ одинакова для женщин и мужчин. Считается также, что для Китая, Индии и Бразилии международной миграцией можно пренебречь. Действительно, население Индии, и Китая превышает миллиард человек, что делает влияние миграционного фактора на демографию пренебрежимо малым по сравнению с эндогенными демографическими механизмами (смертность и рождаемость). Для Бразилии также справедливо данное допущение, поскольку ежегодный отток из страны составляет порядка 0,009% от населения страны³⁰.

Для определения коэффициентов смертности используется закон Гомпертца–Мейкхэма, математическое выражение которого имеет следующий вид: вероятность смерти за фиксированный короткий промежуток времени после достижения возраста τ составляет:

$$p = a + b^\tau, \quad (6.4)$$

где τ – возраст, а p – относительная вероятность смерти за определённый промежуток времени, a и b – коэффициенты. В модели принято следующее приближение:

$$d(\tau) = d_0 e^{-\tau} + d_{30} e^{\alpha(\tau-30)}, \quad (6.5)$$

где d_0 – коэффициент младенческой смертности; (α, d_{30}) – совокупные характеристики смертности для людей, чей возраст превышает 30 лет.

Коэффициенты рождаемости аппроксимируются двумя нормальными распределениями:

$$b(\tau) = \begin{cases} B e^{-\frac{(\tau-\tau_0)^2}{S_-}}, & \tau < \tau_0, \\ B e^{-\frac{(\tau-\tau_0)^2}{S_+}}, & \tau \geq \tau_0 \end{cases} \quad (6.6)$$

где τ_0 – положение (возраст) пика рождаемости; B – величина (высота) пика рождаемости; S_+ , S_- – показатели дисперсии (точнее, удвоенной дисперсии) левой и правой аппроксимации.

Параметры аппроксимации определяются с использованием метода наименьших квадратов (см. рис. 6.1).

³⁰ По данным *Nation Master*, URL: <http://www.nationmaster.com/country/br-brazil/imm-immigration>.

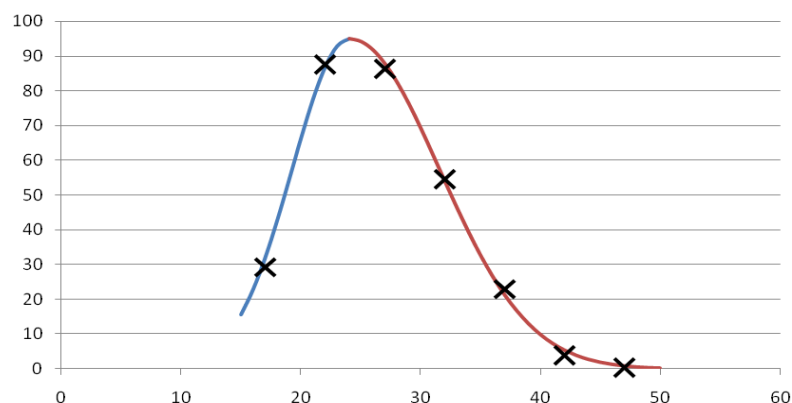


Рисунок 6.1

Аппроксимация возрастных коэффициентов рождаемости России по данным 2007 г.
($\tau=24$; $B=95$; $S_-=45$; $S_+=113$)

При проведении прогнозных расчетов в коэффициенты рождаемости вводились поправки, связанные с учетом влияния экономического развития на демографические процессы. Эти поправки определялись на основе корреляционного анализа рождаемости и экономического развития для разных стран.

Методика моделирования

Динамика возрастной структуры общества рассчитывается на основе модели (6.1)–(6.6) в дискретной форме. Расчет ведется по пятилетним периодам и для каждого из данных периодов состоит из двух шагов. На первом шаге вычисляется количество умерших. Соответственно расчету модифицируется возрастная структура. На втором шаге вычисляется количество новорожденных. Исходя из текущей возрастной структуры, вычисляется количество женщин для каждой пятилетней группы. С помощью возрастных коэффициентов рождаемости по каждой группе вычисляется количество младенцев и суммируется. Далее возрастная структура сдвигается «вниз» на пять лет, и количество новорожденных записывается в самое начало. Счетчик времени увеличивается на пять лет, и далее расчет повторяется (шаг первый и затем шаг второй).

В результате расчетов определяется динамика численности населения, возрастная структура общества, количество населения в трудоспособном возрасте.

Результаты моделирования

На рис. 6.2 и 6.3 представлены результаты расчета демографической динамики Бразилии, Индии и Китая. Динамика структуры населения рассчитывалась в предположении инерционного развития. Коэффициенты Гомпертца–Мейкхэма, коэффициенты аппроксимации рождаемости считались постоянными. При проведении расчетов использовались статистические данные из [US Census Bureau, URL: <http://www.census.gov>].

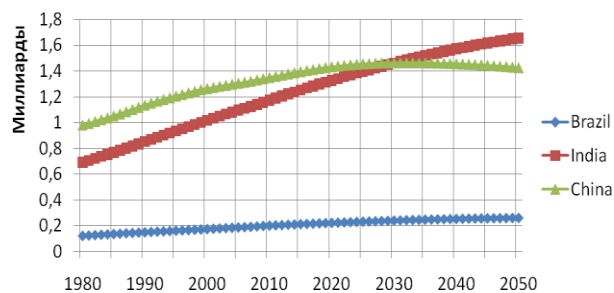


Рисунок 6.2
Динамика численности населения Бразилии, Индии и Китая,
1980–2050 гг.

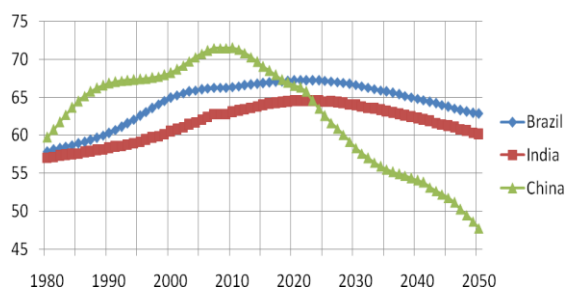


Рисунок 6.3
Динамика доли трудоспособного населения Бразилии, Индии и Китая,
1980–2050 гг. (%)

При моделировании демографического развития России рассматривалось три сценария: наилучший, инерционный и наихудший (см. рис. 6.4).

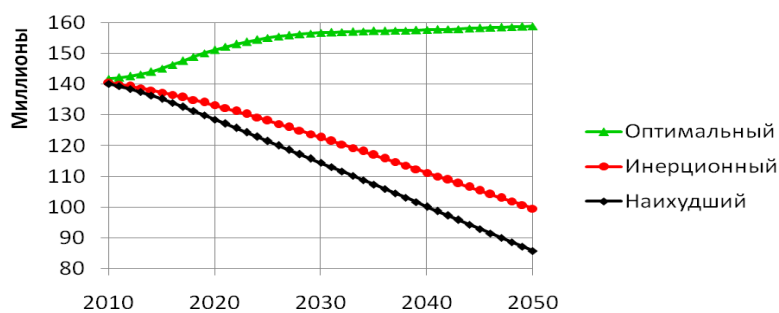
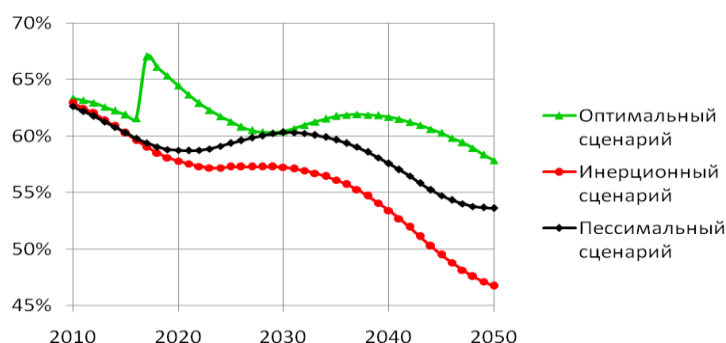


Рисунок 6.4
Динамика численности населения России, 2010–2050 гг.:
оптимальный, инерционный и наихудший сценарии
по варианту постоянного миграционного прироста на уровне 2007 г. (млн чел.)

Характеристики сценариев соответствуют указанным ниже моделям рождаемости и смертности:

Сценарий	Смертность	Рождаемость	Миграция
Наилучший	Норвегия 2008	Исландия 2008	120 тыс. чел. в год
Инерционный	Россия 2008	Россия 2008	120 тыс. чел. в год
Наихудший	Россия 1994	Россия 2000	120 тыс. чел. в год

На рис. 6.5 представлены результаты прогноза динамики доли трудоспособного населения в России.



ПРИМЕЧАНИЕ: доля трудоспособного населения для наилучшего сценария рассчитывалась в предположении увеличения пенсионного возраста до 65 лет в 2017 г. (именно такова природа скачкообразного изменения доли трудоспособного населения на рис. 6.5); большая доля трудоспособного населения в наихудшем сценарии связана с тем, что ожидаемая продолжительность жизни составляет в данном сценарии всего 63 года (57 лет для мужчин и 71 год для женщин).

Рисунок 6.5

**Динамика доли трудоспособного населения России, 2010–2050 гг.:
оптимальный, инерционный и пессимальный сценарии
по варианту постоянного миграционного прироста на уровне 2007 г. (млн чел.)**

Б) ЭКОНОМИЧЕСКИЙ БЛОК

Основные допущения модели и методы моделирования

В качестве основного экономического фактора для развивающихся стран (в число которых входят страны БРИК) рассматривается показатель уровня доходов на душу населения в сравнении с высокоразвитыми странами. Предполагается, что именно высокоразвитые страны определяют международный экономический климат и, соответственно, уровень международных цен на экспортные товары и услуги.

Уровень доходов на душу населения высокоразвитых стран определяется как среднее по странам ОЭСР с высоким уровнем дохода. Эта величина взята как нормировочный (единичный) уровень (см. рис. 6.6).

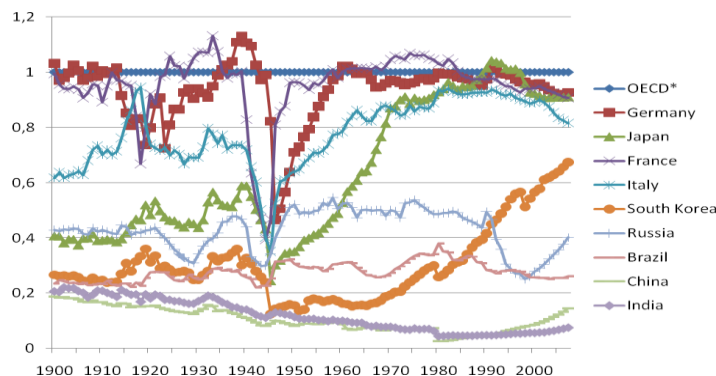


Рисунок 6.6

Динамика ВВП на душу населения
(за единицу принят соответствующий уровень стран ОЭСР с высоким доходом)

Главным параметром порядка является *производительность труда* A , определяемая как отношение ВВП к числу занятых в производстве (необходимо иметь в виду, что занятое в производстве население и трудоспособное население (как демографический показатель) – разные категории: первая группа меньше второй за счет безработицы).

В модели считается, что производительность труда в странах БРИК подтягивается к уровню развитых стран ОЭСР. Механизмами такого процесса являются освоение современных технологий и разработка технологий следующего кондратьевского цикла, поддержка научно-исследовательских и образовательных программ, внедрение современных методов управления и клиентно-ориентированного подхода и т.д. Предлагаемая математическая модель позволяет описать совокупность таких действий с помощью логистического уравнения:

$$\frac{dA}{dt} = kA(A_c - A), \quad (6.7)$$

где A – производительность; A_c – «эталонная» производительность (уровень стран ОЭСР с высоким уровнем развития); k – коэффициент догоняющего развития; чем он больше, тем быстрее происходит процесс выхода на эталонный уровень; t – время.

Параметр k управляет скоростью развития: мало обеспечить выход в единое пространство с эталоном, нужна еще возможность самого процесса «выравнивания». При уменьшении или увеличении параметра k , соответственно, уменьшается или увеличивается скорость развития.

Качественная динамика решения данного уравнения с заданными начальными условиями – логистическая кривая, где уровень насыщения определяется величиной A_c , а темпы роста – параметром k .

Методика моделирования

В ходе моделирования задаются различные варианты развития стран БРИК на основе сценариев демографического (см. выше) и технологического (величина коэффициента k) роста. Для этих сценариев оценивается число занятых в производстве

на основе данных о количестве трудоспособного населения $N_e(t)$ [см. уравнение (6.3)], оценивается динамика роста производительности труда A [см. уравнение (6.7)], рассчитывается динамика ВВП. Параметры модели тестируются на статистических данных за 1980–2008 гг.

В результате расчетов определяется динамика роста производительности труда, ВВП, темпов экономического роста.

Результаты моделирования

Для Бразилии, Индии и Китая расчеты проводились для двух сценариев.

Сценарий эндогенного развития (рис. 6.7 и 6.9). Этот сценарий показывает внутренний потенциал роста с минимизацией внешних связей. Безусловно, это модельное приближение, реализация которого невозможна в чистом виде. Тем не менее этот сценарий показывает, во-первых, собственный потенциал страны и, во-вторых, этот сценарий – оценка нижнего уровня экономического развития. Таким образом, можно оценить давление со стороны ресурсных, социальных и прочих ограничений.

Сценарий интеграционного развития (рис. 6.8 и 6.10). Этот сценарий предполагает в некоторой степени идеализированное развитие, при котором страна ведет себя как часть глобальной системы с глубоким уровнем интеграции. Результаты расчетов по данному сценарию позволяют оценить максимально возможный уровень экономического развития.

Интересно отметить, если для Индии и Китая расчеты по двум сценариям отличаются кардинально, то для Бразилии – практически нет, за исключением более ярко выраженной циклической динамики при интеграционном сценарии.

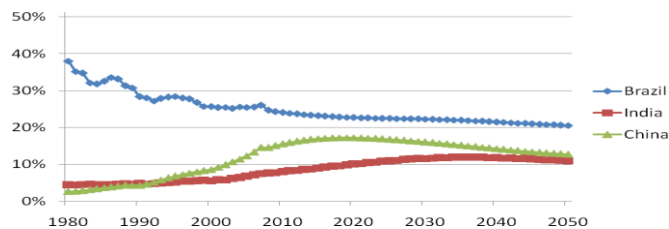


Рисунок 6.7

Уровень развития относительно стран ОЭСР при эндогенном развитии

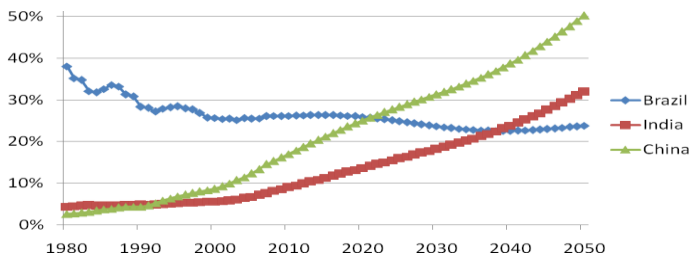


Рисунок 6.8

Уровень развития относительно стран ОЭСР при интеграционном развитии

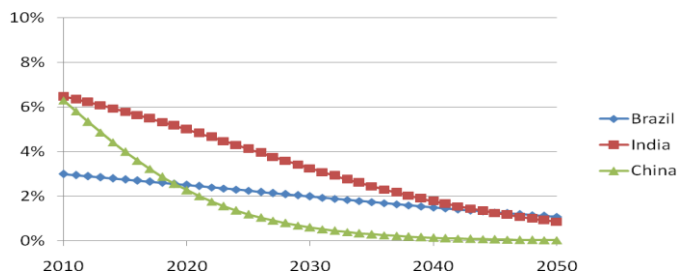


Рисунок 6.9

Годовые темпы экономического роста при эндогенном развитии

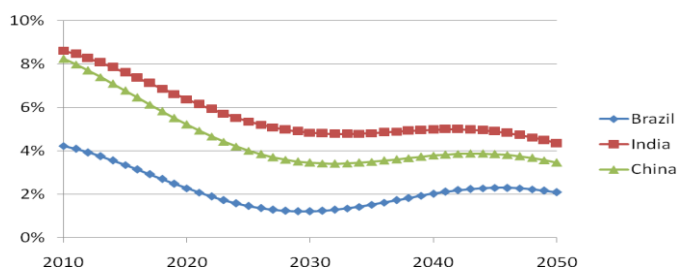


Рисунок 6.10

Годовые темпы экономического роста при интеграционном развитии

Для России при моделировании рассматривались три сценария развития.

Оптимистичный сценарий: Россия – на пути в ОЭСР. Экономика становится инновационной, диверсифицируется, уходит от экспортносырьевой ориентации; доли отраслей промышленности в экспорте растут, в то же время доля энергоресурсов снижается. В этом случае догоняющее развитие будет происходить (относительно) равномерно по секторам и, более того, верхнюю планку (уровень насыщения логистического догоняющего развития) будет задавать соответствующий международный уровень. В данном сценарии верхняя планка для экономического развития составит 70% (уровень Италии, см. [рис. 6.6](#)).

Ресурсный сценарий: Россия – ресурсная держава. Структурных сдвигов в экономике не произойдет, и, соответственно, структура экспорта останется ресурсозависимой. Делается также предположение, что нефть как экспортный ресурс (по истощению запасов) сменит какой-либо другой ресурс (например, газ) и т.д. При таком сценарии развития, на международный уровень будет «иметь выход» только добывающий (и напрямую связанные отрасли) сектор. Остальные сектора будут «подтягиваться» к ресурсному сектору, который полностью определит верхнюю планку догоняющего развития. Надо учесть, что население, занятое в области добычи ресурсов, составляет малую долю от общего населения и не будет увеличиваться. Поэтому усредненный предельный уровень экономического развития составит 30% от уровня стран ОЭСР (нынешний уровень Турции, Бразилии, см. [рис. 6.6](#)).

Пессимистический сценарий: Россия – «Периферия» мира. Структура экономики не меняется. Ресурсодобывающая промышленность сохраняет ориентирован-

ность на нефть и не перестраивается. По оценкам British Petroleum запасов нефти в России осталось на 27 лет (при текущем уровне добычи). Прогноз по данному сценарию основан на оценке стоимости нефти на международном рынке. После исчерпания нефтяного запаса начнется стагнация, и уровень экономического развития составит 15% от уровня стран ОЭСР (нынешний уровень Индии, см. [рис. 6.6](#)).

В предложенных сценариях считается, что не произойдет техногенных и социальных катастроф. Тем не менее эти факторы нельзя исключать. По данным Росстата около половины оборудования изношено. Города с единственным градообразующим предприятием, находящимся за порогом рентабельности, могут стать очагами социальных волнений.

В условиях предположений оптимистического сценария имеет смысл рассматривать совокупную производительность экономики России – делается предположение о проведении структурных сдвигов, необходимых для оптимизации структуры экономики, и об обеспечении возможности догоняющего развития как такового.

Для остальных двух сценариев рассматривается энергетический сектор и остальная часть экономики. При этом, российская экономика рассматривается как двухступенчатая: производительность в добывающем секторе как добавочный продукт, приходящийся на одного занятого в этом секторе, стремится на внешнем рынке к международному уровню, а остальные сегменты экономики «притягиваются» уже только к внутреннему добывающему сектору.

Как показал анализ структуры экономики России, последние сценарии (вследствие малой доли трудоустроенных в добывающем секторе) можно отнести к *эндогенному росту*.

Чрезвычайно важным фактором долгосрочного экономического развития является демографический фактор: рост ВВП во многом зависит от количества трудоспособного населения в стране и его доли во всем населении. При проведении расчетов динамики ВВП России рассматривались три описанных ранее демографических сценария: наилучший, наихудший и инерционный, которые накладывались на экономические сценарии: оптимистичный, ресурсный и пессимистичный (см. [рис. 6.11](#) и [6.12](#)).

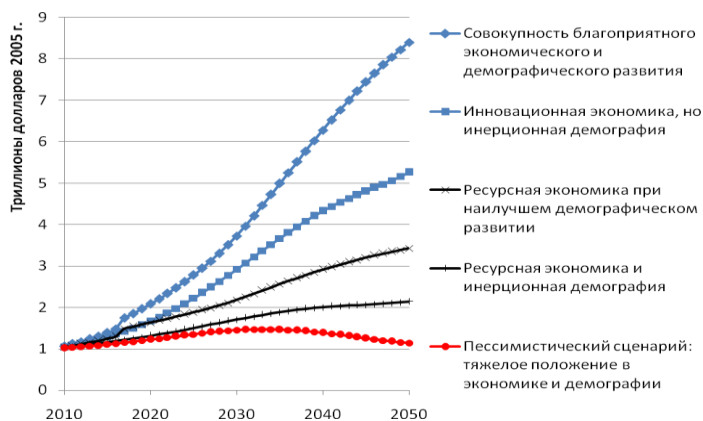


Рисунок 6.11
Динамика ВВП России
при различных вариантах экономического и демографического развития

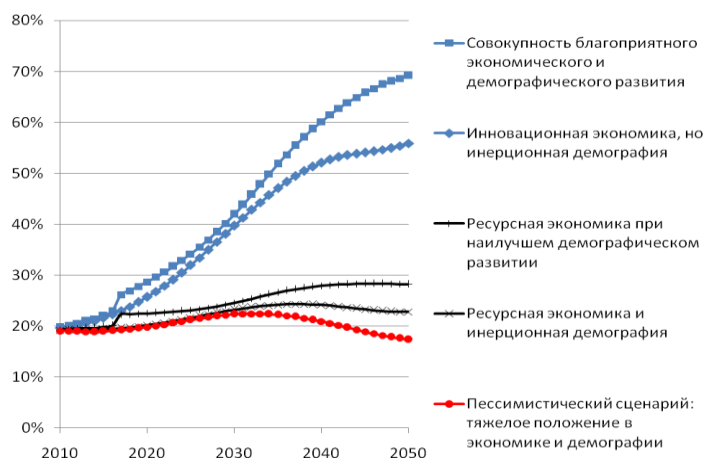


Рисунок 6.12

Уровень ВВП на душу населения относительно стран ОЭСР
при различных вариантах экономического и демографического развития

На рис. 6.13 и 6.14 представлены результаты сравнения расчетов, выполненных с использованием модели, с прогнозом Goldman Sachs [Goldman Sachs 2003]. На рис. 6.13 отражена ситуация, соответствующая благоприятному сценарию для стран БРИК. На рис. 6.14 отражена ситуация, соответствующая неблагоприятному сценарию для стран БРИК.

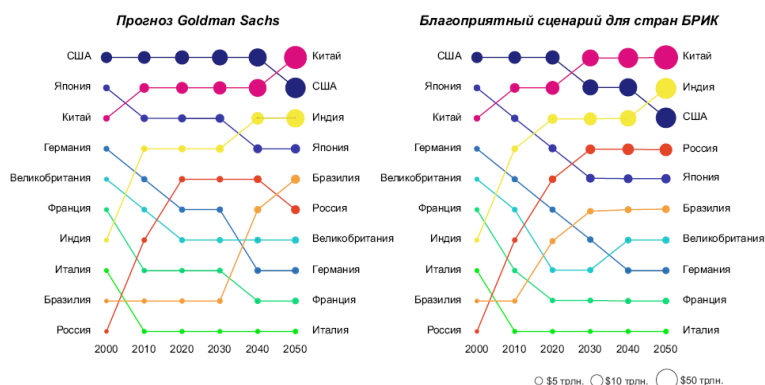


Рисунок 6.13

Сравнение благоприятного прогноза для стран БРИК с прогнозом Goldman Sachs

Таким образом, базовая модель долгосрочной динамики позволяет оценивать перспективы развития стран БРИК в рамках различных сценариев. Однако данная модель является слишком агрегированной для решения практических оптимизационных задач и может прогнозировать лишь общие тренды при различных сценариях развития. Решения оптимизационных задач, предназначенных для поддержки принятия практических решений, должно осуществляться с использованием моделей другого типа (см. следующий раздел).

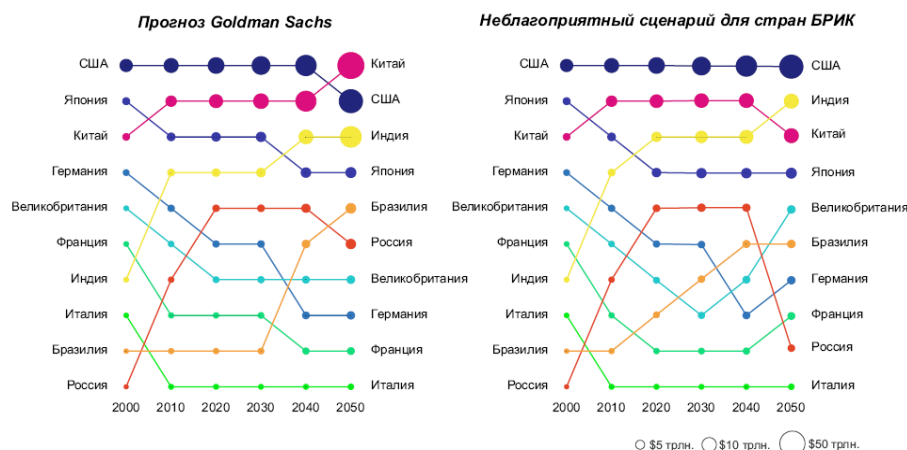


Рисунок 6.14
Сравнение неблагоприятного прогноза для стран БРИК
с прогнозом Goldman Sachs

7. Краткосрочная модель социально-экономической динамики России

Назначение модели

Модель описывает макроэкономические процессы и предназначена для анализа и прогноза реакции экономики России на изменение внешних и внутренних условий (цены на сырье, курс валют, тарифы, таможенные сборы, налоги и т.п.) в краткосрочном периоде (от одного до трех лет) [Чернавский и др. 2010, 2011]. Основные рассчитываемые показатели: объем выпуска продукции внутриориентированных отраслей экономики, уровень доходов и накоплений населения по социальным группам, динамика инфляции, динамика спроса и др. Модель носит агрегированный характер, ее задача – прогноз динамического отклика экономики России на внешние шоки и управляющие воздействия. Модель может использоваться как инструмент поддержки принятия решений.

Основные допущения модели и методы моделирования

Модель построена на основе принципов моделирования развивающихся систем. Поскольку она предназначена для поддержки принятия решений на краткосрочном горизонте, то в ней используются «быстрые» переменные, с помощью которых возможно описание достаточно скоротечных процессов и реакции рассматриваемой социальной системы на изменение внешних и внутренних условий. Для выполнения своих функций модель должна:

- описывать динамическую реакцию экономики на изменение внешних и внутренних параметров (изменение курса рубля, тарифов, государственных расходов, объемов экспорта/импорта и т.п.);

- учитывать процессы рыночного ценообразования и инфляционные процессы, что является крайне важным при оценке целесообразности той или иной бюджетной политики;
- учитывать влияние экономической политики на динамику экономической структуры общества (ЭСО) и – в свою очередь – влияние динамики ЭСО на социально-экономические процессы в стране;
- учитывать функционирование отдельных отраслей в составе экономики России;
- иметь прозрачную структуру, оперировать небольшим количеством параметров (с их настройкой по ретропрогнозу).

Разработанная с учетом этих требований модель описывает материальные и финансовые потоки согласно схеме на рис. 7.1. На схеме выделена отдельная отрасль (в данном случае – оборонно-промышленный комплекс), функционирование которой подвергается при моделировании более детальному анализу.

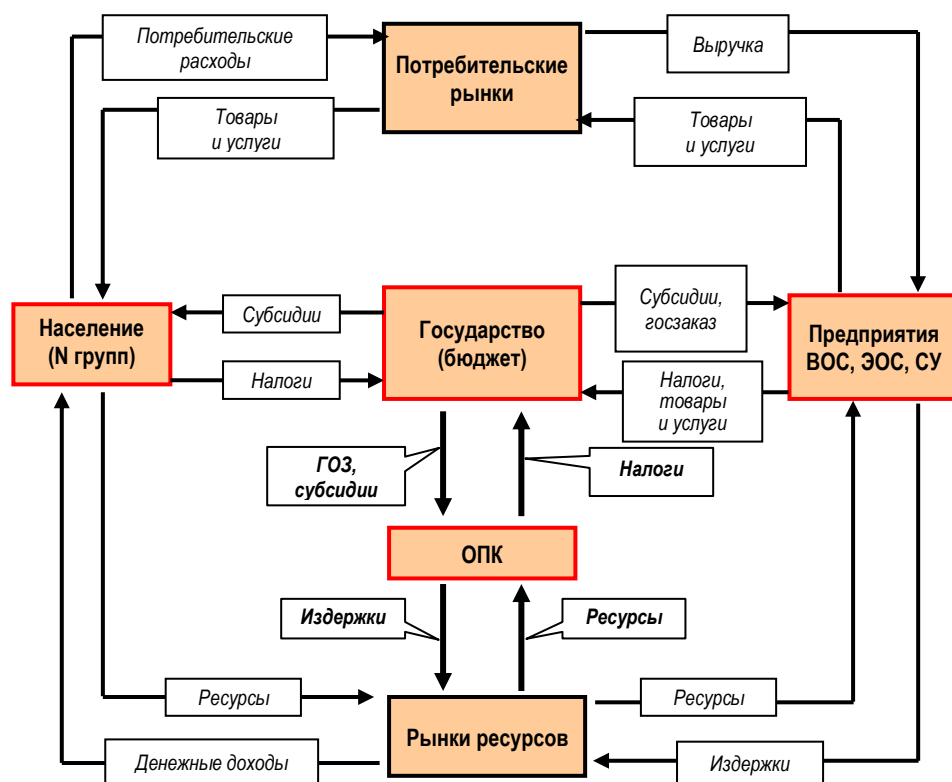


Рисунок 7.1
Структурная схема базовой модели
социально-экономической динамики РФ
(с выделением ОПК в качестве отдельного сектора экономики)

Особенностями модели являются следующие.

1. Основа модели – динамическое определение макроэкономических показателей в соответствии с методологией системы национальных счетов (валовой внутренний продукт, валовая добавленная стоимость, индекс инфляции и т.п.).
2. Межотраслевые связи учитываются по схеме межотраслевого баланса для следующих базовых секторов экономики (см. рис. 7.2):
 - а) внутриориентированный сектор (ВОС) – производящие отрасли, ориентированные на внутренний рынок (в том числе ОПК);
 - б) экспортно-ориентированный сектор (ЭОС) и естественные монополии (в том числе сырье, металлургия, энергетика, железнодорожный транспорт и т.п.);
 - в) сектор услуг (СУ) (в том числе торговля, автомобильный транспорт, жилищно-коммунальное хозяйство, финансы, здравоохранение и т.п.);
 - г) государственный сектор (ГС);
 - д) население.

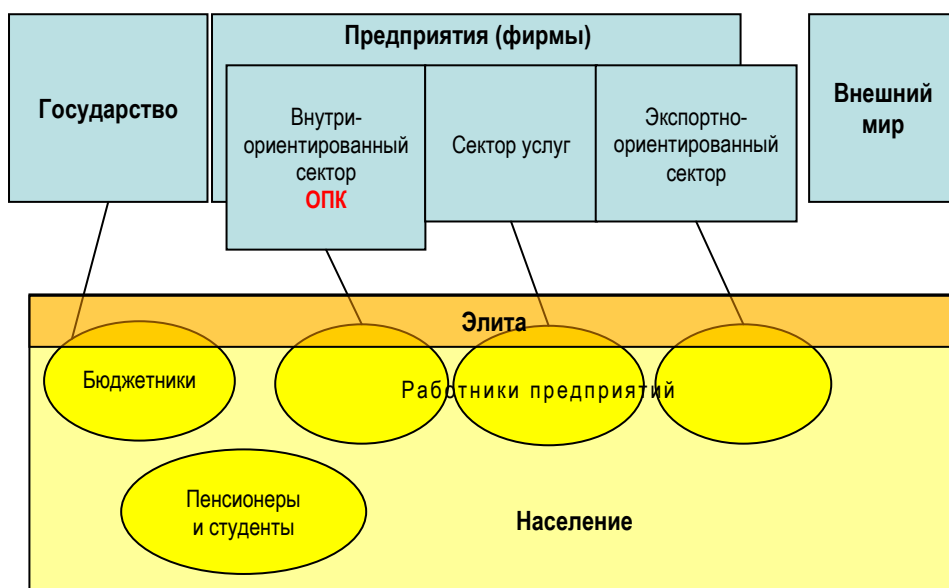


Рисунок 7.2

Структура экономики и населения, используемая в модели

3. Сектор «домохозяйства» дезагрегирован на несколько социальных групп в соответствии с их отношением к рассматриваемым секторам экономики (см. рис. 7.2), что позволяет моделировать экономическую структуру общества – распределение населения по накоплениям – и учитывать влияние социального расслоения общества на экономические процессы.
4. Ценообразование на продукцию ВОС и инфляция определяются непосредственно в ходе моделирования динамики внутреннего рынка.

В модели использовано так называемое *однопродуктовое приближение*. Это значит, что рассматривается единый агрегат продуктов, которые производятся и потребляются внутри страны – России. В этот агрегат входит продукция ВОС и СУ, а именно: продукция сельского хозяйства, продукция обрабатывающей промышленности и услуги [к последним традиционно относятся услуги посредников (торговля) и финансовые услуги (банки)]. Цена этого агрегата продуктов p в модели является динамической переменной и определяется из условия баланса спроса и предложения на внутреннем рынке России. Она играет важную роль как индикатор состояния экономики.

В указанный агрегат (продукт) не входят: сырье и продукты его первичной переработки, энергоносители, транспортные услуги (т.е. продукция ЭОС). Основания для такого выделения состоят в следующем.

Цены сырья, энергоносителей и транспортные тарифы определяются не на внутреннем рынке. Частично они диктуются мировым рынком, частично контролируются государством (транспортные тарифы и электроэнергия). Причина в том, что упомянутые товары являются продукцией естественных монополий, поэтому их цена не может регулироваться свободным рынком. Сырьевые монополии работают преимущественно на экспорт и продают свою продукцию по мировым ценам. Цены металлов «назначаются» по воле владельцев монополий либо определяются внешним рынком. Цены энергоносителей изменяются пропорционально внутренним ценам, т.е. они либо отслеживают инфляцию, либо сами вызывают ее.

Товары, входящие в единый «продукт», можно классифицировать по характеру их использования. Традиционно выделяют следующие классы: товары первой необходимости (жизненно важные, такие как пища и одежда), товары долговременного пользования (автомобили, бытовая техника и т.д.) и элитные товары. Эта классификация важна при формировании функции спроса продукции (см. ниже).

Функция спроса

Важную роль в модели играет функция спроса $Q(U, p)$. При моделировании развивающихся систем необходимо учитывать поведенческие реакции агентов. В экономике поведенческие реакции описываются, в частности, функциями спроса. Они представляют собой количество продукта, приобретаемого потребителем в единицу времени при наличии у него средств, – U и цене продукта p . Условимся единицу продукта в натуральном измерении называть термином «штука».

При пропорциональном изменении величин U и p (например, при деноминации денег) величина Q не должна меняться. Поэтому функция спроса Q зависит от одной переменной $U/p=r$, которую мы будем называть *покупательной способностью потребителя*. Отметим, что в экономической литературе чаще используются функции спроса, зависящие не от накоплений, а от доходов, точнее от отношения доходов P в единицу времени к цене:

$$Q_j \left(\frac{P}{p_j} \right)$$

где p_j – цена товара j -го типа, Q_j – количество этого товара. Данная функция спроса актуальна, когда имеется несколько продуктов и потребитель решает какую часть дохода истратить на приобретение каждого из них.

Функции $Q_j\left(\frac{U}{P_j}\right)$ и $Q_j\left(\frac{P}{P_j}\right)$ вообще говоря, различны, хотя и сходны по поведению в зависимости от соответствующего аргумента. Какая из них более адекватна поведению потребителя – вопрос спорный. При малых накоплениях U (или отсутствии их) потребитель чаще ориентируется на доходы. При приобретении дорогих товаров долговременного пользования потребитель ориентируется на имеющиеся у него накопления (для чего значительная часть накоплений и делается). При развитии системы кредитования населения возможны оба типа поведения.

В однопродуктовом приближении использовать функцию $Q\left(\frac{P}{p}\right)$ невозможно.

Действительно в стационарных условиях весь доход P должен быть истрачен на приобретение одного продукта. Следовательно, количество его Q должно быть равно $Q\left(\frac{P}{p}\right) \equiv \frac{P}{p}$. Функция $Q\left(\frac{U}{p}\right)$ сохраняет смысл, поскольку не все накопления тратятся на приобретение продукта.

Форма функции спроса $Q\left(\frac{U}{p}\right)$ приведена на рис. 7.3 и может быть представлена в аналитическом виде:

$$Q(r) = Q_1 \cdot \frac{r}{r + r_1} + \Theta(r - r_{\min}) \cdot \left[Q_2 \cdot \frac{r - r_{\min}}{r - r_{\min} + r_{02}} + \varepsilon \cdot (r - r_{\min}) \right], \quad (7.1)$$

где $\Theta(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ 1, & \text{при } x > 0 \end{cases}$

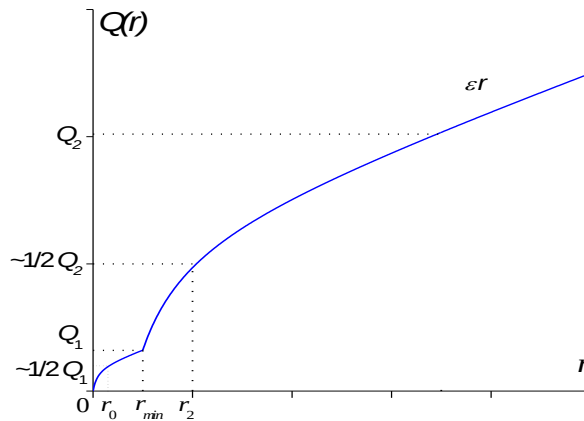


Рисунок 7.3
Вид функции спроса

Смысл параметров Q_1 , Q_2 , r_1 , r_2 , $r_{\min}$ и ε состоит в следующем.

Параметр Q_1 соответствует полному удовлетворению жизненно необходимых потребностей, r_1 – значение покупательной способности, при которой эти потребности удовлетворяются наполовину.

Величина r_{min} – покупательная способность, ниже которой потребитель не приобретает товаров долговременного пользования. Значение r_{min} зависит от психологии потребителя. Так, большое значение r_{min} означает, что человек склонен полнее удовлетворить потребности первой необходимости, т.е. жить проще. Малое значение r_{min} означает, что потребитель склонен жить «по-современному», даже в ущерб питанию.

Параметр Q_2 соответствует полной удовлетворенности товарами долговременного пользования, т.е. приобретению потребителем всего «джентльменского набора» товаров: престижного жилья, автомобиля, дачи, новейшей бытовой техники и т.д.

Параметр r_2 характеризует стремление человека выглядеть достойным титула «джентльмена». При малом значении r_2 человек, едва накопивший средства в количестве $U \approx r_{min} \cdot p$, стремится тут же их потратить на приобретение «джентльменского набора». При большом значении r_2 , напротив, человек ведет себя скромно и бережливо даже при накоплениях $U > r_{min} \cdot p$.

Параметр ε отражает наличие «всевозрастающих потребностей человека», то есть неспособность многих остановиться в своих тратах на приобретение роскоши при наличии соответствующих средств.

Таким образом, параметры функции спроса отражают человеческий фактор – психологию потребителя.

Как упоминалось ранее, в модели важно поведение коллектива потребителей и, следовательно, параметры функции спроса имеют социально-психологический характер, учитывают обычаи и правила поведения, сложившиеся в данном обществе.

В разных странах эти параметры, вообще говоря, различны и функции спроса могут заметно отличаться. Сигмоидальный характер функции спроса играет в модели очень важную роль. Его эффект зависит от параметров r_{min} и r_2 : при малых r_{min} и больших r_2 функция спроса практически становится плавной и всюду выпуклой: сигмоидность (т.е. «клюв» на [рис. 7.3](#)) исчезает. Параметры функции спроса могут меняться с течением времени, но медленно (например, при смене поколений).

Производственная функция

Уровень технологии производства отражается так называемой производственной функцией $F(r')$. Она представляет собой количество продукции в штуках, производимое за единицу времени при вложении средств в размере r' (здесь средства тоже удобнее измерять в штуках продукта r). Зависимость $F(r')$ в общем случае представлена на [рис. 7.4](#), она имеет пороговый характер.

Можно выделить три области:

1. Область при малых r' ($r' < \bar{r}$), где продукция практически отсутствует, но средства необходимо вкладывать для покрытия так называемых постоянных издержек. В них входят:

- а) затраты на содержание предприятия k , даже если оно не работает;
- б) затраты на совершенствование технологий – на создание инноваций (НИР, НИОКР).

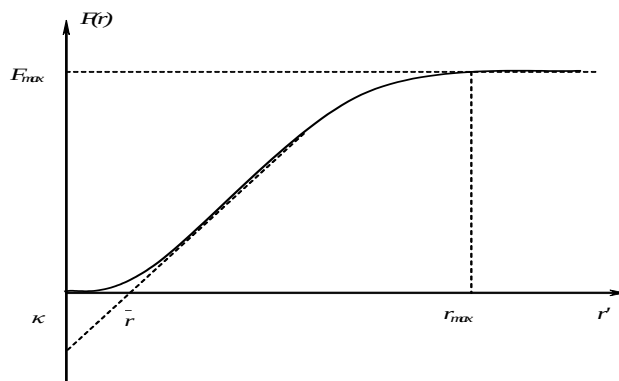


Рисунок 7.4
Вид производственной функции

Далее мы будем аппроксимировать функцию $F(r')$ кусочно-линейной функцией.

Как правило, величины $k \ll F_{\max}$ и $\bar{r} \ll r_{\max}$ и в первом приближении ими можно пренебречь.

2. Область, в которой производственные фонды загружены не полностью и при изменении объема оборотных средств r' пропорционально изменяется объем произведенной продукции

$$F = \chi \cdot h \cdot r' \cdot \frac{1}{\tau}, \quad (7.2)$$

где h – доля оборотных средств, идущая на оплату рабочих, χ – характеризует прибавочный продукт: $\chi-1$ – это число штук продукта, переданного рабочими владельцу в обмен на одну штуку продукта, полученного ими в форме зарплаты; τ – время производственного цикла.

Замечания:

а) фактически здесь принято, что имеет место сдельная оплата труда. Это оправдано в случае серийного производства, когда предприятие может временно прекращать работу (простаивать). В современной России ситуация близка к таковой. Повременная оплата труда более эффективна в случае непрерывного поточного производства;

б) оборотные средства r' составляют основную часть полных накоплений владельцев r . Другая (меньшая) часть r'' не используется в производстве, а идет на покрытие личных нужд владельца. Далее для удобства мы примем:

$$r' = (1-g) \cdot r; \quad r'' = g \cdot r, \quad (7.3)$$

где $g < 1$ – доля накоплений владельцев, используемая ими для приобретения продуктов для личных нужд в соответствии с функцией спроса;

в) коэффициент χ зависит от уровня технологии, определяющего производительность труда, и от психологии рабочих и владельцев. Величина χ кроме того определяется в результате договора между владельцами и рабочими и, следовательно, тоже отражает «человеческий фактор». В разных странах величина χ может быть различной.

3. Область $r' > r_{\min}$, которая соответствует ситуации, в которой все производственные мощности загружены максимально. Тогда количество продукции, производимой в единицу времени, зависит только от количества и качества (т.е. производительности) оборудования и равно $F_{\max}$. Увеличение оборотных средств в этом случае не ведет к увеличению производства продукта, т.е. $F(r') = F_{\max}$ и не зависит от r' . (Реально величина $F_{\max}$ изменяется со временем под воздействием инвестиций в основные средства, а также из-за естественного выбытия основных средств вследствие их физического и морального устаревания. Однако здесь для упрощения изложения $F_{\max}$ считается неизменной, т.е., поскольку производственные процессы, по существу, рассматриваются в краткосрочном периоде. Соответственно, денежные балансы в излагаемой версии модели не учитывают динамику долгосрочных инвестиций.)

В кусочно-линейном представлении производственную функцию можно записать в виде:

$$F(r) = \begin{cases} \frac{\chi \cdot h \cdot (1-g)}{\tau} \cdot r, & \text{при } r < r_{\max} \\ F_{\max}, & \text{при } r > r_{\max} \end{cases}, \quad (7.4)$$

где $F_{\max} = \frac{\chi \cdot h \cdot (1-g)}{\tau} \cdot r_{\max}$.

Область, где $F = \frac{\chi \cdot h \cdot (1-g)}{\tau} \cdot r$, соответствует низкопродуктивному (НП) состоянию, а область, где $F = F_{\max}$, – высокопродуктивному (ВП) состоянию.

В модели особую роль играют переменные издержки, пропорциональные объему производства. К ним относятся: налоги, издержки на сырье, энергию, транспорт и зарплата рабочим. Отметим, что важную роль играет оплата труда. С одной стороны, она определяет объем производства, с другой стороны – входит в число издержек.

С учетом этого издержки можно представить в виде:

$$F \cdot (k_2 + \lambda) + F \cdot (1 + k_1) \cdot \frac{1}{\chi} \quad (7.5)$$

В НП состоянии, где $F = \frac{\chi \cdot h \cdot (1-g)}{\tau} \cdot r$, издержки равны:

$$\begin{aligned} & \frac{\chi \cdot h \cdot (1-g)}{\tau} \cdot r \cdot (k_2 + \lambda) + \frac{h \cdot (1-g)}{\tau} \cdot r \cdot (1 + k_1) = \\ & = \frac{\chi \cdot h \cdot (1-g)}{\tau} \cdot r \cdot \left[k_2 + \lambda + \frac{1}{\chi} \cdot (1 + k_1) \right] = \frac{\chi \cdot h \cdot (1-g)}{\tau} \cdot r \cdot (1 - \mu) \end{aligned} \quad (7.6)$$

где $\mu = 1 - \left[k_2 + \lambda + \frac{1}{\chi} \cdot (1 + k_1) \right]$.

Здесь k_2 – доля произведенного продукта, выплачиваемого в форме налогов; λ – доля произведенного продукта, выплачиваемая за сырье, энергию и транспорт, т.е. товары и услуги сырьевых компаний и естественных монополий; k_1 – социальный налог, начисляемый на фонд оплаты труда.

Замечания:

- а) налоговая система в современной России достаточно сложна (как, впрочем, и в других странах). В данном случае речь идет о налогах начисляемых юридическим лицам. Мы используем один коэффициент k_2 , включающий налоги на прибыль, НДС и т.д., поскольку все они пропорциональны объему производства;
- б) в современной России заметную роль играют нелегальные поборы (так называемые «откаты», взятки и т.п.). Они тоже пропорциональны объему производства и могут быть учтены как дополнительное увеличение коэффициента k_2 , по сравнению с официальными налоговыми ставками;
- в) параметр $(1-\mu)$ имеет простой смысл: это отношение издержек к валовой продукции. Иными словами, рентабельность производства равна μ ;
- г) величина λ фигурирует в (7.5) и (7.6) как внешний параметр. В действительности величина λ зависит от отношения цен сырья и товаров естественных монополий (далее СТЕМ) к цене внутреннего продукта p . Как упоминалось, цена части СТЕМ (например, отдельных видов сырья) пропорциональна цене p . В этом случае величина λ постоянна. Цены другой части СТЕМ (транспорт, энергия) фиксируются на определенное время, в течение которого относительные издержки обратно пропорциональны p . В целом можно положить:

$$\lambda = \lambda_0 \left(1 - a + a \frac{p_0}{p} \right), \quad (7.7)$$

где a – доля издержек на СТЕМ, цены которых фиксированы; λ_0 и p_0 – значения соответствующих величин в момент фиксации.

Учет импорта

В настоящее время на внутреннем рынке России существенную роль играют импортные товары. В последние годы величина импорта Q_{imp} непрерывно возрастала и достигла уровня порядка 30% от величины отечественного производства. Разумеется, импортируются не все товары, а лишь те, цена которых p_{ex} (в свободно конвертируемой валюте – СКВ) существенно ниже цен на внутреннем рынке (с учетом курса рубля к СКВ). Поэтому рентабельность импортных операций достаточно высока и по порядку величины равна:

$$rent_{imp} \approx \left(\frac{p}{cp_{ex}} - 1 \right),$$

где c – курс рубля к СКВ (здесь мы не учитываем издержки на транспорт и хранение импортных товаров, которые относительно малы). В настоящее время рентабельность импорта товаров обрабатывающих отраслей сильно превышает рентабельность отечественных предприятий. Величина импорта Q_{imp} определяется не только рентабельностью, но и другими факторами. Тем не менее и она возрастает с ростом цены p . В модели Q_{imp} учитывается как внешний параметр.

Основные экономические агенты

Население страны в модели разделено на 7 групп, представленных в табл. 7.1. Известны данные по численности групп n_i (в млн человек).

В табл. 7.1 названы те группы, которые имеют доходы и тратят их на приобретение продукта, а также участвуют в производстве. Полное число таких людей при-

нято равным $N=100$ млн. В табл. 7.1 не учтены несовершеннолетние, поскольку они не имеют доходов и не участвуют лично в приобретении товаров.

Таблица 7.1

Группы населения и их численность

№ п/п	Группа	Численность n_i (млн чел.)
1	Пенсионеры	31
2	Работники промышленности (ВОС)	24
3	Бюджетники (ГС)	23
4	Работники сферы услуг (СУ)	12
5	Работники сырьевой промышленности (ЭОС)	3
6	Владельцы (ВОС, СУ)	5
7	Элита (ГС, ЭОС)	0,3

Основной признак разделения на группы – характер экономической деятельности (или, что то же самое, способ получения дохода).

Группа 1 – пенсионеры. Их доходы номинированы в рублях и постоянны в соответствии с законом. Часть из пенсионеров продолжают работать (или подрабатывать) и по этому принципу они должны быть отнесены к группе 2 или 4. Однако, информация о том, какова эта часть, не достоверна.

Группа 2 – рабочие и служащие промышленных предприятий (ВОС). Их доходы в рамках модели составляют определенную часть оборотных средств и номинированы в штуках продукта. В стабильных условиях, когда цена продукта p постоянна (ценовая инфляция отсутствует) доход может быть номинирован как в штуках, так и в рублях. При изменении цены p то, в каких единица номинированы доходы рабочих, становится существенным.

Модель допускает вариант, в котором зарплаты рабочих номинируются в рублях и при инфляции реальные доходы (покупательные способности) падают.

Группа 3 – бюджетники (ГС). Их доходы номинированы в рублях, они определяются штатным расписанием и постоянны. В эту группу входят: чиновники, военнослужащие, работники в сферах образования, науки и медицины. Их доходы выше, чем у пенсионеров, но дисперсии доходов подгрупп очень велики.

Группа 4 – работники в сфере услуг (СУ). Их доходы, так же как и в группе 2, зависят от оборотных средств соответствующих предприятий и номинированы в штуках. В среднем (в пределах погрешности оценки) их доходы равны доходам второй группы. В рамках модели важна суммарная численность работников 2 и 4 групп.

Группа 5 – работники сырьевых предприятий (ЭОС). Их зарплата выплачивается в рублях (в соответствии с запретом использования иной валюты как платежного средства внутри России). Величина ее зависит от состояния предприятий. Как упоминалось ранее, сырьевые отрасли в модели не рассматриваются. Однако их работники потребляют продукцию на внутреннем рынке России, что необходимо учесть в модели.

Группа 6 – условно именуется «владельцы». В нее входят собственники предприятий всех масштабов (мелких, средних, крупных), как обрабатывающей промышленности, так и сферы услуг (ВОС, СУ). Также в нее включены топ-менеджеры средних и крупных предприятий, как правило, являющиеся совладельцами данных структур – держателями весомых пакетов акций. Они объединены в одну группу по принципу

получения доходов. Их доходы напрямую связаны с прибыльностью предприятий. Эти доходы могут быть оформлены по-разному: как «зарплата», как выплата дивидендов по акциям, как «премии» и т.п. Важно, что в стационарных условиях, когда накопления участников всех групп не изменяются во времени, вся прибыль распределяется между «владельцами», как их доходы, и тратится данными «владельцами» на личные нужды.

Группа 7 – «элита». В нее входят высшие чиновники, владельцы крупных предприятий (в том числе сырьевых), банков и «олигархи». Доходы и накопления в этой группе находятся в интервале от десятков миллионов до миллиардов рублей (накопления в других валютах выше, но в расчет они здесь не берутся).

В экономике (и в других развивающихся системах) существует правило: плотность распределения в столь широком диапазоне подчиняется закону Парето, т.е. имеет степенной вид:

$$\rho(u) = N_7 \cdot \frac{U_{\min}}{U^2}$$

где N_7 – численность группы.

Отсюда можно оценить сумму рублевых накоплений элиты:

$$U_7^{\text{Total}} = \int dU N_7 \frac{U_{\min}}{U^2} U = N_7 U_{\min} \ln \left(\frac{U_{\max}}{U_{\min}} \right) \approx 2 \div 3 \text{ трлн руб.}$$

Число людей в этой группе мало (~0,3%), тем не менее, именно в ней сосредоточена значительная часть средств. Поведенческие реакции элиты отличаются от других групп. На потребительском рынке России элита практически не участвует. Даже товары первой необходимости и долговременного пользования элита приобретает за счет импорта или за рубежом. Потребление ее сосредоточено в элитной части функции спроса.

Структура модели

Динамическими переменными являются накопления членов каждой группы: U_i , $i=1, \dots, 7$ и цена продукта p . Уравнения для U_i представляют собой баланс доходов и расходов каждого из агрегатов. Цена продукта p определяется из условия баланса спроса и предложения на рынке. Суммарный спрос определяется накоплениями всех групп и функцией спроса. Предложение равно сумме произведенного и импортного продуктов.

Для построения модели использованы методы теории динамических систем. Этот метод опробован на примере моделирования развивающихся систем (в частности, биологических).

1. Уравнение для U_1 (накопления пенсионеров) имеет вид:

$$\frac{dU_1}{dt} = \bar{P}_1 - p \cdot Q\left(\frac{U_1}{p}\right) = \bar{P}_1 - p \cdot Q(r_1) \quad (7.8)$$

где $\bar{P}_1$ – размер пенсии (в рублях в месяц). В модели эта величина является внешним параметром; $Q\left(\frac{U_1}{p}\right)$ – потребление продукта (в штуках в месяц); p – цена продукта (в рублях за штуку); $r_1 = \frac{U_1}{p}$ – покупательная способность (в штуках).

Характерное время изменения переменных для этого уравнения равно одному месяцу, поскольку именно с такой периодичностью выдается пенсия. Далее мы примем эту величину за единицу измерения времени.

2. Уравнение для работников предприятий имеет вид:

$$\frac{dU_2}{dt} = (1-k_0) \cdot P_2 \cdot p - p \cdot Q\left(\frac{U_2}{p}\right), \quad (7.9)$$

где P_2 – зарплата (в штуках в месяц); $k_0=0,13$ – подоходный налог, который взимается со всех физических лиц, исключая пенсионеров.

Как упоминалось ранее, владельцы промышленных предприятий и сферы услуг объединены в одну группу N_6 . Соответственно, в рамках модели работники этих предприятий получают одинаковую зарплату.

Суммарная зарплата всех работников сферы услуг и предприятий промышленности равна

$$(n_2 + n_4) \cdot P_2 = n_6 \cdot \frac{1}{\tau} \cdot h \cdot (1-g) \cdot r_6$$

Отсюда зарплата каждого работника составляет:

$$P_2 = \frac{n_6}{n_2 + n_4} \cdot \frac{1}{\tau} \cdot h \cdot (1-g) \cdot r_6. \quad (7.10)$$

Эта величина зависит от динамических переменных U_6 и p и определяется в результате решения системы уравнений.

3. Уравнение для накоплений бюджетников U_3 имеет вид:

$$\frac{dU_3}{dt} = (1-k_0) \cdot \bar{P}_3 - p \cdot Q\left(\frac{U_3}{p}\right) = (1-k_0) \cdot \bar{P}_3 - p \cdot Q(r_3) \quad (7.11)$$

где $\bar{P}_3$ – зарплата в рублях, которая также как и $\bar{P}_1$ является внешним параметром.

4. Уравнение для накоплений работников сферы услуг U_4 имеет вид, аналогичный уравнению для U_2 :

$$\frac{dU_4}{dt} = (1-k_0) \cdot P_4 \cdot p - p \cdot Q\left(\frac{U_4}{p}\right) \quad (7.12)$$

5. Уравнение для накоплений работников сырьевой промышленности U_5 :

$$\frac{dU_5}{dt} = (1-k_0) \cdot \bar{P}_5 - p \cdot Q\left(\frac{U_5}{p}\right) = (1-k_0) \cdot \bar{P}_5 - p \cdot Q(r_5) \quad (7.13)$$

где $\bar{P}_5$ – зарплата, которая, как упоминалось выше, выплачивается в рублях и в модели фигурирует как внешний параметр.

6. В уравнении для накоплений владельцев U_6 учтем, что на рынок поступает не только «своя» продукция (величина которой равна $N_6 F$), но и импортные товары в объеме Q_{imp} . Доходы от продажи этих товаров поступают к импортёрам. В модели принято, что доход от продажи распределяется между владельцами и импортёрами пропорционально объёмам продукта, предлагаемого ими на рынке. С учетом этого можно положить:

$$\frac{dU_6}{dt} = \frac{p}{N_0} \left\{ \frac{FN_6}{FN_6 + Q_{imp}} \cdot \frac{1}{N_6} \cdot \sum_{i=1}^5 N_i \cdot Q(r_i) - (1-\mu)F - \frac{Q_{imp}}{N_6 F + Q_{imp}} Q(gr_6) \right\}; \quad (7.14)$$

Здесь первый член – доходы от реализации своей продукции. Отношение $FN_6 / (FN_6 + Q_{imp})$ – доля отечественной продукции на рынке. Отношение $Q_{imp} / (FN_6 + Q_{imp})$ – доля личных затрат владельцев на импортную продукцию. В уравнении (7.14) отсутствуют доходы от продажи своей продукции самим себе и расходы по их приобретению, поскольку они компенсируются. В многопродуктовой модели владельцы производят и потребляют разные товары. Однако в денежном выражении эти доходы и расходы тоже должны компенсироваться.

Уравнение для цены p имеет вид:

$$\frac{dp}{dt} = \gamma \left\{ \sum_{i=1}^5 N_i \cdot Q(r_i) + N_6 \cdot Q(g \cdot r_6) - Q_{imp} - N_6 \cdot F \right\}; \quad (7.15)$$

Оно означает, что изменения цены определяются динамикой спроса и предложения. Равновесная рыночная цена соответствует случаю, когда спрос равен предложению. Первые два члена выражены в «штуках» в месяц и обсуждались выше. Последние два члена соответствуют предложению. Величина Q_{imp} представляет собой количество импортного товара, поступающее на внутренний рынок («штуки» в месяц). Последний член – поступление товаров отечественного производства.

Параметр γ определяет скорость установления равновесной цены. Размерность этого параметра – руб./шт. (на сколько изменится цена при изменении предложения на одну штуку) и он может быть представлен как $\gamma = \frac{\hat{P}}{\hat{q}} \frac{\tau_0}{\tau_p}$; где: $\hat{P}$ – параметр порядка равновесной цены одной штуки, $\hat{q} \approx 1$ – одна «штука» (физическая единица измерения количества продукта); $\tau_0 = 1$ месяц (принятая в модели единица измерения времени); τ_p – время установления равновесной цены. Известно, что цена на рынке устанавливается быстро, т.е. $\tau_p \ll \tau_0$.

Уравнения (7.8)–(7.15) составляют полную систему. В этой системе имеет место временная иерархия, т.е. имеются: быстрый процесс (7.15) (установление рыночной цены с характерным временем τ_p), промежуточные процессы с характерным временем $\tau_0 = 1$ месяц [уравнения (7.8)–(7.12)] и «медленный» процесс [уравнение (7.13)] с характерным временем $\tau \approx 3$ мес. (В экономике существует также еще более медленный процесс – инвестиционный, приводящий к изменению F_{max} , но, как уже отмечалось выше, в данной версии модели он не рассматривается.)

Модель можно упростить (редуцировать), исключив «быстрый» процесс в соответствии с теоремой Тихонова [Оболенский 2006]. При этом уравнение (7.15) заменяется алгебраическим соотношением:

$$\left\{ \sum_{i=1}^5 N_i \cdot Q(r_i) + N_6 \cdot Q(g \cdot r_6) - Q_{imp} - N_6 \cdot F \right\} = 0; \quad (7.16)$$

из которого определяется значение цены p . Отметим, что по условиям теоремы Тихонова, редукция возможна только, если уравнение (7.15) устойчиво. Если это условие выполнено, то с учетом (7.16) уравнение (7.14) тоже упрощается и принимает вид:

$$\frac{dU_6}{dt} = (\mu \cdot F - Q(g \cdot r_6))p; \quad (7.17)$$

Методика моделирования

Модель включает в себя дифференциальные и алгебраические уравнения, моделирующие:

- 1) динамику производства;
- 2) динамику спроса (изменение функции потребления по различным социальным группам);
- 3) динамику накоплений различных социальных групп населения (баланс доходов и расходов);
- 4) динамику бюджетных доходов и расходов государства;
- 5) динамику ценообразования на внутреннем рынке (баланс спроса и предложения, инфляционные процессы).

Основными уравнениями модели являются следующие: (7.8)–(7.13), (7.16), (7.17). Параметры модели задаются на основе эмпирических данных (*источник: Росстат*) либо оцениваются на основе процедуры идентификации с использованием эмпирических данных.

Расчеты ведутся по следующей схеме.

На основе анализа эмпирических данных определяется временной интервал, для которого имеется надежная статистика, выбирается начальный момент времени t_0 для проведения расчетов и соответствующие ему значения переменных модели. Проводятся тестовые расчеты для выбранного временного интервала с целью определения и согласования значений параметров модели для рассматриваемых сценариев. После настройки модели проводятся расчеты значений переменных на прогнозный период при выбранных значениях параметров.

Результаты моделирования

На основе изложенной выше методики было проведено тестирование модели, а также проведены расчеты реакции экономической системы на изменение параметров в результате изменения внешней среды (мировые цены на сырье, курсы валют и т.п.) и/или принимаемых экономических решений.

В условиях начавшегося кризиса, когда все экономические показатели быстро и непредсказуемо меняются, очень важно выбрать момент, когда будут приняты те или иные меры. В зависимости от времени приложения управляющих воздействий реакция системы на них может быть существенно различной. Можно упустить время и тогда никакие меры не помогут.

Принимая это во внимание, вначале рассмотрим ответы модели на разные воздействия в докризисной ситуации, а затем приведем примеры ее ответов в настоящее время.

А. ДОКРИЗИСНАЯ СИТУАЦИЯ

До кризиса цены товаров естественных монополий практически не регулировались государством и не фиксировались. Исходя из этого, в данном разделе будем использовать в модели формулу (7.7), полагая в ней, что параметр $a=0$.

Первый вопрос: Как возрастет инфляция, если пенсионерам бюджетникам будет увеличено финансирование? Результат представлен на [рис. 7.5](#).

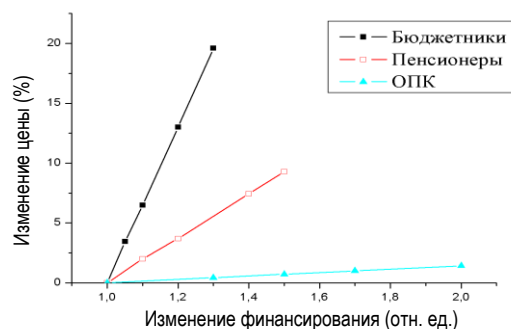


Рисунок 7.5

Реакция системы на увеличение финансирования бюджетникам, пенсионерам и ОПК

По оси абсцисс отложено изменение финансирования в долях от имеющегося финансирования (2007). По оси ординат отложено изменение цены p в процентах. Видно, что увеличение зарплаты бюджетникам на 25% вызывает инфляцию на 20%, т.е. инфляция практически съедает все прибавление к зарплате.

Средняя линия – увеличение пенсий. Инфляция при этом ниже, поскольку объем выделяемых средств намного меньше, но тоже достаточно велика.

Второй вопрос: Как возрастет инфляция при увеличении финансирования оборонно-промышленного комплекса (ОПК)? Для ответа на этот вопрос в модель была введена дополнительная группа – сотрудники ОПК и определена ее численность. По аналогии с другими группами для нее было записано динамическое уравнение доходов и расходов [Чернавский и др. 2004]. Доходы этой группы зависят от объема госзаказа ОПК. Особенность этой группы в том, что ее продукция не попадает на внутренний рынок России и, следовательно, – в уравнение для цены.

В действительности, предприятия ОПК производят военную продукцию на экспорт (примерно одна треть), продукцию в соответствии с госзаказом ОПК (тоже одна треть) и мирную продукцию, поступающую на внутренний рынок (результат конверсии).

Расчет, проведенный с учетом приведенной выше структуры продукции ОПК, представлен нижней линией на рис. 7.5. Видно, что эффект инфляции здесь существенно ниже. Причины просты. Во-первых, средства, выделяемые ОПК, поступают на рынок не все и не сразу. Непосредственно на рынок поступает малая часть – зарплата сотрудникам. Во-вторых, прибыль, получаемая в результате выполнения госзаказа, стимулирует производство ТНП на тех же заводах. В-третьих, объем необходимых средств намного меньше, чем в случае прибавок зарплат и пенсий.

Мы не обсуждаем здесь эффект инноваций. Последние, как правило, возникают и разрабатываются на предприятиях ОПК и затем распространяются на все предприятия. Однако, этот эффект в модели пока не учитывается.

Третий вопрос: Каков эффект от предоставления предприятиям обрабатывающей промышленности долговременных кредитов частными банками? Этот вопрос не требует вмешательства государства, тем не менее, мы его обсудим в рамках модели.

Результаты расчетов представлены на рис. 7.6. В качестве примера взято среднее предприятие. По оси абсцисс отложена величина кредита (в год, в долях от оборота). По оси ординат – объем производства. Принято, что кредит долговременный и в обозримом будущем его возврат не планируется, так что предприятие выплачивает только проценты.

Из рис. 7.6 видно, что малые кредиты большой роли не играют и результаты практически не зависят ни от величины, ни от процента. Большие кредиты при малых процентах (меньше 10% годовых) влияют положительно и даже могут перевести предприятие в высокопроизводительное (ВП) состояние (более подробно о ВП состоянии смотри, например, в [Чернавский 2002a]). Однако кредиты под большие проценты (больше 15%) губительны и приводят к банкротству. В современной России частные банки кредитуют предприятия под 25% и выше, иначе им это не выгодно.

Некоторые предприятия, оказавшись в экстремальной ситуации, вынуждены брать подобные кредиты, но, в основном, впоследствии они банкротятся. Кратковременные кредиты (с возвратом) тоже не выгодны предприятиям (кроме «газелей», которые часто данными кредитами пользуются).

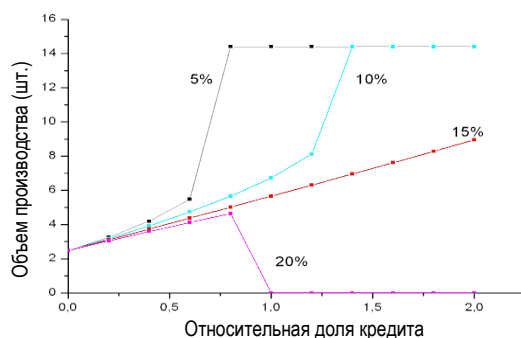


Рисунок 7.6

Реакция на предоставление долговременных кредитов предприятиям обрабатывающей промышленности

Из изложенного следует, что система коммерческих банков в России не может справиться с задачей долговременного кредитования и, следовательно, не может вывести страну ни из наступившего кризиса, ни из НП состояния (стагнации).

Этот вывод не касается развитых стран (например, США). Дело в том, что банковская система любой страны должна быть согласована с работой других экономических институтов и с экономикой в целом. Процесс согласования обычно бывает длинным и трудным. В США, например, он длился более ста лет. Банковская система России построена по образу и подобию таковой в США (т.е. скопирована с нее). И недостаток выстроенной в РФ системы не в том, что она «несовершенна» или «недоразвита» – главное, что она не согласована с реалиями российской экономики, не адекватна ей. Это утверждение касается всех финансовых институтов. Бездумное перенесение успешно работающих в развитых странах финансовых институтов не приводит к положительным результатам в России. В результате экономика России может попасть в так называемую «институциональную ловушку».

Четвертый вопрос: К какому результату приведет государственное долговременное и беспроцентное кредитование? Результаты представлены на рис. 7.7. Видно, что небольшой объем кредита (порядка 2–3% от оборотных средств в квартал) несколько оживляет производство, но через несколько лет система возвращается в ИП состояние. При объеме кредита порядка 4–5% экономика переходит в ВП состояние. В ценах 2007 г. в масштабах страны этот кредит составляет порядка 1 трлн руб. в год.

Б. СОВРЕМЕННАЯ СИТУАЦИЯ (В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА)

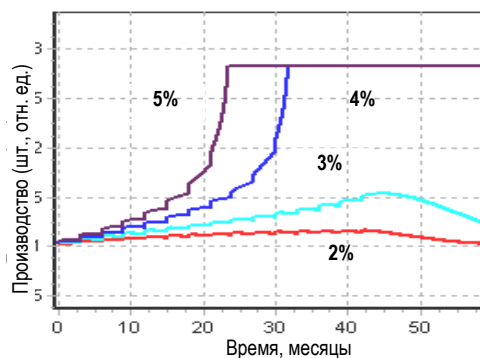


Рисунок 7.7
Реакция системы
на долговременное государственное
кредитование

Начало экономического кризиса в России датируется августом 2008 г. т.е. совпадает со временем проявления мирового финансового кризиса. Как упоминалось, эти кризисы имеют разную природу, и российский кризис мог бы произойти позже. Однако они произошли одновременно. Тому есть причины – финансовый кризис в США «подтолкнул» российский. Конкретно «толчок» заключался в следующем.

В начале финансового кризиса западные банки потребовали от российских банков и предприятий возврата кредитов, которые были взяты ранее из-за намного более низких ставок, чем в России. Министерство финансов России, «спасая» банки, выделило им 1,5 трлн руб. Эти средства были фактически изъяты из бюджета, и в результате российские предприятия, работающие по заказам государства, почти год не получали денег за уже выполненную работу. Данная операция оказалась равносильной изъятию большого объема оборотных средств, что в свою очередь, равносильно силовому перебросу в область притяжения более низкого состояния системы – начался кризис.

В начале кризиса была принята программа антикризисных мер. В частности, в ней декларировалась фиксация (и даже понижение) цен на некоторые товары и услуги естественных монополий. В модели фиксация цен описывается параметром a в формуле (7.7), который в докризисной ситуации был принят равным нулю. Приведем результаты моделирования кризисной ситуации с учетом отличия от нуля указанного параметра.

Положим, что в момент времени $t=0$ (реально, сентябрь 2008 г.), параметр затрат изменился и принял значение $\lambda=0,25$ (вместо изначального 0,16), при котором система при тех же значениях динамических переменных находится не в стационарном состоянии, а в области притяжения так называемого «натурального хозяйства», но вблизи сепаратрисы. Остальные параметры (кроме a) оставим прежними.

Без внешних воздействий система сама будет смещаться по траектории, ведущей к «натуральному хозяйству». Задача правительства – принять меры, способствующие перебросу системы через сепаратрису обратно в область притяжения низкопроизводительного, но стационарного состояния.

Приведем некоторые примеры ответов модели на вопросы: «Какова будет динамика развития кризиса, если...»

Первый вопрос: Какова роль частичной фиксации цен на продукцию естественных монополий?

На рис. 7.8 приведены результаты расчетов при различных значениях параметра a . По оси абсцисс отложено время в месяцах. По оси ординат – объем обрабатывающей промышленности (в естественных единицах) в долях от начального. Кривая $a=1$ означает, что все цены СТЕМ фиксированы на уровне конца 2008 г. Кривая $a=0,5$ означает, что 50% цен СТЕМ не фиксированы и изменяются пропорционально цене основного продукта. Видно, что в диапазоне $0,75 < a < 1$ положение стабилизируется на уровне более низком, чем исходный. Это означает, что экономика вернулась в НП-состояние, кризис миновал, но исходное состояние не достигнуто.

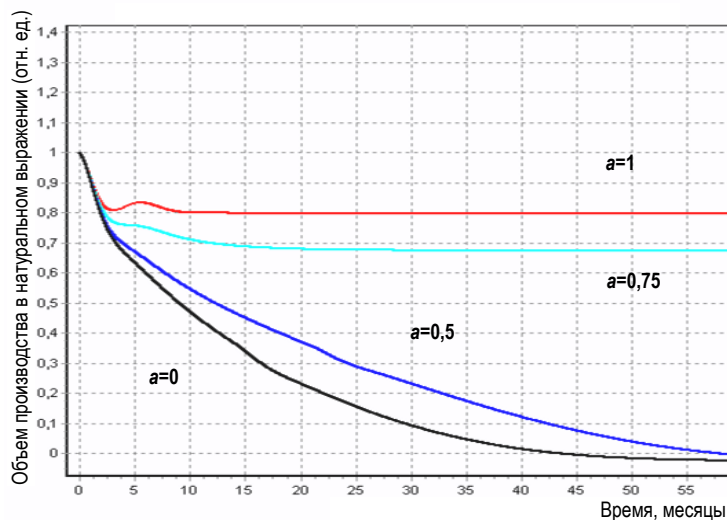


Рисунок 7.8
Динамика развития экономики
при различных вариантах государственного регулирования

При $a=0,5$ кризис продолжает развиваться в неблагоприятном направлении. Кривая $a=0$ означает, что цены на продукцию СТЕМ не фиксируются, не контролируются и государство никаких мер не предпринимает. Кризис развивается.

Таким образом, контроль за ценами продукции СТЕМ – очень важный фактор в управлении экономикой в кризисной ситуации.

Второй вопрос: Как повлияет на развитие кризиса изменение налогов?

В модели налоги представлены тремя параметрами: подоходный налог k_0 , социальный налог k_1 и налог на предприятия k_2 . Последний представляет собой совокупность налогов, пропорциональных выручке. Параметр k_2 является долей от выручки и существенно влияет на рентабельность. В модели 2007 г. было принято: $k_2=0,2$.

На рис. 7.9 представлена динамика производства при изменении параметра k_2 в момент времени $t_1=12$ мес. (через год после начала кризиса). По оси абсцисс отложено время (в месяцах). По оси ординат – производство в долях от исходного.

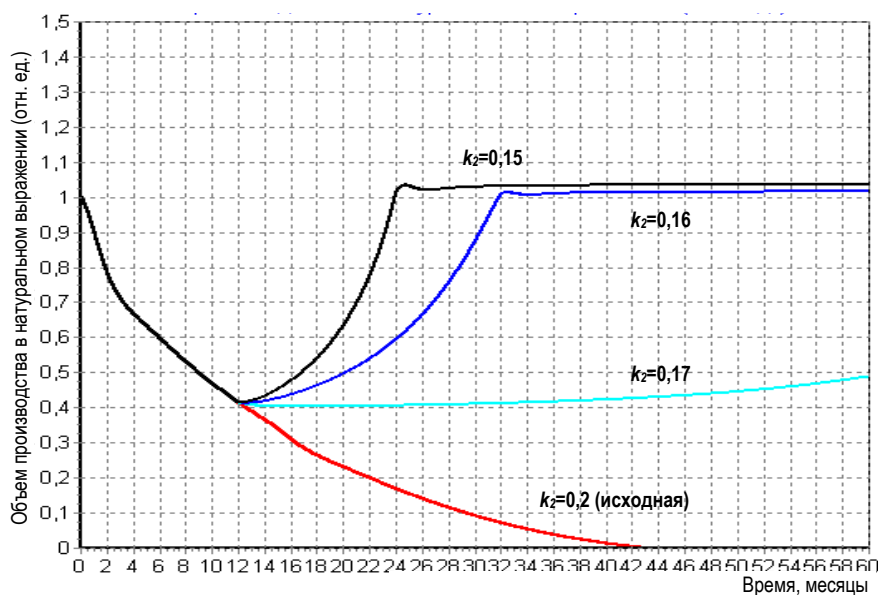


Рисунок 7.9

Выход экономики из кризиса при различных ставках налога на предприятие

Видно, что при сохранении налоговой ставки кризис продолжает усугубляться. При снижении налоговой ставки система возвращается в исходное положение (кризис преодолевается). Однако время возврата зависит от ставки: отметим, что оно еще сильнее зависит от момента принятия решения о снижении ставки. Дело в том, что кризис со временем углубляется и для выхода из него требуется большее снижение налогов.

Третий вопрос: Каков эффект государственного кредитования в кризисных условиях?

Выше было показано, что кредитование предприятий частными банками в России неэффективно даже в обычных условиях – банкам это не выгодно. Тем более оно не эффективно в кризисный период. Здесь мы рассмотрим вопрос о долгосрочном льготном кредитовании за счет государства (минуя частные банки).

На рис. 7.10 приведены результаты расчетов при условии, что кредит (dU) выдается в определенный момент и весь «сразу». По оси абсцисс отложено время, по оси ординат – производство.

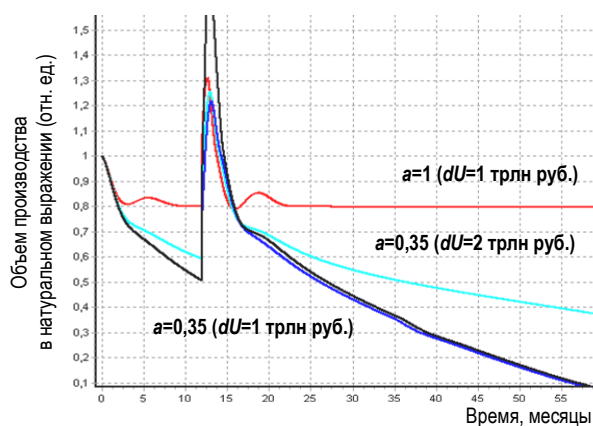


Рисунок 7.10
Выход из кризиса при разных уровнях кредитования

Видно, что во всех случаях (кроме $a=1$) кредиты расходуются очень быстро и на последствия не влияют.

На рис. 7.11 приведены результаты расчетов, когда кредит выдается поквартально ($\lambda=0,25$; $a=0,4$) в течение 4 лет. Результат зависит от величины кредита dU .

Видно, что при кредите порядка 1,5–2,0 трлн в год возможна стабилизация и даже возврат в исходное состояние. Однако по истечении срока кредитования система снова переходит в кризисный режим.

Приведенные результаты моделирования показывают возможности модели по оценке реакции экономики РФ на изменяющиеся внешние условия и по выявлению последствий различных мер государственного регулирования. Модель позволяет описать динамику системы при отсутствии экономического равновесия, что является необходимым условием моделирования в условиях кризиса. Модель может быть использована как инструмент макроэкономического анализа и поддержки принятия решений.

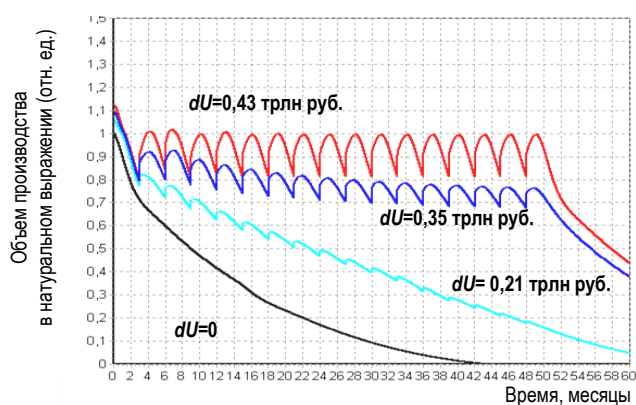


Рисунок 7.11
Выход из кризиса в случае, если кредит выдается ежеквартально

Приложение 2

ЛОВУШКА НА ВЫХОДЕ ИЗ ЛОВУШКИ. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКОЙ ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ В СТРАНАХ МИР-СИСТЕМНОЙ «ПЕРИФЕРИИ»

С точки зрения демографической ситуации современный этап истории человечества кардинально отличается от всех других исторических эпох. Глобальный демографический переход изменил характер исторических процессов до неузнаваемости. Если в большинстве стран численность населения относительно стабильна или стабилизируется, то развитие аграрных империй до сих пор прерывается социально-демографическими коллапсами, т.е. периодами депопуляции, за каждым из которых стоят сотни тысяч, а иногда миллионы человеческих трагедий [см., например: Коротаяев, Халтурина, Божевольнов 2010]. Связано это было во многом с тем, что вплоть до самого недавнего времени человечество находилось в так называемой «мальтузианской ловушке».

Под «мальтузианской ловушкой»³¹ (*Malthusian Trap*) понимается типичная для доиндустриальных обществ ситуация, когда рост производства средств к существованию вследствие обгоняющего его демографического роста не сопровождается в долгосрочной перспективе ростом производства на душу населения и улучшением условий существования подавляющего большинства населения, остающегося на уровне, близком к уровню голодного выживания³².

На протяжении доиндустриальной истории человечества (в особенности применительно к сверхсложным аграрным социальным системам) масштабные внутриполитические потрясения были очень часто связаны именно с нахождением человеческих обществ в мальтузианской ловушке³³.

Отметим, что сам Мальтус рассматривал войны (в том числе, естественно, и внутренние) как один из важнейших результатов перенаселения наряду с эпидемиями и голодовками. Более того, он рассматривал войны, эпидемии и голодовки (а все это наблюдалось в изобилии в Китае 1850–1870 гг.) как своеобразные «позитивные ограни-

³¹ На языке нелинейной динамики ее также можно назвать «аттрактором равновесия нижнего уровня» (*low-level equilibrium attractor*) [ср.: Nelson 1956].

³² См., например: [Malthus 1978 (1798); Мальтус 1993 (1798); Artzrouni, Komlos 1985; Steinmann, Komlos 1988; Komlos, Artzrouni 1990; Steinmann, Prskawetz, Feichtinger 1998; Wood 1998; Kögel, Prskawetz 2001; Гринин, Коротаяев, Малков 2008; Гринин, Коротаяев 2009; Гринин и др. 2009; Гринин 2010].

³³ См. [Гринин, Коротаяев 2009; Гринин, Коротаяев, Малков 2008; Гринин и др. 2009; Гринин 2007; Коротаяев 2006; Коротаяев, Комарова, Халтурина 2007; Кульпин 1990; Малков 2002, 2003, 2004; Малков, Малков 2000; Малков, Ковалев, Малков 2000; Малков и др. 2002; Малков, Селунская, Сергеев 2005; Малков, Сергеев 2004; Мугрузин 1986, 1994; Неведов 1999–2010; Неведов, Турчин 2007; Турчин 2007; Chu, Lee 1994; Korotayev, Khaltourina 2006; Korotayev, Malkov, Khaltourina 2006b; Nefedov 2004; Turchin 2003, 2005a, 2005b; Turchin, Korotayev 2006; Turchin, Nefedov 2009; Usher 1989].

чители» (*positive checks*), сдерживавшие перенаселение в доиндустриальных обществах [Мальтус (1798) 1993; Malthus 1978]. Таким образом, в доиндустриальных обществах кровавые внутрисполитические потрясения зачастую оказывались прямым следствием пребывания соответствующих социальных систем в мальтузианской ловушке.

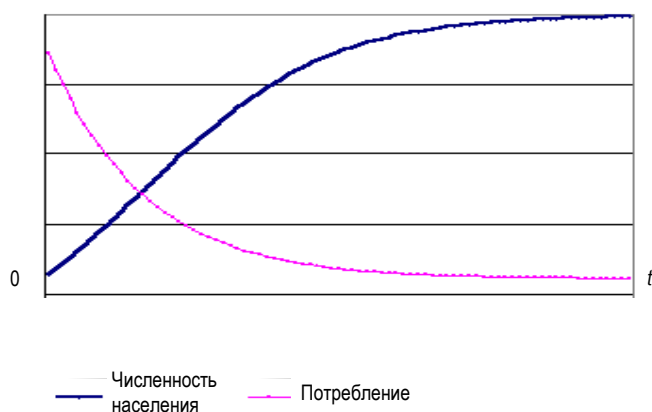
К настоящему времени уже разработано довольно большое число математических моделей политико-демографической динамики находящихся в мальтузианской ловушке социальных систем, т.е. математических моделей «вековых» социально-демографических циклов, на одной из фаз которых (а именно на фазе социально-демографического коллапса) наблюдалось катастрофическое усиление политической нестабильности³⁴.

Большинство этих моделей строится на основе классической популяционной модели Р.Перла, описываемой в основе своей хорошо известным логистическим уравнением Ферхюльста [Ризниченко 2002; Коротаев, Малков, Халтурина 2007]:

$$\frac{dN}{dt} = r\left(1 - \frac{N}{K}\right)N, \quad (1)$$

где N – численность популяции, K – несущая способность земли, а r – темпы роста численности популяции в условиях отсутствия ресурсных ограничений.

Решение этого уравнения представлено на рис. 1.



Источник: [Нефедов 2003: 5, рис. 1].

Рисунок 1
Логистическая кривая и кривая душевого потребления

В ходе исторического процесса человечество создавало и внедряло инновации, расширявшие его экологическую нишу [см., например: Гринин 2006]. В Новое и Новейшее время этот процесс стал все более ускоряться, и показатели ВВП на душу населения стали все сильнее превышать необходимый для простого выживания минимум.

³⁴ [Chu, Lee 1994; Малков 2002, 2003, 2004, 2009; Малков, Ковалев, Малков 2000; Малков и др. 2002; Komlos, Nefedov 2002; С. Малков, А. Малков 2000; Малков, Сергеев 2004; Turchin 2003, 2005a, 2005b; Nefedov 2004; Малков, Селунская, Сергеев 2005; Turchin, Korotayev 2006; Turchin, Nefedov 2009; Турчин 2007; Нефедов, Турчин 2007; Коротаев 2006; Коротаев, Комарова, Халтурина 2007; Коротаев, Халтурина, Божевольнов 2010 и т.д.].

В XIX в. человечество вступило на путь демографического перехода (что было тесно связано с гиперболически ускорявшимся технологическим, экономическим и демографическим развитием Мир-системы [см. подробнее: Коротаев, Малков, Халтурина 2007], и в сочетании с ростом производительности сельского хозяйства и общим мощнейшим модернизационно-технологическим прорывом последних веков позволило большинству стран окончательно вырваться из «мальтузианской ловушки» социально-демографических циклов [математические модели выхода из «мальтузианской ловушки» см. Коротаев, Малков, Халтурина 2007; Коротаев, Халтурина, Божевольнов 2010; см. также: Гринин, Коротаев, Малков 2008; Гринин и др. 2009].

Первая стадия демографического перехода сопровождается падением смертности в связи с улучшением обеспеченности населения продовольствием, развитием систем водоснабжения и канализации, технологий здравоохранения, а также в связи с распространением современных медицинских знаний, что обуславливает увеличение скорости роста населения. На второй стадии дальнейшее развитие медицины вкупе с другими модернизационными процессами (в особенности в связи с ростом уровня образования среди женщин) ведет к массовому использованию средств ограничения рождаемости и снижению темпов роста населения [см., например: Chesnais 1992; Вишневский 1976, 2005, 2006; Коротаев, Малков, Халтурина 2007].

При этом упомянутые положительные изменения в жизни населения, связанные с выходом из «мальтузианской ловушки», парадоксальным образом систематически (и вполне закономерно) сопровождаются мощными социально-политическими потрясениями и гражданскими войнами. Чтобы объяснить этот парадокс, в качестве типичного примера исследуем ситуацию в Алжире в период 1962–1991 гг., т.е. от времени завоевания алжирцами независимости до начала кровопролитной³⁵ гражданской войны 1992–2002 гг.

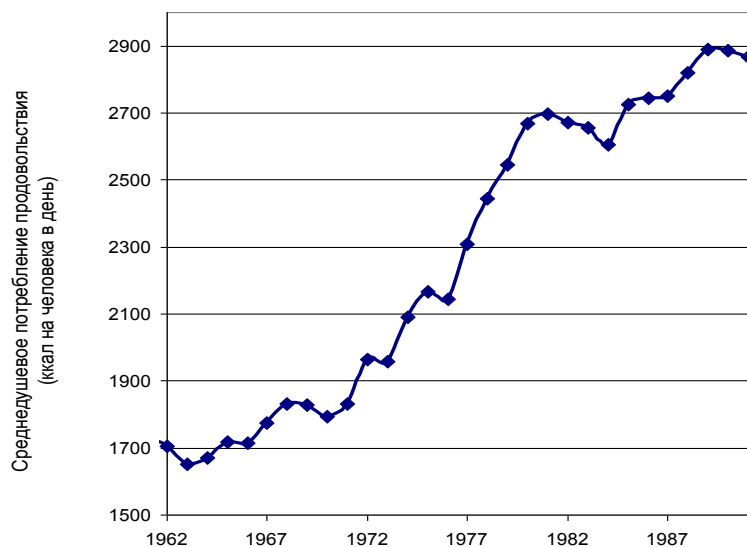
Рассмотрим для начала динамику среднедушевого потребления продовольствия в Алжире в течение двух десятилетий его независимого развития (см. рис. 2).

Как мы видим, и на этот раз данная динамика едва ли не прямо противоположна той, что предсказывает «мальтузианской теории революции». Действительно, в первые годы после завоевания независимости Алжир столкнулся с самыми серьезными продовольственными проблемами. Среднедушевое потребление продовольствия в стране было значительно ниже рекомендованных ВОЗ 2300–2400 ккал в день на человека, а большинство алжирцев страдало от недоедания. Только в 1973 г. Алжир смог преодолеть критически важный порог в 1850 ккал.³⁶ В то же время данный период не сопровождался массовыми волнениями. К концу 1970-х гг. Алжир превзошел рекомендованный ВОЗ уровень в 2300–2400 ккал и после этого уже ниже этого уровня не опускался. Таким образом, проблема недоедания перед подавляющим большинством алжирцев больше не стояла. К концу 1980-х гг. потребление алжирцами продовольствия перевалило уровень в 2800 ккал/чел. в день. Правда, прямо перед началом гражданской войны это потребление немного снизилось, но совсем немного, в пределах статистической погрешности, и оставалось существенно выше рекомендованной

³⁵ По некоторым данным, количество жертв в результате восстания исламистских радикалов в 1992–2002 гг. достигло ста тысяч [см., например: Project Ploughshares 2008; White 2010a, 2010b; Гринин, Коротаев 2009e].

³⁶ О критической важности этого порогового значения см. [Коротаев, Халтурина, Божевольнов 2010].

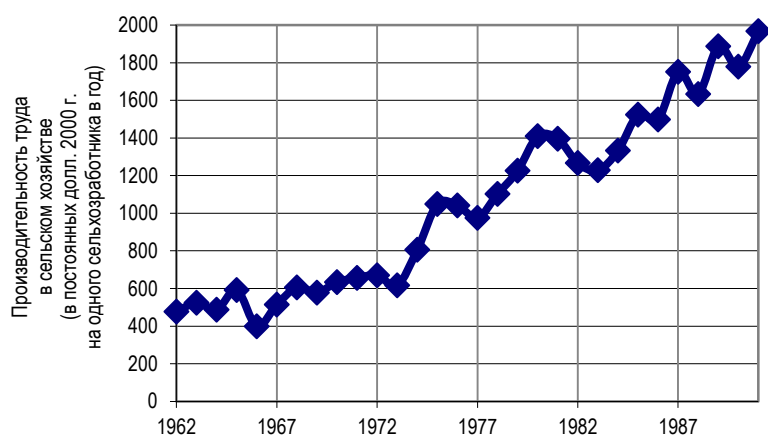
ВОЗ нормы. Данная динамика очень хорошо коррелирует с наблюдавшимся в эти годы стремительным ростом производительности труда в аграрном секторе, свидетельствующим о больших успехах, достигнутых Алжиром в модернизации его сельского хозяйства (см. [рис. 3](#)).



Источник: [FAO 2010; Зинькина 2010: 260].

Рисунок 2

Динамика среднедушевого потребления продовольствия в Алжире в 1962–1991 гг.
(ккал в день на чел.)



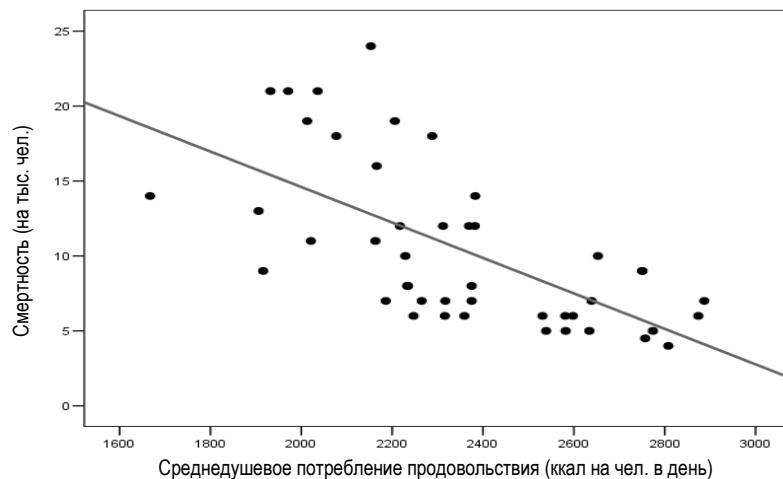
Источник: [World Bank 2011].

Рисунок 3

Динамика производительности труда в сельском хозяйстве Алжира
в 1962–1991 гг.

Таким образом, приведенные данные позволяют сделать вывод, что за три десятилетия, предшествовавшие началу гражданской войны в Алжире, эта страна вполне успешно вышла из мальтузианской ловушки, и, как мы постараемся показать ниже, именно ее выход из мальтузианской ловушки во многом и породил те силы, которые сыграли исключительно важную роль в развязывании кровавых политических событий в этой стране.

Выход страны из мальтузианской ловушки по определению означает решение проблемы голода, проблемы недоедания среди большей части населения соответствующей страны. К каким последствиям это должно привести применительно к динамике смертности? Разумеется, смертность должна очень заметно снизиться. И действительно, для стран с уровнем среднедушевого потребления продовольствия до 2900 ккал в день на чел. наблюдается достаточно сильная отрицательная корреляция между данным показателем и общим коэффициентом смертности (см. [рис. 4](#)).



ПРИМЕЧАНИЕ: $r=-0,64$, $R^2=0,41$, $\alpha<<0,0001$.

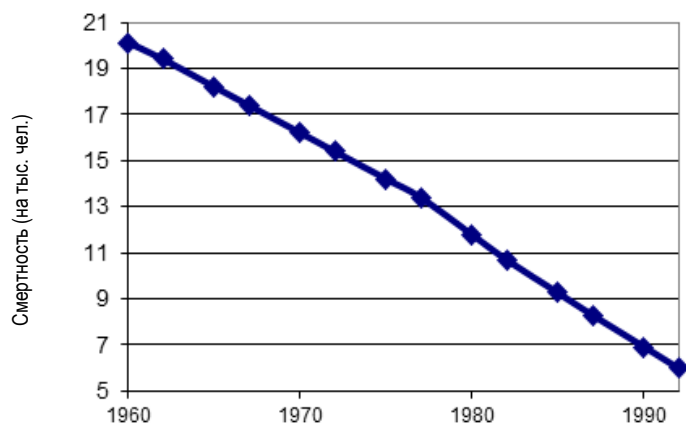
Источник: [SPSS 2010].

Рисунок 4

Корреляция между уровнем среднедушевого потребления продовольствия и общим коэффициентом смертности для стран с потреблением до 2900 ккал на человека в день, 1995 г.

Выход из мальтузианской ловушки обычно происходит на первой фазе демографического перехода, являясь одной из важнейших компонент этой фазы. Результаты регрессионного анализа показывают, что указанный выход, сопровождающийся обычно увеличением среднедушевого потребления продовольствия на более чем 1000 ккал/чел. в день, должен осуществляться с увеличением темпов роста населения не менее чем на 1%. И это очень много – скажем, при исходном росте населения с периодом удвоения в 70 лет это будет означать сокращение периода удвоения до 35 лет, а для населения с периодом удвоения в 30 лет – сокращение до 20 лет. В любом случае исторически быстрый (за период в 10–20–30 лет) выход из мальтузианской ловушки обычно означает стремительное ускорение темпов роста населения.

Все это можно видеть на примере Алжира: выход этой страны из мальтузианской ловушки сопровождался быстрым сокращением смертности (см. [рис. 5](#)).

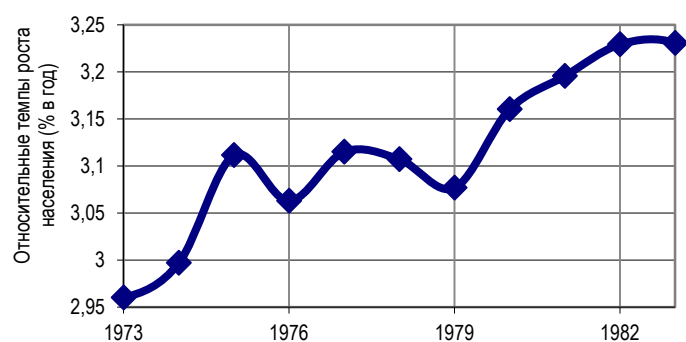


Источник: [World Bank 2011].

Рисунок 5
Динамика общего коэффициента смертности в Алжире,
1960–1992 гг. (%)

Данные свидетельствуют, что за три десятилетия, предшествовавшие началу алжирской гражданской войны, смертность в Алжире упала в три раза! На протяжении большей части этого периода рождаемость в Алжире оставалась по-прежнему высокой; поэтому (предсказуемым образом) на протяжении большей части рассматриваемого периода в Алжире наблюдалось заметное увеличение относительных темпов роста численности населения (см. рис. 6).

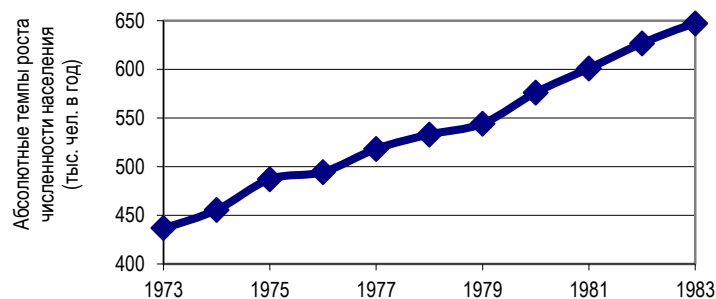
Только с середины 1980-х гг. относительные темпы роста численности населения Алжира стали, наконец, сокращаться.



Источник: [Maddison 2001, 2010].

Рисунок 6
Динамика относительных темпов роста населения Алжира,
1970–1983 гг. (% в год)

При этом, естественно, особо быстрыми темпами увеличивалась абсолютная скорость демографического роста (см. рис. 7).

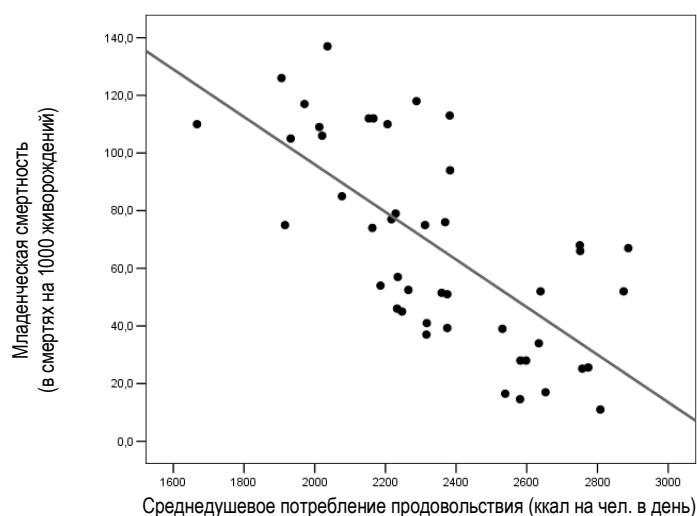


Источник: [Maddison 2001, 2010].

Рисунок 7

Динамика абсолютных темпов роста численности населения Алжира, 1973–1983 гг. (тыс. чел. в год)

Как видно вплоть до середины 1980-х гг. относительные темпы демографического роста в Алжире не просто были высокими, но и продолжали увеличиваться. Замедляться они стали только с середины 1980-х гг., а с 1985 г. начали уменьшаться и абсолютные темпы демографического роста. Однако в 1991 г., накануне начала гражданской войны, эти темпы оставались еще чрезвычайно высокими (2,4%, или 600 тыс. чел. в год).



ПРИМЕЧАНИЕ: $r=-0,69$, $R^2=0,475$, $\alpha < 0,0001$ (для интервала < 700 ккал значение r достигает $-0,74$).

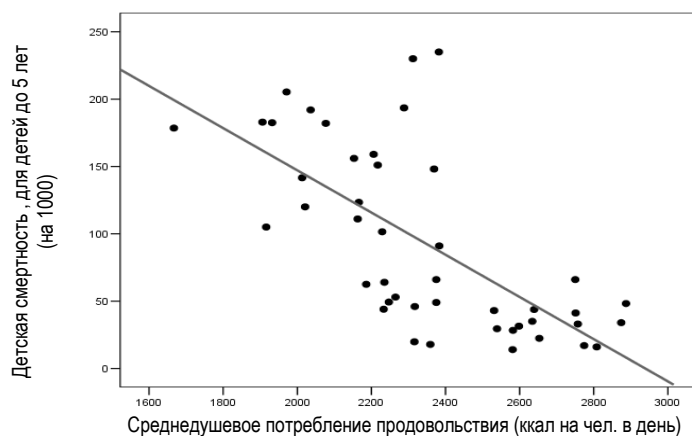
Источник: [SPSS 2010].

Рисунок 8

Корреляция между уровнем среднедушевого потребления продовольствия и коэффициентом младенческой смертности для стран с потреблением до 2900 ккал на человека в день, 1995 г. (на тыс. живорождений)

Конечно же, столь быстрый рост населения будет неизбежно создавать в любой системе серьезные структурные напряжения. Однако данный фактор был здесь отнюдь не единственной силой, такого рода структурные напряжения генерировавшей.

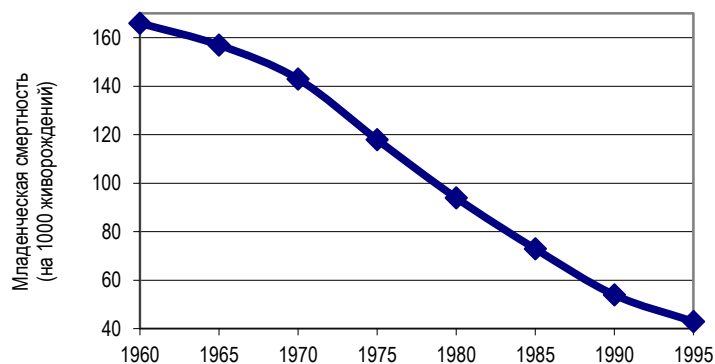
На этапе выхода из мальтузианской ловушки рост среднедушевого потребления продовольствия особенно тесно коррелирует со снижением младенческой и детской смертности (см. рис. 8 и 9).



ПРИМЕЧАНИЕ: $r=-0,68$, $R^2=0,46$, $\alpha < 0,0001$ (для интервала <3000 ккал значение r достигает $-0,7$).
Источник: [SPSS 2010].

Рисунок 9

Корреляция между уровнем среднедушевого потребления продовольствия и коэффициентом детской смертности (для детей до 5 лет, на 1000, по данным на 1995 г., для стран с потреблением до 2900 ккал/чел. в день)

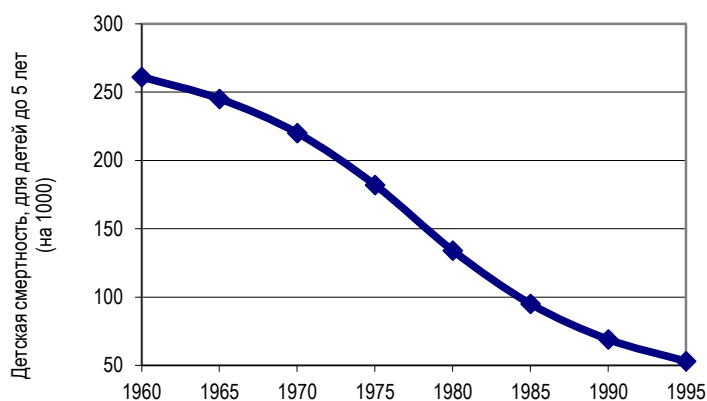


Источник: [World Bank 2011].

Рисунок 10

Динамика младенческой смертности в Алжире, 1960–1995 гг. (на тыс. живорождений в год)

Ожидаемым образом, и выход Алжира из мальтузианской ловушки сопровождался особенно сильным падением младенческой и детской смертности (см. рис. 10 и 11).



Источник: [World Bank 2011].

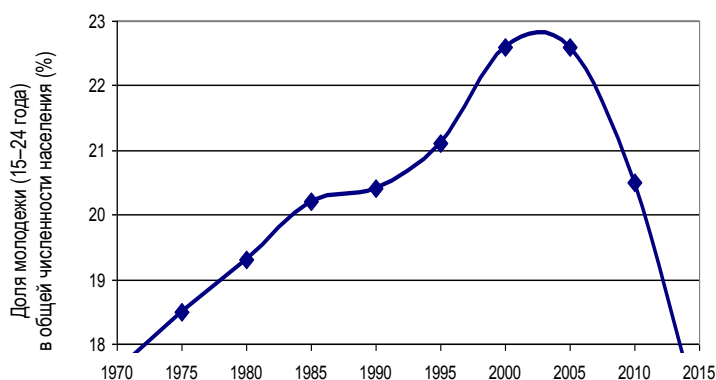
Рисунок 11

Динамика детской смертности в Алжире, 1960–1995 гг. (для детей до 5 лет, на 1000)

Действительно, при сокращении общей смертности населения Алжира в 1960–1995 гг. сократилась примерно в 3 раза, то младенческая смертность за тот же период упала почти в 4 раза, а детская – приблизительно в 5 раз!

Итак, на первой фазе демографического перехода (которая, отметим, в тенденции совпадает с процессом выхода из мальтузианской ловушки) происходит радикальное снижение смертности [см., например: Вишневский 1976, 2005; Chesnais 1992; Коротаев, Малков, Халтурина 2007: 101–116]. При этом наиболее быстрыми темпами сокращается младенческая и детская смертность, что происходит на фоне остающейся по-прежнему на очень высоком уровне рождаемости. В результате если в традиционных обществах (до начала демографического перехода) из 6–7 детей, рожденных женщиной на протяжении ее жизни, до репродуктивного возраста доживало 2–3 ребенка, то на первой фазе демографического перехода, в связи с резким падением младенческой и детской смертности, до репродуктивного возраста могут уже доживать и 5–6 детей (а с учетом того, что суммарный коэффициент рождаемости на первой фазе демографического перехода нередко даже растет, то до репродуктивного возраста могут доживать и 7–8 детей). Это ведет не только к резкому ускорению темпов демографического роста («демографическому взрыву»), но и к тому, что поколение детей оказывается значительно многочисленнее поколения родителей – в итоге удельный вес молодежи в общем населении растет. Как известно, на второй фазе демографического перехода происходит сильное уменьшение рождаемости (в тенденции ведущее к сокращению доли молодежи в общей численности населения), но происходит это со значительным запаздыванием, в результате чего в демографической истории соответствующей страны образуется так называемый «молодежный бугор» (*youth bulge*).

Так, вполне закономерным образом выход Алжира из мальтузианской ловушки сопровождался значительным ростом удельного веса молодежи в общей численности населения (см. [рис. 12](#)).



Источник: [UN Population Division 2010].

Рисунок 12

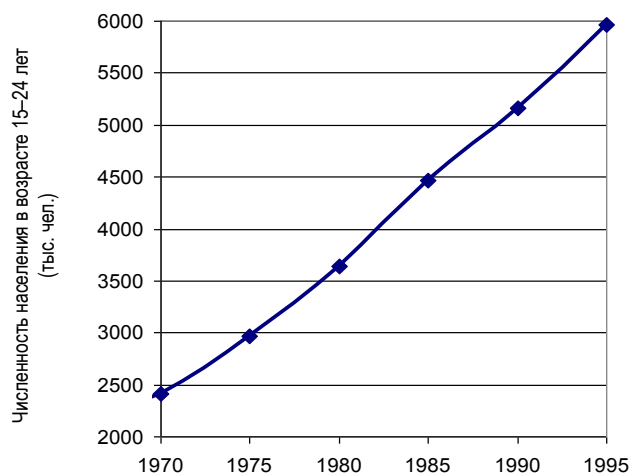
Динамика доли молодежи (15–24 года) в общей численности населения Алжира, 1970–2005 гг., с прогнозом до 2015 г. (%)

Как отмечает Дж.Голдстоун, «быстрый рост [удельного веса] молодежи может подорвать существующие политические коалиции, порождая нестабильность. Большие когорты молодежи зачастую привлекают новые³⁷ идеи или гетеродоксальные религии, бросающие вызов старым формам власти. К тому же поскольку большинство молодых людей имеют меньше обязательств в плане семьи и карьеры, они относительно легко мобилизуются для участия в социальных или политических конфликтах. Молодежь играла важнейшую роль в политическом насилии на протяжении всей письменной истории, и наличие «молодежного бугра» (необычно высокой пропорции молодежи в возрасте 15–24 лет в общем взрослом населении) исторически коррелировало с временами политических кризисов. Большинство крупных революций... – [включая и] большинство революций XX века в развивающихся странах – произошли там, где наблюдались особо значительные молодежные бугры» [Goldstone 2002: 10–11; см. также: Goldstone 1991; Moller 1968; Mesquida, Weiner 1999; Heinsohn 2003; Fuller 2004].

Рассмотрим фактор «молодежного бугра» на примере Алжира несколько более подробно. Это позволит нам выявить и некоторые другие каналы воздействия данного фактора на генезис политической нестабильности.

Рассмотрим для начала динамику абсолютной численности алжирской молодежи (см. [рис. 13](#)).

³⁷ Правильнее здесь все-таки сказать «радикальные идеи», которые могут зачастую быть и достаточно старыми; при этом действительно новые, но «нерадикальные» идеи (например, идеи «классового мира», сотрудничества между рабочими и предпринимателями) могут оказаться для молодежи как раз непривлекательными, они будут скорее восприняты представителями более старших возрастов. – *Авт.*



Источник: [UN Population Division 2010].

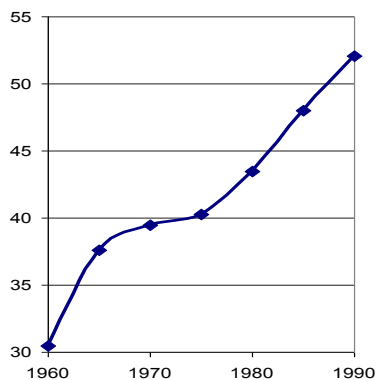
Рисунок 13
Динамика общей численности молодежи (15–24 года) в Алжире, 1970–1995 гг. (тыс. чел.)

Как показывают данные, численность алжирской молодежи накануне гражданской войны росла особенно быстро, взрывообразными темпами. Всего за 20 лет (1970–1990) она более чем удвоилась. Только за 1980–1995 гг. ее численность выросла на 65%. Соответственно, для предотвращения роста безработицы среди молодых людей, впервые выходящих на рынок труда, необходимо было пропорционально столь же быстро создавать новые рабочие места. Однако даже быстрорастущей экономике крайне сложно справиться с таким стремительно нарастающим притоком новой слабо квалифицированной, не имеющей реального трудового опыта, но зато высоко амбициозной рабочей силы. Если в подобном контексте вдруг экономический рост замедляется или даже принимает отрицательные значения, происходит резкий рост безработицы³⁸, причем особо высокой оказывается безработица именно среди молодежи – той части населения, которая как раз наиболее склонна к агрессии [см., например: *Дольник 2009*] и восприимчива к радикальной агитации. В такой ситуации удержать социальную систему от мощных политических потрясений обычно оказывается крайне сложно (хотя, конечно, и не полностью невозможно).

Как уже упоминалось выше, существует еще одна мощная порождаемая модернизацией (и в том числе выходом из мальтузианской ловушки) сила, которая на определенной стадии может вносить заметный вклад в генезис политических потрясений. Мы имеем в виду рост урбанизации [см., например: *Гринин, Коротаев 2009*; *Гринин 2010*]. Рассмотрение этого релевантного здесь структурно-демографического фактора генезиса политических потрясений имеет смысл начать с рассмотрения

³⁸ По некоторым оценкам, к концу 1980-х гг. безработица в Алжире достигала 40% [*Haldane 1989*; *Зинькина 2010: 261*].

динамики урбанизационного развития Алжира в интересующий нас период (см. рис. 14 и 15).

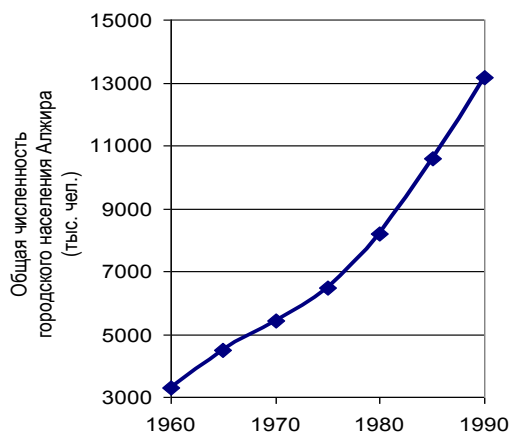


Источник: [UN Population Division 2010].

Рисунок 14

Динамика доли городского населения Алжира, 1970–1990 гг. (%)

Как мы видим, накануне периода независимости менее трети алжирцев обитало в городах. К кануну гражданской войны доля городского населения Алжира заметно превысила половину. Не забудем, что столь быстрое увеличение доли городского населения происходило в Алжире на фоне очень быстрого общего демографического роста. В результате особо драматичными темпами в Алжире росла общая численность его городского населения (см. рис. 15).



Источник: [UN Population Division 2010].

Рисунок 15

Динамика общей численности городского населения Алжира, 1970–1990 гг. (тыс. чел.)

Видно, что всего за 15 лет, предшествовавших началу гражданской войны в Алжире, численность городского населения этой страны более чем удвоилась. Достаточно очевидно, что подобного рода стремительный рост может выступить значимым фактором политической дестабилизации.

Стоит подчеркнуть, что такие тесно связанные между собой модернизационные процессы, как выход из мальтузианской ловушки и демографический переход столь же неразрывно связаны и с такой важнейшей стороной модернизации, как урбанизация³⁹.

Действительно, начало выхода из мальтузианской ловушки ведет к появлению устойчивой тенденции к снижению смертности, обуславливая тем самым начало первой фазы демографического перехода. Достигается же выход из мальтузианской ловушки прежде всего за счет роста производительности труда в сельском хозяйстве. Отметим, что хотя Алжир в рассматриваемые нами годы никак не мог назваться «авангардом зеленой революции», но и здесь, как мы помним, за два десятилетия, предшествовавшие началу гражданской войны, производительность труда выросла очень заметно – почти в 5 раз.

В целом выход из мальтузианской ловушки стимулирует мощный рост городского населения по нескольким каналам. Он ведет к значительному снижению смертности (на фоне все еще высокой рождаемости), обуславливая резкое ускорение общих темпов демографического роста, что уже само по себе обеспечивает появление очень значительного избыточного сельского населения. Кроме того, выдавливание избыточного населения из деревни дополнительно усиливается бурным ростом производительности труда в сельском хозяйстве (которое обычно вполне закономерно сопровождает выход социальной системы из мальтузианской ловушки), в результате чего для создания того же (или даже существенно большего) объема сельскохозяйственной продукции требуется все меньше рабочих рук.

Отметим, что факт нахождения данной системы в процессе выхода из мальтузианской ловушки (т.е. в ней наблюдается устойчивый рост подушевого потребления), по определению означает, что население, выталкиваемое из деревни в город и переходящее от деревенских занятий к городским, может быть вполне обеспечено продовольственными ресурсами. Таким образом, выход из мальтузианской ловушки выступает мощной силой, поддерживающей наблюдающуюся в процессе модернизации резкую интенсификацию урбанизационных процессов. Именно происходящий в процессе модернизации выход из мальтузианской ловушки позволяет поднять долю городского населения до такого уровня, который принципиально не может быть достигнут в находящихся в мальтузианской ловушке аграрных обществах⁴⁰.

Итак, при выходе из мальтузианской ловушки наблюдается особо быстрый рост численности городского населения (см., например, выше [рис. 15](#)) за счет как быстрого собственного роста городского населения и массовой миграции населения из деревни в город. Это практически неизбежно порождает то или иное социальное напряжение уже потому, что обеспечить работой и жильем всю эту быстро растущую массу тяжело. Даже если столь трудная задача решается, определенное социальное

³⁹ Урбанизация, конечно, древнее модернизации, но в ходе модернизации закономерно происходит резкая интенсификация урбанизационных процессов.

⁴⁰ С другой стороны, выход из мальтузианской ловушки в современных условиях невозможен без очень высокого развития городского (и шире – несельскохозяйственного) сектора, обеспечивающего модернизирующееся сельское хозяйство машинами, оборудованием, минеральными удобрениями, пестицидами, специальной литературой, агрономами и т.п.

напряжение все равно будет иметь место. Дело в том, что мигранты из деревни не имеют городских квалификаций (и городского жилья) и в первое время после переселения могут рассчитывать лишь на самую низкоквалифицированную хуже оплачиваемую работу и крайне посредственные жилищные условия. Позднее многим мигрантам, конечно, удастся получить более квалифицированную и оплачиваемую работу и улучшить жилищные условия, однако на это обычно уходит определенное время. В любом случае массированная миграция из деревни в город практически неизбежно порождает заметное количество недовольных своим положением, и их недовольство усугубляется второсортным положением по сравнению с квалифицированными работниками современных секторов экономики, имеющими более квалифицированную и оплачиваемую работу и улучшить жилищные условия, однако на это обычно уходит определенное время. В любом случае массированная миграция из деревни в город практически неизбежно порождает заметное количество недовольных своим положением, и их недовольство усугубляется второсортным положением по сравнению с квалифицированными работниками современных секторов экономики, имеющими более высокий уровень жизни.

Ситуация осложняется тем, что в города обычно мигрирует прежде всего молодежь. Таким образом, фактор «молодежного бугра» и фактор интенсивной урбанизации действуют совместно, производя в совокупности особенно мощное дестабилизирующее воздействие. При этом особенно быстро растет численность именно молодого городского населения. Например, в Алжире за тридцать лет его независимого развития численность молодежи увеличилась почти в три раза, численность городского населения увеличилась в четыре раза, а численность городской молодежи увеличилась более чем на порядок (что явилось логичным последствием именно выхода страны из мальтузианской ловушки). Таким образом, численность наиболее радикально настроенной части населения не просто колоссально выросла, но и оказалась сконцентрирована в городах, которые являются государственными и региональными центрами политической системы. Поскольку же молодежь может концентрироваться еще и внутри городов (например, на крупных предприятиях или в учебных заведениях), это может привести к самой серьезной политической дестабилизации даже в условиях вполне стабильного экономического роста (для дестабилизации достаточно лишь талантливых радикалистских агитаторов и проведения нескольких ошибочных действий со стороны властей). При смене экономического подъема несколькими годами экономического спада избежать самых серьезных политических потрясений оказывается крайне сложно.

Интересно, как рассмотренные выше факторы проявлялись в реальном процессе. Для этого приведем описание Ж.Кепелем событий, предшествовавших октябрьским волнениям 1988 г., которые явились грозным предвестником надвигающейся гражданской войны:

«...Демографический взрыв вытолкнул детей феллахов в города и пригороды, где они оказались в трудных условиях... В 1989 г. 40% из 24 млн алжирцев были младше 15 лет, городское население составляло более 50%..., а 61 % подростков имели среднее образование. “Официальный” показатель безработицы докатился до 18,1% (на деле, вероятно, он был гораздо выше). В 1995 г. официально он составлял уже 28%. Алжирская городская молодежь получила прозвище *хиттистов* – от арабского слова *хит* (“стена”) и французского суффикса *-ист*. Эта лингвистическая идиома местных юмористов обозна-

чала молодого безработного, проводившего целые дни, подпирая стены домов. На самом деле в этом прозвище была своя политическая и идеологическая подоплека. Предполагалось, что в социалистической стране, где каждому гарантировалась занятость, профессия хиттиста заключалась в “подпираании стен”, чтобы они не падали. Прилипшая к молодым людям кличка превращала их в социально пассивный объект, не озабоченный своей дальнейшей судьбой. Этим они отличались от иранских “обездоленных” (*мостадафин*), воспетых религиозными движениями, которые звали их под свои знамена и возводили в ранг носителей смысла Истории и Откровения. Октябрьские дни 1988 г. также вписались в специфически алжирский контекст конца этого десятилетия: углеводородное сырье составляло 95% выручки от всего экспорта и обеспечивало 60% бюджетных поступлений... Алжирское государство представляло собой своего рода народную нефтедемократию. Доходы от нефти позволяли монополизировавшему их режиму покупать социальный мир... Этот баланс сил, скрещенный из социализма и субсидий, репрессий и официальной идеологии, покоился на хрупком экономическом равновесии, обусловленном в основном высокими ценами на энергоносители. В 1986 г. крах нефтяного рынка, сопровождавшийся двукратным сжатием госбюджета, обрушил все здание. Ко всему прочему демографический взрыв... привел к острому жилищному кризису, росту безработицы и т.д. ...На строительном рынке наметилось значительное отставание предложения от спроса, что создавало ситуацию перенаселенности и скученности⁴¹, способствовавшую социальному взрыву. В этой атмосфере общего спада, отмеченной непрекращавшимися забастовками, 4 октября 1988 г. вспыхнули народные волнения. Бедная алжирская молодежь громила символы государственной власти, общественные организации и службы (автобусы, дорожные знаки, агентства алжирской авиакомпании “Эр Алжери”), шикарные автомобили и великолепные магазины... Происходившее свидетельствовало о появлении на политической арене нового независимого субъекта – неимущей городской молодежи. Отныне презируемые “хиттисты” стали полноправными хозяевами улицы, способными поколебать сами основы отвергнутого их режима, законность власти которого они не признавали. Тем не менее мятежу не удалось оформиться в политическое движение. Предоставленная сама себе бедная городская молодежь была неспособна сформулировать свои требования... Зато этот социальный взрыв был немедленно замечен исламистским движением, которое увидело в нем уникальную возможность для укрепления своих позиций» [Кепель 2004: 164–166].

Попытаемся теперь подвести общий итог изложенным выше результатам. Имеются основания утверждать, что генерирование значительных социально-политических потрясений (и в том числе «революций») в процессе выхода социальных систем из мальтузианской ловушки является не аномальным, а вполне закономерным явлением. На наш взгляд, в особом объяснении нуждаются скорее те случаи, когда социальным системам удавалось избежать подобных потрясений при выходе из мальтузианской ловушки.

Почему же такие потрясения закономерны? Ответ кратко может быть изложен следующим образом (см. также [рис. 16](#)).

⁴¹ «На тот момент (1988) стране не хватало более 1,5 млн единиц жилищного фонда, во многих городских квартирах проживало до 18 человек» [Зинькина 2010: 267].

1. Начало устойчивого выхода из мальтузианской ловушки по определению означает снижение смертности, а значит, и резкое ускорение темпов роста населения (что уже само по себе может вести к определенному росту социально-политической напряженности).
2. Начало устойчивого выхода из мальтузианской ловушки сопровождается особенно сильным уменьшением младенческой и детской смертности. Все это ведет к резкому росту пропорции молодежи в численности населения вообще и в численности взрослого населения в частности (так называемое явление «молодежного бугра»).
3. В результате наблюдается резкий рост пропорции той части населения, которая в наибольшей степени склонна к агрессии и радикализму, что по своей сути выступает фундаментальным фактором политической дестабилизации.
4. Быстрый рост общей численности молодежи требует кардинального увеличения числа рабочих мест, что представляет очень сложную задачу. Всплеск же молодежной безработицы может иметь особо мощный политически дестабилизирующий эффект, создавая армию потенциальных участников всевозможных политических (и в том числе революционных) потрясений.
5. Выход из мальтузианской ловушки стимулирует рост городского населения. Кроме того, выдавливание избыточного населения из деревни дополнительно усиливается бурным ростом производительности труда в сельском хозяйстве. Массированная миграция из деревни в город неизбежно порождает заметное количество недовольных своим положением, поскольку в первое время после переселения уделом мигрантов из деревни является лишь самая низкооплачиваемая работа и крайне посредственные жилищные условия.
6. Выход из мальтузианской ловушки, в конечном счете, достигается прежде всего за счет развития новых и отмирания старых секторов экономики, за счет структурной перестройки, которая не может происходить полностью безболезненно. Во всех случаях старая квалификация работников утрачивает смысл, и, не имея новой современной квалификации, эти работники вынуждены наниматься на низкоквалифицированную работу (если ее вообще удастся найти), что, конечно, не может не порождать массового недовольства и служит серьезным фактором политической дестабилизации.
7. В города из деревень обычно мигрирует прежде всего именно молодежь. Таким образом, фактор «молодежного бугра» и фактор интенсивной урбанизации действуют совместно, производя в совокупности особенно мощное дестабилизирующее воздействие. Особенно быстро растет численность именно молодой наиболее радикально настроенной части городского населения, при этом такая молодежь оказывается сконцентрированной в наиболее крупных городах/политических центрах.
8. Указанная ситуация может привести к самой серьезной политической дестабилизации даже в условиях достаточно стабильного экономического роста. С особо высокой вероятностью политические потрясения наступают, если власть теряет авторитет, потерпев, скажем, военное поражение или пасуя перед затяжным экономическим кризисом, пришедшим на смену экономическому подъему.

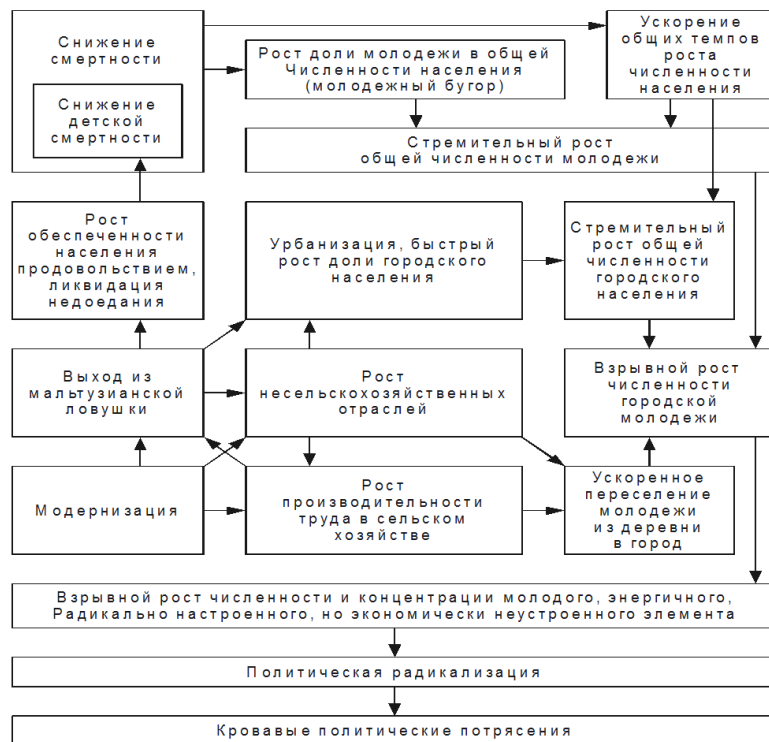


Рисунок 16
Блок-схема «Ловушка на выходе из ловушки»

Что касается математических моделей, описывающих возникновение «молодежного бугра» (способного в совокупности с некоторыми другими факторами привести к серьезнейшим социально-политическим потрясениям даже при самом, казалось бы, благополучном выходе из мальтузианской ловушки), то они достаточно хорошо проработаны и широко используются в демографических исследованиях. В качестве примера можно привести стандартную модель [см. например, [Отоцкий 2008](#)]. В ней для определения динамики возрастной структуры общества используется метод компонент (или когортный анализ). В рамках метода компонент все население делится на группы людей одного возраста, так называемые годовые когорты. При этом все когорты делятся на мужские и женские для корректной оценки воспроизводственного потенциала населения. Для каждой когорты определяются собственные коэффициенты рождаемости, смертности и миграции. За номер когорты принимается год рождения людей, входящих в когорту. Число мужчин в когорте (аналогичная зависимость описывает динамику женских когорт) выражается как:

$$Nm_t^i = Nm_{t-1}^i - kUm_{t-1} \cdot Nm_{t-1}^i + M_{t-i} \cdot kMmw, \quad t > i, \quad (2)$$

где Nm_t^i – число мужчин в когорте i ; kUm_t – возрастной коэффициент смертности; M_t – возрастной объем миграционного прироста; $kMmw_t$ – доля мужчин в миграции.

онном приросте; i – номер когорты (соответствует году рождения людей в когорте); t – расчетный год; $t-i$ – возраст людей в когорте i .

Число новорожденных мальчиков определяется следующим образом (аналогичная зависимость определяет численность новорожденных девочек):

$$Nm_t^i = kRmw \cdot \sum_{j=0}^{60} kR_j \cdot Nw_{t-1}^{t-j} + M_0 \cdot kMmw, \quad (3)$$

$$t = i,$$

где Nm_t^i – число новорожденных мальчиков; Nw_t – численность женщин по годовым когортам; kR_t^* – возрастной коэффициент рождаемости по когортам матерей; i – номер когорты (соответствует году рождения людей в когорте), для новорожденных $i=t$; $kRmw_t$ – доля мальчиков в числе новорожденных детей.

Число новорожденных в возрастной группе определяется как:

$$R^* = kR^* \sum_{k=l_i}^{n_i} Nw_k, \quad (4)$$

где R^* – число новорожденных в возрастной группе матерей; kR^* – коэффициент рождаемости по возрастной группе матерей; Nwk – число женщин возраста k ; i – индекс возрастной группы (наибольший возраст в группе); l_i – наименьший возраст в возрастной группе i ; n_i – наибольший возраст в возрастной группе i .

Общее число новорожденных по когортам матерей определяется выражением:

$$R_i = \sum_{g=0}^i R^*_g. \quad (5)$$

Распределение коэффициента смертности по годовым возрастным когортам мужчин и женщин рассчитывается путем интерполяции интеграла числа умерших по возрастным группам:

$$Um^*_i = kUm^* \cdot \sum_{k=l_i}^{n_i} Nm_k, \quad (6)$$

где Um^* – число умерших мужчин в возрастной группе; i – индекс возрастной группы (наибольший возраст в группе); kUm^* – коэффициент мужской смертности по возрастной группе; Nmk – число мужчин возраста k ; l_i – наименьший возраст в возрастной группе; n_i – наибольший возраст в возрастной группе.

Интеграл умерших мужчин по возрастным когортам:

$$Um_i = \sum_{g=0}^i Um^*_g. \quad (7)$$

Аналогично рассчитывается число умерших женщин в возрастной группе (Uw^*_i) и интеграл числа умерших женщин по когортам (Uw_i).

Коэффициенты мужской и женской смертности по годовым когортам определяются следующим образом:

$$kUm_i = \frac{Um_i}{Nm_i}, \quad kW_i = \frac{Uw_i}{Nw_i}. \quad (8)$$

Для проведения расчетов по модели (2)–(8) необходимы детальные статистические данные. В случае, когда данных недостает или когда достаточно проведения

приближенных оценок, можно воспользоваться аналитической моделью МакКендрика–фон Ферстера [McKendrick 1926; von Foerster 1959]. В соответствии с ней уравнения для определения количества лиц возраста τ в момент времени t записываются следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u(\tau, t)}{\partial t} + \frac{\partial u(\tau, t)}{\partial \tau} &= -d(\tau, t)u(\tau, t), \\ u(0, t) &= 0,5 \int_0^{\infty} u(\tau, t)b(\tau, t)d\tau, \quad u(\tau, 0) = g(\tau), \end{aligned} \quad (9)$$

где $u(\tau, t)$ – количество лиц возраста τ в момент времени t , $b(\tau, t)$ – интенсивность рождения детей у женщин возраста τ в момент времени t , $d(\tau, t)$ – возрастной коэффициент смертности для лиц возраста τ в момент времени t , $g(\tau)$ – возрастная структура общества в начальный момент времени (для упрощения считается, что разница между численностью женщин и мужчин пренебрежимо мала, количество рождающихся мальчиков равно количеству рождающихся девочек, величина коэффициента смертности $d(\tau, t)$ одинакова для женщин и мужчин).

С помощью модели (8) можно показать, как возникает «молодежный бугор» в обществе, выходящем из мальтузианской ловушки.

Пусть до некоторого момента времени t_0 общество было стабильным в демографическом смысле (возрастная структура общества не изменялась см. рис. 17), при этом рождаемость была большая – 7 детей на женщину – при высокой младенческой смертности.

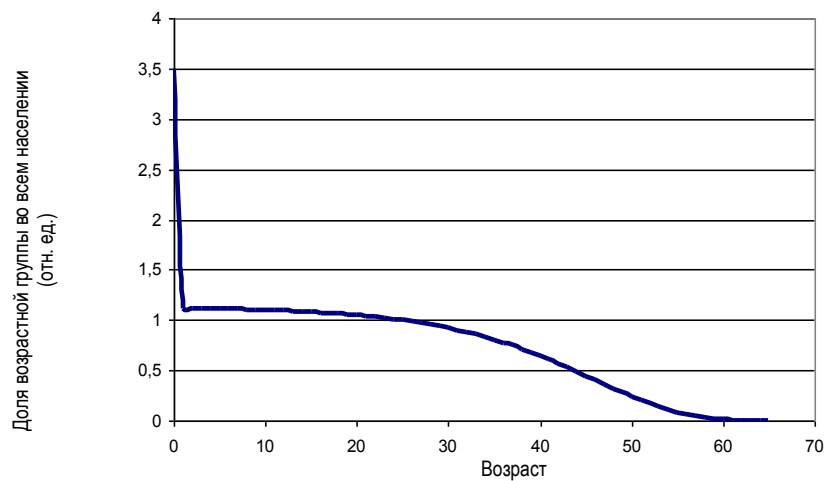


Рисунок 17

Исходная возрастная структура общества (модельный случай)

Если с момента времени t_0 младенческая смертность начнет снижаться и за 30 лет уменьшится в 5 раз, то в соответствии с (8) возрастная структура общества при неизменной структуре рождаемости существенным образом изменится (линии на рис. 18 соответствуют последовательному изменению демографической структуры общества на протяжении 55 лет с момента t_0).

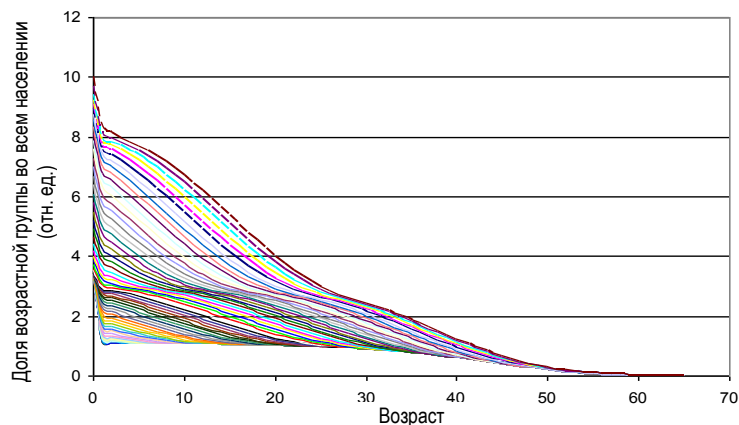


Рисунок 18
**Изменение возрастной структуры общества
 при снижении младенческой смертности (модельный случай)**

Видно, что снижение младенческой смертности приводит к увеличению доли молодежи в общей численности населения. При этом возникает «молодежный бугор» (см. рис. 19, где отражено изменение доли молодежи (15–24 года) в общей численности населения начиная с момента времени t_0+20 лет).

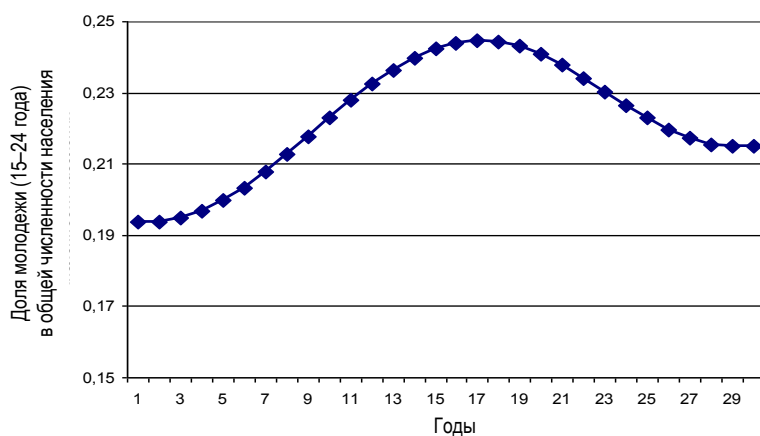


Рисунок 19
**Изменение доли молодежи (15–24 года) в общей численности населения
 при снижении младенческой смертности
 (модельный случай)**

Результаты расчетов, несмотря на модельный характер, достаточно хорошо отражают наблюдаемые данные (ср. с рис. 12).

Избыточное молодое поколение, не востребованное в деревне, уходит в города в поисках лучшей доли и уже там начинает влиять на развитие социально-экономических и политических процессов в обществе. Чем закончатся эти процессы, за-

висит от конкретных условий. В любом случае – это критический период в жизни любого общества, выходящего из мальтузианской ловушки.

На рис. 20 и 21 представлены, соответственно, результаты модельных расчетов роста численности городского населения и изменения доли городского населения в общем населении в предположении, что при увеличении демографического давления на селе избыточное население (в основном молодое) с вероятностью примерно 0,5 уходит в города (расчеты проведены для тех же условий, что и на рис. 17–19; начиная с момента времени t_0+20 лет).

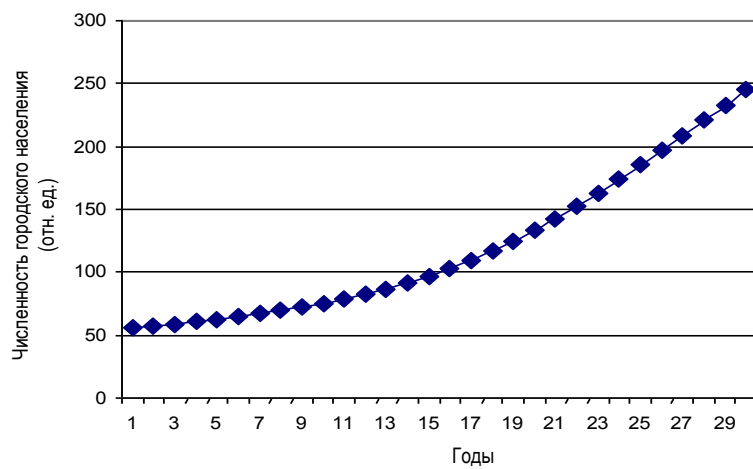


Рисунок 20

**Рост численности городского населения
под влиянием миграционного притока из сельской местности (модельный случай)**

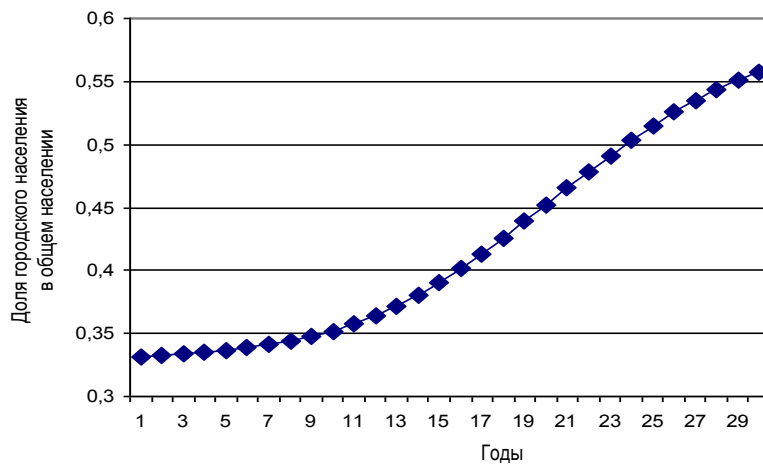


Рисунок 21

**Увеличение доли городского населения в общем количестве населения
под влиянием миграционного притока в города из сельской местности
(модельный случай)**

Естественно, массовая миграция сельского населения в города возможна только в условиях общего экономического роста, когда появляется относительный «избыточный» продукт, за счет которого становится возможным прокормить увеличивающееся городское население. Для учета этого обстоятельства можно опереться на предложенное нами ранее [Коротаяев 2007] общее динамическое уравнение урбанизации:

$$\frac{du}{dt} = aSu(u_{\text{lim}} - u), \quad (10)$$

где u – доля городского населения («индекс урбанизации»); S – «избыточный» продукт, производимый на одного человека; a – константа; а u_{lim} – предельно возможная доля городского населения (которая может быть оценена как находящаяся в пределах 0,8–0,9 и может рассматриваться в данном контексте как «уровень насыщения»; в приводимых ниже расчетах это значение было принято равным 0,9).

Это уравнение относится к классу так называемых «автокаталитических» уравнений. Оно имеет следующий смысл: при относительно низких значениях урбанизации вероятность того, что деревенский житель переселится в город, тем выше, чем выше доля городского населения. Действительно, чем выше эта доля, тем выше вероятность того, что в городе живет родственник/знакомый данного деревенского жителя, который может предоставить ему необходимую для переселения в город информацию и начальную поддержку (обычный крестьянин вряд ли решится переселяться «в никуда»). Однако темпы роста доли городского населения замедляются при приближении к уровню насыщения.

Кроме того, как в нашем уравнении, так и в реальной жизни темпы урбанизации зависят и от уровня экономического развития, который в нашем уравнении исчисляется через величину *относительно избыточного продукта*, производимого на душу населения. Действительно, если «деревня» *относительно избыточного продукта* не производит, то урбанизация оказывается просто невозможной, а чтобы она началась и тем более ускорилась, необходим заметный экономический рост и рост производительности труда, например в сельском хозяйстве, что, с одной стороны, позволило бы прокормить население городов, а с другой – создало избыток рабочих рук в сельском хозяйстве, подталкивая деревенских жителей к миграции в города.

Именно это и является системной причиной социально-политической неустойчивости на выходе из мальтузианской ловушки.

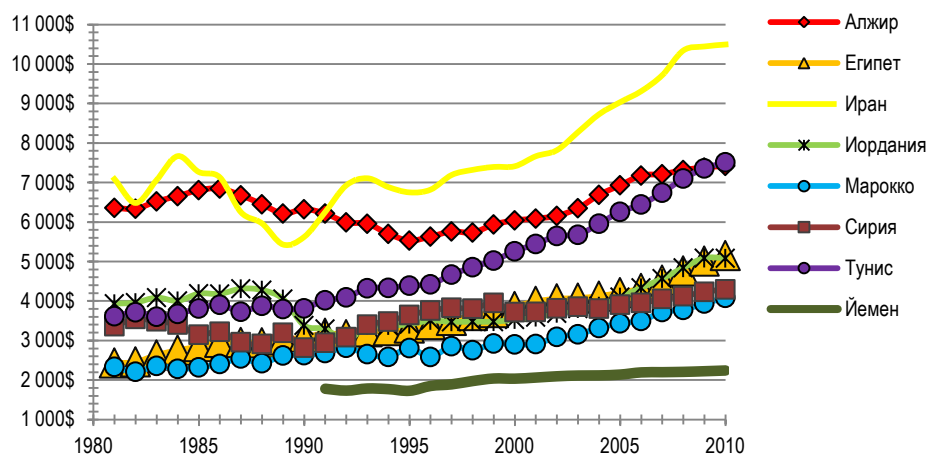
Феномен ловушки на выходе из ловушки и события «арабской весны» 2011 г.

Весной 2011 г. в целом ряде стран Северной Африки и Ближнего Востока начался процесс социально-политической дестабилизации, приведший к череде гражданских войн и революций. Естественно, появилось огромное количество публикаций, в которых делаются попытки анализа причин этих событий. В качестве факторов, приведших к дестабилизации целого региона, упоминаются: неблагоприятная динамика ВВП на душу населения, коррупция, безработица, бедность и другие.

Рассмотрим эти факторы детальным образом, а также проанализируем структурно-демографическую динамику стран Ближнего Востока в сопоставлении с другими странами мира.

Начнем с рассмотрения динамики ВВП на душу населения (см. [рис. 22](#) и [23](#)).

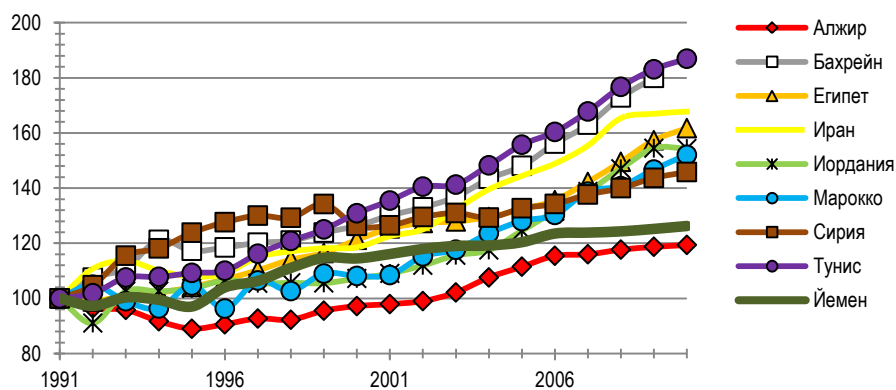
В целом, можно видеть, что во многих арабских странах, а также в Иране, экономика на протяжении последних 30 лет развивалась вполне динамично. Например, в Тунисе ВВП на душу населения вырос за рассматриваемый период в 2 раза, с 3,6 тыс. до 7,5 тыс. долл.



Источник: [World Bank 2011].

Рисунок 22

ВВП на душу населения в некоторых странах Ближнего Востока, 1981–2010 гг. (международные долл. 2005 г. по ППС)



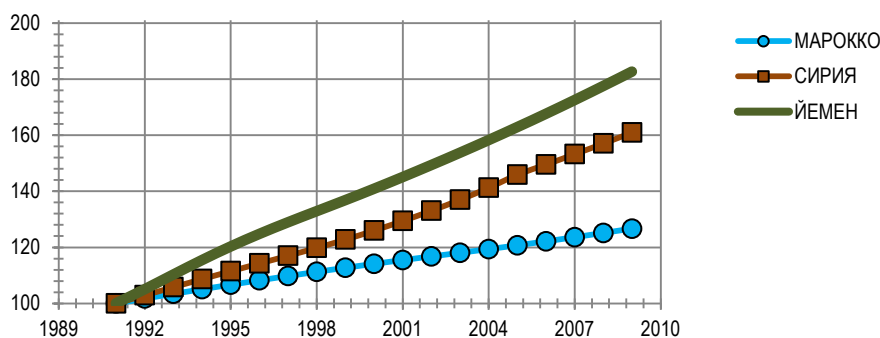
Источник: [World Bank 2011].

Рисунок 23

Относительная динамика производства ВВП на душу населения в странах Ближнего Востока, 1991–2010 гг. (1991 г.=100)

Однако далеко не все арабские страны демонстрировали такой значительный рост. В ряде стран отмечались приостановка и даже падение темпов роста ВВП. В частности, в Алжире с 1986 г. по 1995 г. ВВП на душу населения упал с 6,8 тыс. до 5,5 тыс. долл., и сегодняшний его уровень (7,4 тыс. долл.) ненамного превышает уровень, достигнутый в 1986 г. На графике видно очень большое отставание Йемена от остальных стран, сохраняющееся с начала 1990-х гг. (самые ранние доступные данные).

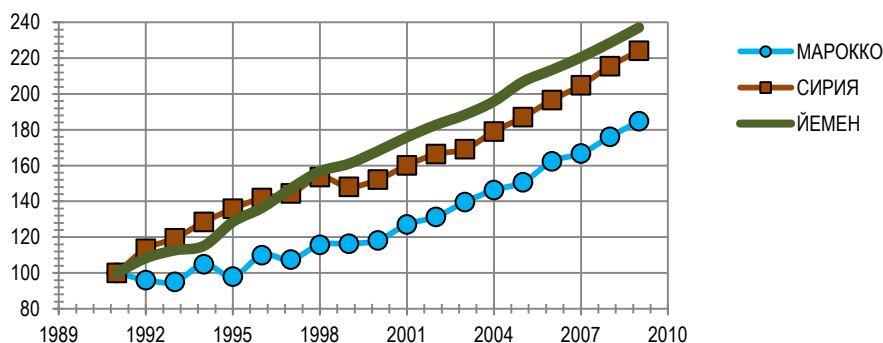
Причины подобного отставания в Алжире и Йемене различны. Отрицательная динамика ВВП на душу населения в Алжире была связана с падением мировых цен на нефть во второй половине 1980-х гг. и тесно связанной с этим гражданской войной 1990-х гг. [см., например: Коротаев, Халтурина и др. 2010]. После ее окончания Алжиру удалось снова выйти на траекторию достаточно быстрого экономического роста. Что касается Йемена, то его заметное отставание от других стран Ближнего Востока по росту ВВП на душу населения связано с задержкой в процессах демографического перехода и, соответственно, с более быстрыми темпами роста населения Йемена (см., например, рис. 24).



Источник: [World Bank 2011].

Рисунок 24
Относительная динамика численности населения
в некоторых арабских странах, 1991–2009 гг. (1991 г.=100)

Чтобы продемонстрировать это, имеет смысл сравнить динамику роста суммарного ВВП Йемена с другими арабскими странами (см. рис. 25).



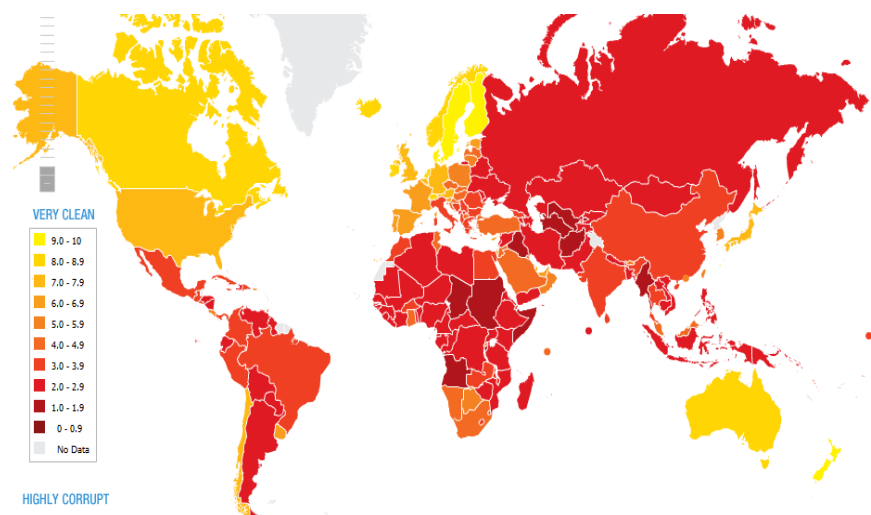
Источник: [World Bank 2011].

Рисунок 25
Относительная динамика ВВП в некоторых арабских странах (1991 г.=100)

Видно, что рост ВВП в Йемене действительно был заметно больше, чем в некоторых других арабских государствах, однако он был «съеден» огромными темпами роста населения.

Безусловно, низкий ВВП на душу населения и экономическая стагнация могут создавать определенное политическое напряжение. Однако, например, Марокко, где ВВП на душу населения чуть ли не вдвое меньше, чем в Тунисе (4 тыс. долл. против 7,5 тыс. долл.; да и темпы экономического роста там последние 20 лет были заметно меньше, чем в Тунисе), оказался затронут политическими потрясениями в гораздо меньшей степени, чем Тунис, где произошла полномасштабная революция с насильственной сменой государственной власти. Крайне острые и напряженные события произошли как раз в странах-лидерах по темпам экономического роста (Тунис, Бахрейн, Иран, Египет). Это заставляет искать причины массовой политической нестабильности в каких-то других факторах.

Многие исследователи называют среди причин «арабской весны» высокий уровень коррупции. Рассмотрим этот показатель более подробно (см. [рис. 26](#)).



ПРИМЕЧАНИЕ: На данной карте более темными цветами выделены страны, отличающиеся высоким уровнем коррупции.

Источник: [Transparency International 2010: 2–3].

Рисунок 26

Значения «индекса восприятия коррумпированности» (*Corruption Perceptions Index*) в странах мира, 2010 г. (чем меньше индекс, тем ситуация хуже)

Согласно данным *Transparency International*, страны Ближнего Востока находятся примерно на том же уровне, что остальные развивающиеся страны, а также государства, ранее входившие в СССР: практически во всех этих странах наблюдается высокий или очень высокий уровень коррупции. Очевидно, что страны с низким уровнем коррумпированности менее предрасположены к политическим потрясениям (за последние 10 лет там не было крупных социально-политических потрясений с большим числом человеческих жертв). Однако и многие страны с высоким уровнем

нем коррупции (Китай, Бразилия, Казахстан, Вьетнам, Италия, Индонезия, Мексика и т.д.) в последнее десятилетие отличались завидной политической стабильностью. Это говорит о том, что причины политической нестабильности, охватившей Ближний Восток, лежат в каких-то иных плоскостях. Отметим также, что ближневосточные страны весьма ощутимо различаются между собой по уровню коррумпированности (см. рис. 27).

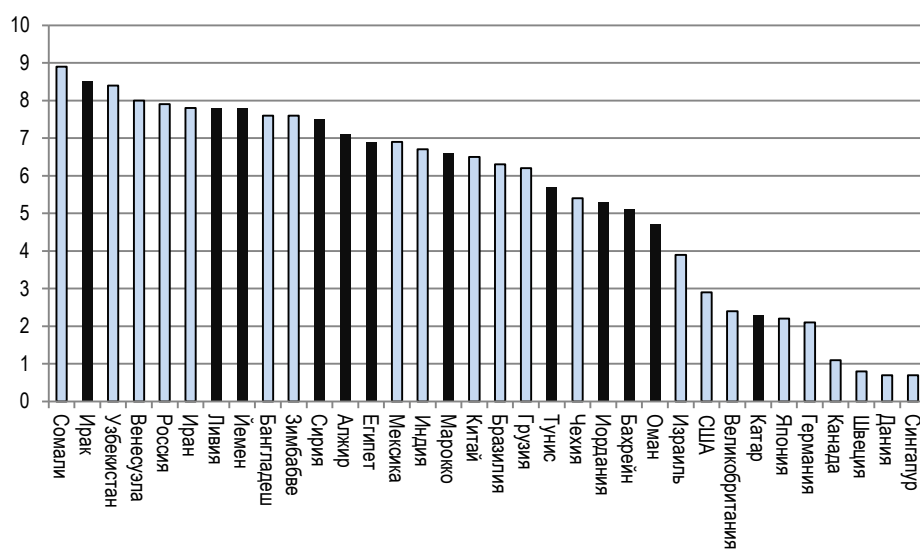
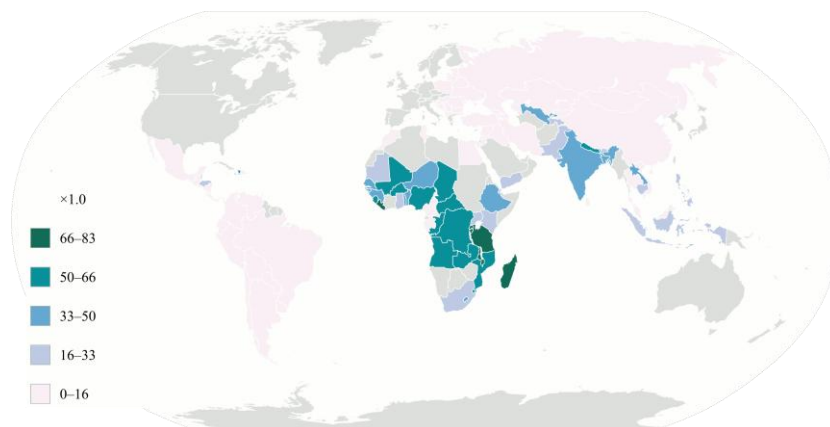


Рисунок 27
Индекс коррумпированности
в некоторых арабских и неарабских странах мира, 2010 г.

Индекс коррумпированности построен на основе «индекса восприятия коррумпированности» [Transparency International 2010] и высчитан вычитанием основного индекса из 10.

Например, такие страны, как Катар, Оман и Бахрейн являются наименее коррумпированными, чего нельзя сказать о большинстве других стран того же региона. Однако низкий уровень коррупции не «спас» Оман, Иорданию и в особенности Бахрейн от самых серьезных социально-политических потрясений. Сильные политические потрясения произошли как в высоко коррумпированных Ливии и Йемене, так и в странах со средним уровнем коррупции, таких, как Тунис и Египет, и в странах с низким уровнем коррупции, например, в Бахрейне или Омане. Таким образом, вышеприведенный анализ дает дополнительную поддержку тезису, что основные истоки арабских революций следует искать не в коррумпированности власти (хотя высокий уровень коррупции, характерный для большинства арабских стран, определенный вклад в генезис «арабской весны» все-таки, конечно, внес).

Далее обратимся к бедности населения как одной из возможных причин, спровоцировавших события «арабской весны» (см. рис. 28).



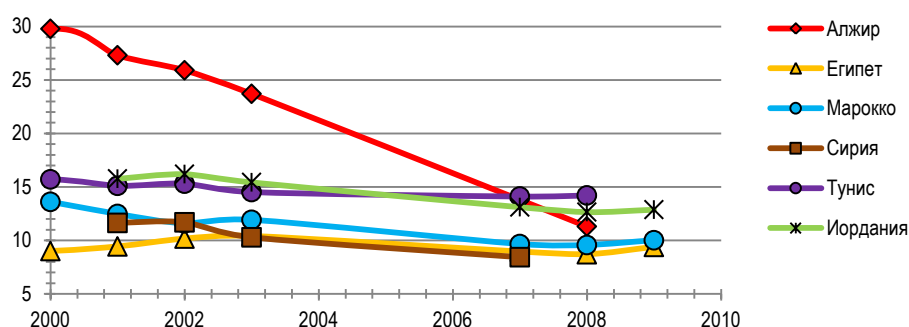
Источник: [UNDP 2010: 161–163].

Рисунок 28

Доля населения, живущего менее чем на 1,25 долл. в день, по данным Программы развития ООН за 2008 г. (%)

На карте видно, что те ближневосточные страны, по которым есть данные, сильно различаются между собой по показателю крайней бедности, однако ни в одной из них он не превышает 20%, в отличие от таких крупных стран, как Индия и Индонезия, а также стран Центральной Азии и Африки к югу от Сахары. Например, в Египте крайняя бедность почти полностью ликвидирована [см., например: Коротаев, Зинькина 2011а, 2011б]. Вместе с тем, в таких странах, как Египет и Иран, где крайняя бедность практически исчезла, политические потрясения были сильнее, чем в Алжире, где проблема крайней бедности по-прежнему стоит достаточно серьезно. С другой стороны, скажем, Танзания, с ее ужасающим уровнем нищеты (по данным Всемирного банка [World Bank 2011], в 2007 г. – 67,9%, а еще одиннадцать лет назад – даже 88,5%), оставалась политически стабильной с момента обретения независимости в 1961 г. [Зинькина 2010: 230, 237–238]. Из этого следует, что и бедность трудно рассматривать в качестве основной причины революций в арабских странах.

Рассмотрим далее индикаторы уровня безработицы (см. рис. 29).

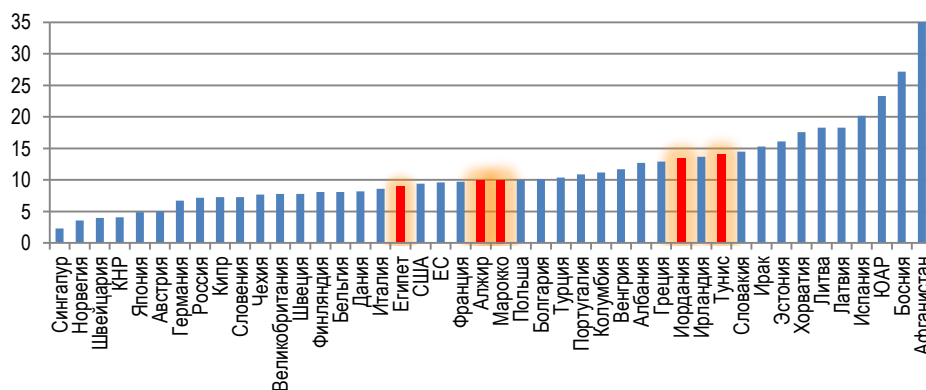


Источник: [World Bank 2011].

Рисунок 29

Динамика уровня безработицы в некоторых ближневосточных странах (%)

На рис. 29 показано, что в большинстве ближневосточных стран уровень безработицы в 2000-е гг. флуктуировал на достаточно высоком уровне, однако при этом никакой сколько-нибудь выраженной тенденции к его росту не наблюдалось (исключением здесь до некоторой степени выступает Алжир, где вполне выраженная тенденция наблюдалась – но тенденция как раз к очень существенному сокращению безработицы, связанному с восстановлением алжирской экономики после периода затяжной гражданской войны). В большинстве затронутых событиями в конце 2000-х гг. стран уровень безработицы составлял от 8 до 15%: в Сирии – 8,3%, в Египте – 8,9%, в Алжире – 9,9%, в Иордании – 13,4%, в Тунисе 14%, в Иране 14,6%, а в Омане – 15%. На близких уровнях безработица находилась в последнее время, скажем, в России – 7,6%, в странах ЕС – 9,5% (в среднем по этим странам), США – 9,7%, Турции – 12,4%, Ирландии – 13,7% (см. рис. 30).



Источник: [Коротчаев, Зинькина 2011а, 2011б].

Рисунок 30

Уровень безработицы в некоторых странах мира, 2009–2010 гг.

В среднем по миру уровень безработицы в 2010 г. составил около 8,8% [CIA 2011].

Таким образом, уровень безработицы на Ближнем Востоке нельзя назвать крайне высоким (хотя, в целом, он и несколько выше среднемирового). Это свидетельствует о больших успехах арабских стран в сфере занятости, несмотря на бурный рост населения. Однако при этом, по некоторым оценкам, уровень безработицы в Ливии⁴² и Йемене составлял 30% (2004) и 35% (2003) [CIA 2011], а именно эти страны оказались охваченными наиболее сильными волнениями, что позволяет предположить,

⁴² С другой стороны, высокий уровень безработицы в предреволюционной Ливии сочетался с присутствием там многих сотен тысяч иностранных рабочих [см., например: BBC 2011], численность которых многократно превышала число ливийских безработных. Так что (в отличие от Йемена) речь здесь шла о социокультурной квазибезработице, связанной с нехваткой не рабочих мест вообще, а престижных высокооплачиваемых рабочих мест, приемлемых для лиц с высшим образованием и в особенности – со специальностями, в слабой степени востребованными на реальном рынке труда (журналисты, адвокаты и т.п.). Отметим, что именно высокая доля лиц с высшим образованием среди безработных (которые и выступили в большинстве стран основной ударной силой) во многом и придала событиям «арабской весны» их характерный облик, заметно отличный от кровавых гражданских войн третьего мира.

что безработица (в особенности среди лиц с высшим образованием) все же играет не последнюю роль в текущих политических событиях.

Однако здесь необходимо уделить внимание тому факту, что при не очень высокой (по мировым меркам) общей безработице арабские страны имели гораздо более высокий уровень безработицы среди молодежи. Так, в Египте в 2010 г. не имели работы 43% молодежи в возрасте 20–24 года, в предреволюционном Тунисе безработица среди молодежи достигала 30%, в Омане без работы оставалась треть выпускников школ и ВУЗов [см., например: [Берг 2011б](#)]. Сходные показатели имеют и многие другие страны Ближнего Востока.

Повышенный уровень безработицы среди молодежи, чем в среднем по населению – достаточно распространенное явление [см. [World Bank 2011](#)]. Однако в странах, охваченных волнениями и революциями «арабской весны», высокий уровень молодежной безработицы имел специфическую природу: он был связан с тем, что многие из этих стран в 2011 г. переживали высшие точки «молодежных бугров».

В период прохождения «молодежного бугра» в обществе наблюдается повышенный процент молодежи. Молодежь является частью общества, наиболее склонной к радикализму; она часто испытывает трудности с трудоустройством, к тому же заметная часть молодежи в результате модернизации оседает в крупнейших городах, создавая угрозу центральной власти [см., например: [Коротаев, Халтурина и др. 2010, 2011](#); [Коротаев, Божевольнов и др. 2011](#); [Коротаев, Зинькина 2011а, 2011б](#); [Moller 1968](#); [Goldstone 1991, 2002: 11–12](#); [Mesquida, Weiner 1999](#); [Heinsohn 2003](#); [Fuller 2004](#)].

Фактор «молодежного бугра», например, сыграл немаловажную роль в генезисе Египетской революции 2011 г. В Египте к 2011 г. «молодежный бугор» находился на пике, при этом более миллиона молодых людей в возрасте 20–24 лет были безработными, значительная часть из них проживала в столице страны – Каире. Кроме того, ситуацию усугубили последствия мирового финансового кризиса. Специфика ситуации в Египте заключалась в том, что почти половина безработной молодежи имела высшее образование, что способствовало меньшему числу жертв, чем обычно при потрясениях такого рода [[Коротаев, Зинькина 2011а, 2011б](#)]. Фактор относительно высокого образовательного уровня ударной силы «арабских революций» (некоторое исключение здесь составляет, пожалуй, лишь Йемен) явился, в целом, важным обстоятельством, наложившим свой отпечаток на события «арабской весны».

Столь высокий процент лиц с высшим образованием среди безработных был, конечно, связан и с недостатками в работе системы массового высшего образования в арабских странах. Надо отметить, что администрации ряда арабских стран успели заметить скрытую здесь опасность, и даже начали предпринимать какие-то меры по исправлению ситуации. Например, администрация Мубарака в 2010 г. пригласила группу ведущих экспертов ОЭСР и Всемирного банка для разработки программы реформирования египетской вузовской системы. После изучения этой системы группа пришла к следующим не очень утешительным выводам.

- В стране «наблюдается хроническое перепроизводство выпускников университетов».
- «Многим (порядка 50%) выпускникам не удастся получить работу по специальности; особые проблемы существуют у выпускников по гуманитарным специальностям, юриспруденции (с обучением на арабском языке⁴³), коммерции (с обучением на арабском языке)...

⁴³ Это значит, что выпускники, получившие образование по юридическим специальностям на

- «Многие выпускники не имеют навыков, необходимых для выполнения работ по вакансиям, на получение которых они претендуют...»
- «Университетские студенты выражают недовольство тем, что университетские курсы никак не готовят их к практической деятельности...»
- «Существует острая нехватка квалифицированного персонала с образованием ниже высшего» [Ischinger, Jorgensen 2010: 182].

Надо сказать, что данная группа экспертов не только выявила недостатки египетской вузовской системы (отметим, что выше перечислена лишь их совсем небольшая часть), но и предложила продуманную и детальную программу мер по их исправлению [Ischinger, Jorgensen 2010: 182]. На наш взгляд, осуществление предложенных мер вполне могло бы решить проблему перепроизводства университетских выпускников (особенно в сочетании с прогнозируемой в ближайшие годы численностью соответствующей возрастной когорты), но это потребовало бы нескольких лет, которых, египетскому режиму, как оказалось, отпущено не было.

В целом, имеются достаточно серьезные основания утверждать, что основную роль в «арабских революциях» сыграла безработная молодежь (и в особенности безработная высокообразованная молодежь). В связи с этим представляется необходимым при рассмотрении демографической динамики уделить особое внимание изменению численности и доли молодежи в охваченных политической нестабильностью странах Ближнего Востока.

Демографическая динамика в некоторых странах Ближнего Востока

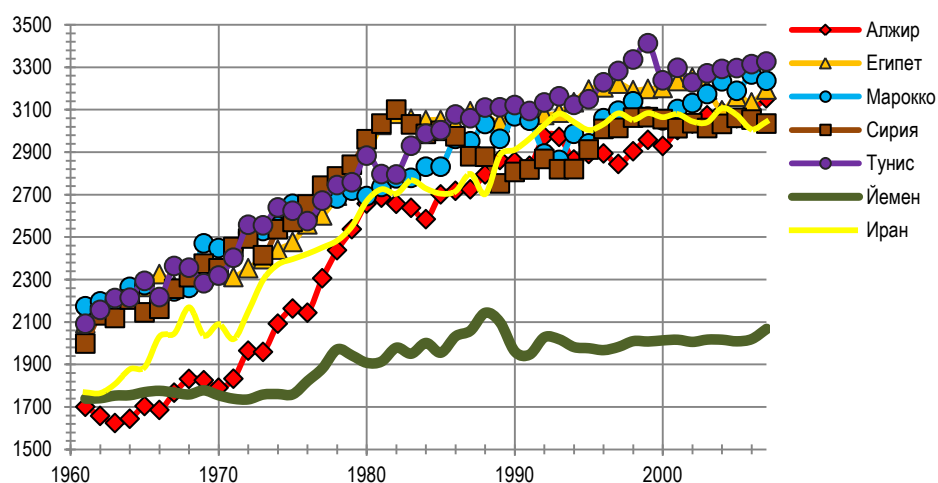
Одной из наиболее авторитетных демографических теорий на сегодняшний день является теория «демографического перехода». Демографический переход представляет собой коренную смену типов воспроизводства населения и является одной из важнейших составляющих процесса общей модернизации социальных систем. Исторически переходный процесс начинается со снижения смертности и перестройки ее причин. Затем происходит снижение рождаемости, но лишь через какое-то время, с запаздыванием. Несинхронность изменения рождаемости и смертности приводит к «демографическому взрыву» – взрывообразному увеличению темпов роста населения. Однако это временное явление, и при завершении демографического перехода и рождаемость, и смертность стабилизируются на низком уровне, демографический взрыв прекращается [см., например: Вишневецкий 1976, 2005; Капица 1999; Борисов 2001; Коротаев, Малков, Халтурина 2007; Chesnais 1992].

Как было сказано ранее, демографический переход начинается со снижения смертности, поэтому необходимо рассмотреть ее динамику в ближневосточных государствах. Однако вначале рассмотрим динамику некоторых детерминант данного процесса, прежде всего динамику потребления продовольствия на душу населения в этих странах (рис. 31).

Напомним, что согласно ВОЗ норма потребления продовольствия составляет 2300–2400 ккал на душу населения в день [Naiken 2002]. Из рис. 31 видно, что еще в начале 1960-х гг. ни в одной из представленных стран уровень потребления про-

английском языке, проблем с трудоустройством не имеют. Однако поступить в университет на соответствующее направление практически невозможно.

довольствия не достигал нормы ВОЗ, а в таких государствах, как Иран, Йемен или Алжир, он был значительно ниже даже уровня, необходимого для выживания. Однако за 1960–1970-е гг. абсолютное большинство представленных на графике стран достигло впечатляющих успехов, и уровень потребления продовольствия в некоторых из них, например, в Египте и Сирии, к началу 1980-х гг. составлял около 3000 ккал, что уже ближе к переизбытку. При этом сегодня во всех арабских странах, кроме Йемена, наблюдается очень высокий уровень потребления продовольствия. Это означает, что проблема голода в регионе практически решена. Однако вызывает беспокойство то обстоятельство, что в Йемене до сих пор потребление не достигло уровня ВОЗ и находится примерно на том же уровне, что и в начале 1980-х гг. Это показывает, что Йемен до сих пор не выбрался из «мальтузианской ловушки» и, соответственно, здесь наиболее высок риск серьезных социально-политических потрясений.



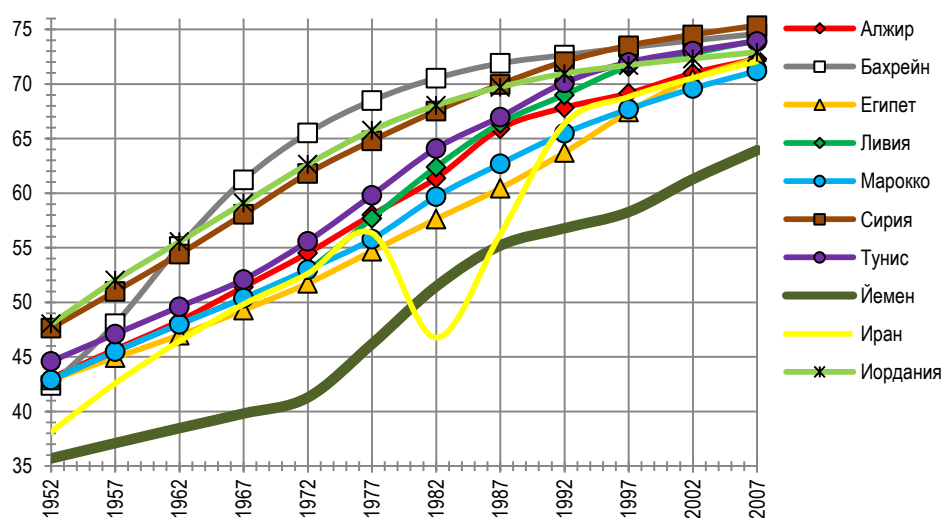
Источник: [FAO 2011b].

Рисунок 31

Динамика среднедушевого потребления продовольствия,
1961–2007 гг. (ккал/чел. в день)

Естественно, следует ожидать, что ликвидация недоедания и голода должна была привести к самому существенному снижению смертности и увеличению средней продолжительности жизни в ближневосточных государствах. Именно это и наблюдалось в реальности (см. рис. 32). Как можно видеть, абсолютно все страны добились огромного успеха в увеличении продолжительности жизни за рассмотренный период – с 40–45 лет в начале 1950-х гг. до 70–75 лет в настоящее время. Если в начале 1950-х гг. большинство арабских стран отставали по ожидаемой продолжительности жизни от среднемирового показателя (47,7 лет), то в настоящее время все представленные на графике страны, кроме Ирака и Йемена, имеют продолжительность жизни заметно выше среднемировой (67,9 лет в 2005–2010 гг.) [UN Population Division 2011]. Интересно отметить, что по данным того же источника ожидаемая продолжительность жизни в России выросла всего

на 3,2 года – с 64,5 до 67,7 лет. Таким образом, ближневосточные страны около 60 лет назад отставали от России на 20–25 лет по этому показателю, а в настоящее время они на 4–7 лет опережают ее, а Ирак и Йемен отстают менее чем на 5 лет.



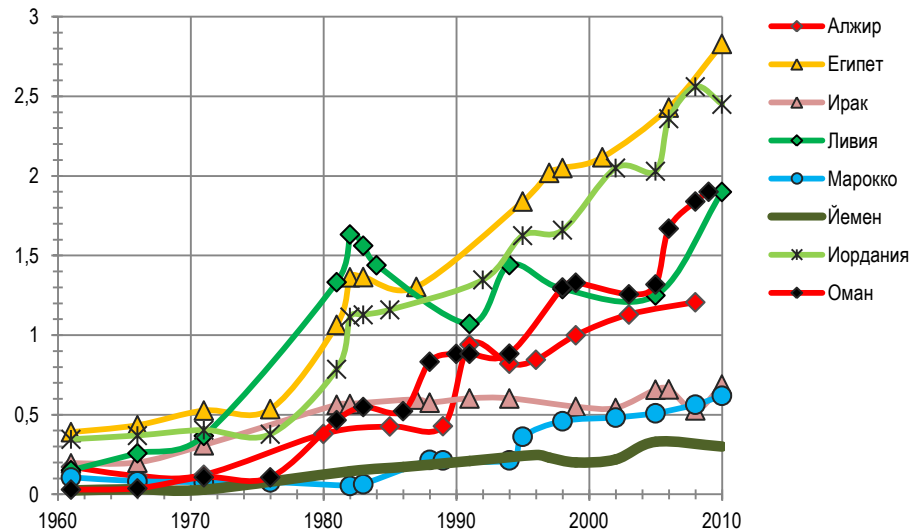
Источник: [UN Population Division 2011].

Рисунок 32
Средняя ожидаемая продолжительность жизни
в некоторых ближневосточных странах, 1952–2007 гг.

Таким образом, хотя ожидаемая продолжительность жизни на Ближнем Востоке и несколько ниже, чем в наиболее развитых странах, тем не менее нельзя не отметить впечатляющие достижения ближневосточных государств, продолжительность жизни в которых увеличилась на 25–30 лет. Даже в Йемене, где сохраняются проблемы с обеспечением населения продовольствием, продолжительность жизни увеличилась на целых 28(!) лет. Это показывает, что за столь резким увеличением продолжительности жизни стояли и некоторые другие крайне важные факторы, кроме ликвидации недоедания. Конечно же, огромную роль в снижении смертности также сыграло развитие в рассматриваемых странах систем здравоохранения (см. рис. 32 и 33).

Действительно, количество квалифицированных врачей на душу населения, являющееся важнейшим показателем развития современных систем здравоохранения, увеличилось за последние 50 лет во всех странах в разы. Наибольших успехов добился Египет, где на 1000 человек приходится 2,8 врачей. Не далеко от Египта находятся такие страны, как Ливия, Оман и Иордания (от 2 до 2,5 врачей). Однако другие ближневосточные страны достаточно сильно отстают (0,3–0,7 врачей), но и это немало по сравнению с совершенно незначительным количеством врачей в 1960-е гг.

во всех рассмотренных странах. Таким образом, увеличение количества врачей подтверждает, что развитие медицины внесло огромный вклад в снижение смертности.



Источник: [World Bank 2011: SH.MED.PHYS.ZS].

Рисунок 33

Количество врачей в некоторых арабских странах, 1961–2010 гг. (на тыс. чел.)

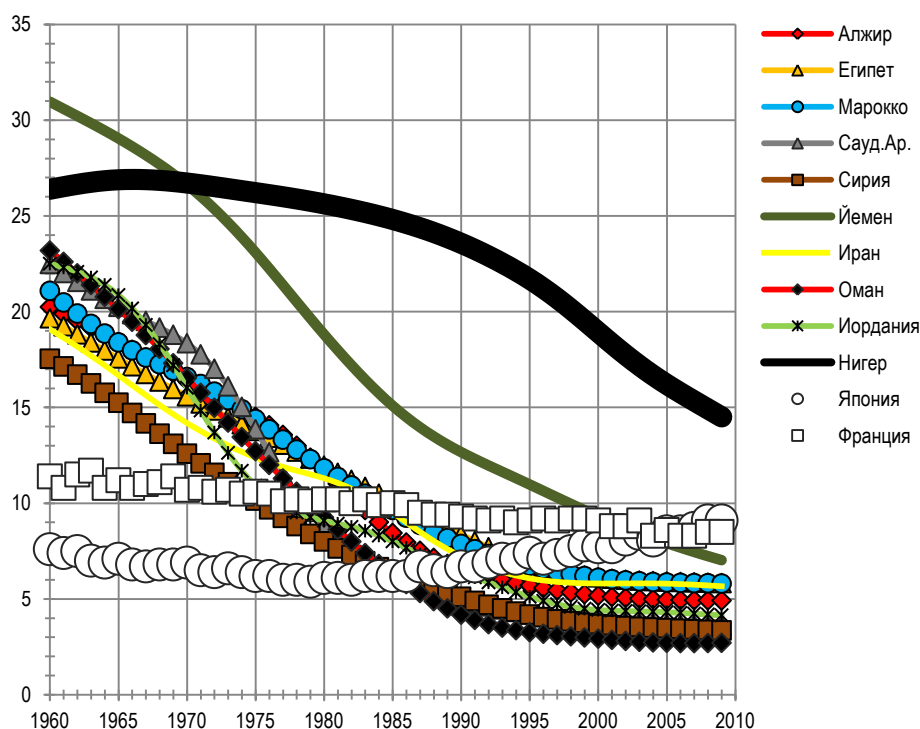
В Йемене, имеющем самую низкую продолжительность жизни, наблюдается и самое небольшое количество врачей на душу населения, хотя оно явно выше, чем во многих странах Тропической Африки. Поэтому именно благодаря развитию, пусть пока явно недостаточному, продолжительность жизни в Йемене, несмотря на недоедание, превышает 60 лет.

Все же, несмотря на огромные успехи государств Ближнего Востока, средняя продолжительность жизни даже в тех странах, где она наиболее высока, отстает от этого показателя в странах Западной Европы и Северной Америки на 5–10 лет. Это значит, что ближневосточным странам необходимо приложить большие усилия, чтобы добиться роста данного показателя. Однако на среднемировом уровне ближневосточные страны выглядят очень хорошо: большинство стран добилось превышения показателя средней продолжительности жизни над среднемировым (68 лет в 2010 г.). В таких крупных регионах мира, как Южная Азия, и, особенно, Тропическая Африка, продолжительность жизни на 15–20 лет ниже, чем в большинстве стран Ближнего Востока. Более того, в Африке южнее Сахары лишь немногие страны (Того, Бенин, Намибия) имеют ожидаемую продолжительность жизни, сопоставимую с Йеменом,

страной с самым низким показателем на Ближнем Востоке [см., например: [World Bank 2011: SP.DYN.LE00.IN](#)].

Важными показателями являются также коэффициенты общей и младенческой смертности. Их динамика в странах Ближнего Востока представлена ниже (см. рис. 34).

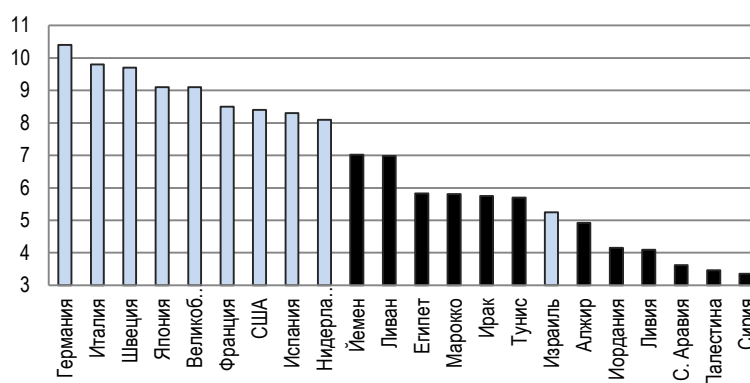
На рис. 34 хорошо видна удивительная синхронность падения смертности в ближневосточных государствах с 1960 г., а кроме того – кардинальные отличия динамики смертности по сравнению с другими регионами мира: Тропической Африкой (представленной Нигером), развитыми странами Восточной Азии (Япония) и Западной Европой (Франция). В настоящее время смертность в Нигере в несколько раз превышает показатели, достигнутые в странах Ближнего Востока. Более того, если в начале 1960-х гг. мы видим колоссальный отрыв Франции и Японии по уровню смертности от большинства ближневосточных стран, то в настоящее время все они, даже Йемен (который еще в начале 1960-х гг. отставал от Нигера), имеют общий коэффициент смертности заметно более низкий, чем Франция и Япония.



Источник: [World Bank 2011: SP.DYN.CDRT.IN].

Рисунок 34
Динамика общего коэффициента смертности
в некоторых странах мира, 1961–2010 гг. (на тыс. чел., ‰)

Вместе с тем хорошо виден заметный отрыв Йемена по показателю общей смертности на протяжении всего периода, хотя к настоящему времени он существенно сократился. Уменьшились также различия по этому показателю среди остальных ближневосточных стран: от 11‰ в 1960 г. (12‰ в Ливане и 23‰ в Омане) и до 4,3‰ в 2009 г. (7‰ в Йемене и 2,7‰ в Омане). Прогресс по этому показателю был во всех странах, но по темпам снижения общей смертности страны существенно различались. Наибольший прорыв сделал Оман, где общая смертность упала с 1960 г. по 2009 г. в 9 раз. Для сравнения, показатель Ливана сократился только в 1,7 раза, что объясняется, в том числе и тем, что на 1960 г. ситуация в Ливане по этому показателю была наиболее благополучной.



Источник: [World Bank 2011].

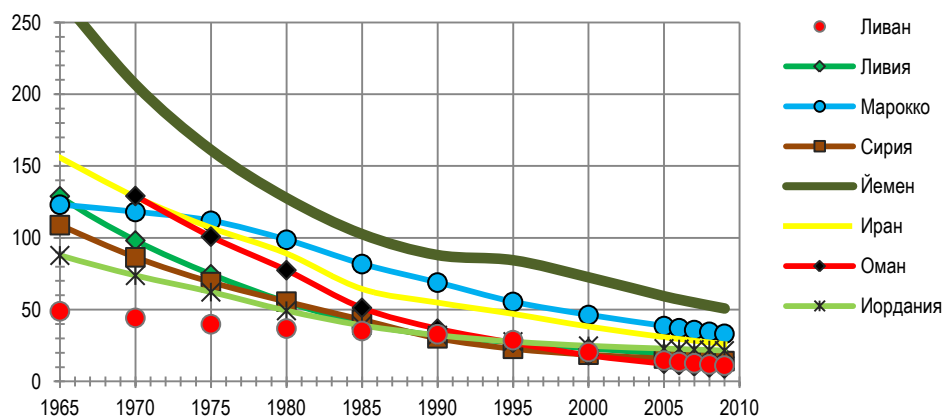
Рисунок 35
Общий коэффициент смертности
в некоторых арабских государствах и странах Запада,
2009 г.

В целом рис. 34 и 35 еще раз демонстрируют то обстоятельство, что в странах Запада (кроме Израиля) общий коэффициент смертности заметно выше, чем на Ближнем Востоке. Действительно, в Сирии, например, этот показатель в 3 раза ниже, чем в Германии или Японии, и в 2,5 раза ниже, чем в США или Испании. Даже в Йемене общая смертность в полтора раза ниже, чем в Германии. Однако это совершенно не говорит о том, что состояние со здоровьем населения на Ближнем Востоке лучше, чем на Западе. Ведь наиболее точным измерителем этого показателя является рассмотренная выше ожидаемая продолжительность жизни. Как мы уже видели, ближневосточные страны заметно отстают по ней от Запада. Это означает, что более низкий общий коэффициент смертности объясняется, прежде всего, более молодой возрастной структурой населения: в населении ближневосточных стран гораздо выше процент детей и молодежи с характерными для них низкими возрастными коэффициентами смертности, и гораздо ниже процент пожилых с характерными для них очень высокими возрастными коэффициентами смертности. Так, в Йемене в 2010 г.

дети до 15 лет составили 45%, а лица старше 65 лет – всего 3%; в Сирии – 36% и 3% соответственно. Для сравнения, в ЕС доля пожилых больше в 6 раз – 17%, а доля детей меньше в 2–3 раза – 16%. Этим и объясняется заметно более низкий общий коэффициент смертности в ближневосточных государствах.

Однако это явление временное, и в дальнейшем, по мере старения населения, смертность на Ближнем Востоке значительно повысится [о причинах старения населения и его влиянии на общий коэффициент смертности см., например: Вишневский 2005: 169–173]. Кстати, более высокая общая смертность в Ливане в сравнении с другими ближневосточными странами, несмотря на довольно высокую продолжительность жизни, объясняется более высокой долей пожилых в населении (10% старше 65 лет в 2010 г.).

Младенческая смертность, подобно общей смертности, стремительно снижалась во всех приведенных ниже на рис. 36 странах, однако Йемен продолжает сильно отставать от остальных государств (в 2009 г. здесь умирал 51 младенец на 1000, в то время как в Марокко – 35, а в Омане – только 9).



Источник: [World Bank 2011: SP.DYN.IMRT.IN].

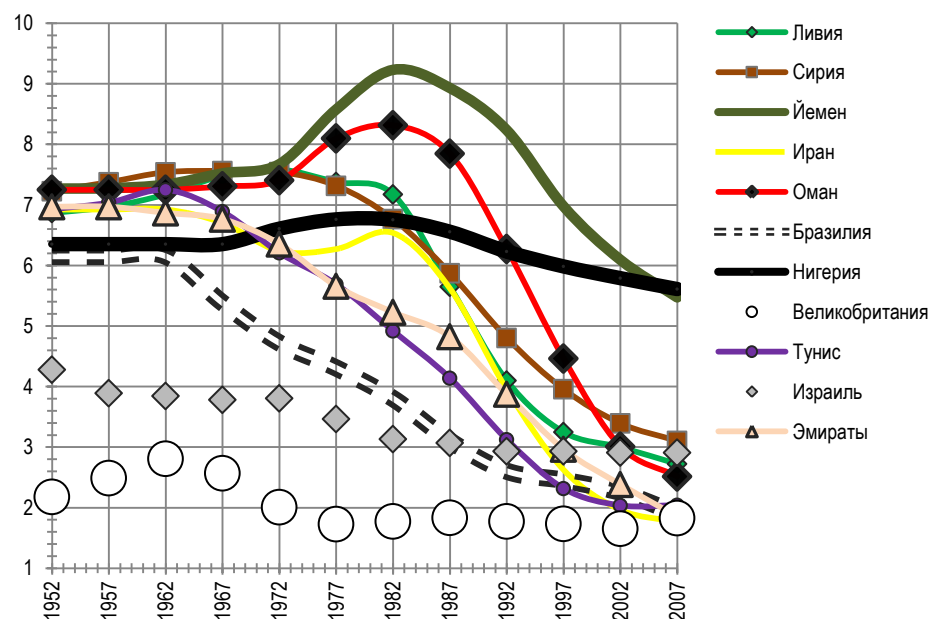
Рисунок 36
Динамика младенческой смертности
в некоторых ближневосточных странах, 1965–2010 гг. (на 1000, ‰)

Вместе с тем показатель младенческой смертности (очень важный индикатор уровня развития здравоохранения и социально-экономического положения) остается здесь выше, чем в развитых странах Запада, в несколько раз. Например, в 2009 г. в США она составила 6,8‰, в ЕС – 4,1‰, во Франции – 3,2‰, а в Японии – 2,4‰. Если взять все страны региона, то только небольшие и очень богатые государства Персидского залива приблизились к этому уровню (Кувейт – 8,2‰, Объединенные Арабские Эмираты – 6,8‰), но и здесь младенческая смертность в 2–3 раза выше, чем в странах Запада с наиболее низким ее уровнем. Для сравнения, в такой крупной арабской стране, как Египет, младенческая смертность (18,2‰ в 2009 г.) в 4 раза больше, чем в ЕС, а в Йемене – в 12 раз. Это означает, что ближневосточные страны еще должны усиленно развивать здравоохранение, чтобы добиться большего сокращения младенческой смертности.

Кстати, представленные данные хорошо демонстрируют, что на Ближнем Востоке более низкий общий коэффициент смертности фиксируется не благодаря лучшему здравоохранению и более развитой медицине, а благодаря более молодому населению. Даже при заметно более высокой младенческой смертности и более низкой ожидаемой продолжительности жизни общий коэффициент смертности оказывается здесь несравненно ниже, чем на Западе с его гораздо более старым населением.

Если сравнить показатель младенческой смертности в странах Ближнего Востока и в России в 2009 г., то в большинстве стран этого региона (за исключением ряда государств Персидского Залива) данный индикатор будет гораздо выше (в России он составил 11,1‰). Это обстоятельство хорошо иллюстрирует тот факт, что смертность, особенно мужская, в России выше, чем на Ближнем Востоке, не из-за более низкого уровня развития здравоохранения (так как более низкий показатель младенческой смертности свидетельствует о более развитом здравоохранении в России, чем во многих странах региона), а из-за проблем с высоким уровнем потребления крепких алкогольных напитков [подробнее об этом см., например: Халтурина, Коротаев 2006, 2008].

К числу важнейших демографических показателей, оказывающих заметное влияние на политическую динамику соответствующих систем, относится также рождаемость населения. Рассмотрим ее динамику на Ближнем Востоке и в некоторых других странах за последние несколько десятилетий. Наиболее точным индикатором уровня рождаемости является суммарный коэффициент рождаемости (число детей, которых женщина родила бы за всю ее жизнь при сохранении наблюдаемых на соответствующий год возрастных коэффициентов рождаемости). Динамика его выглядела следующим образом (см. рис. 37).



Источник: [UN Population Division 2011].

Рисунок 37

Суммарный коэффициент рождаемости в некоторых странах мира, 1952–2007 гг.

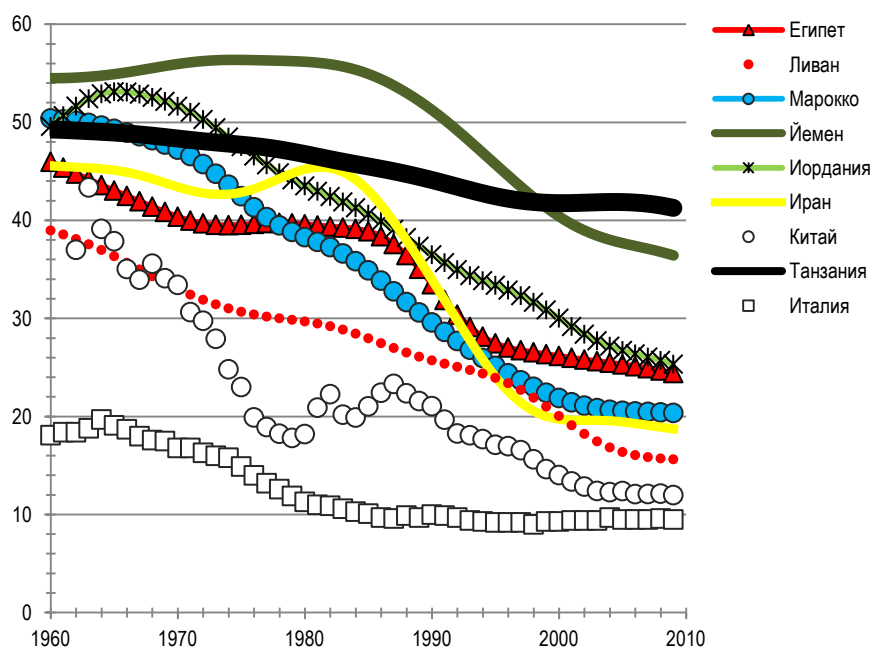
До начала 1970-х гг. суммарный коэффициент рождаемости составлял во всех ближневосточных странах 7–8 детей на женщину, и только с 1970-х гг. он начал снижаться (в таких странах, как Оман и Йемен, снижение началось только в середине 1980-х гг.) Сегодня в большинстве ближневосточных стран рождаемость составляет 2–3 ребенка на женщину. Однако для некоторых стран и этот уровень является достаточно высоким. Так, в Египте, где рождаемость в 2009 г. составила 2,8 детей на женщину, естественный прирост населения составляет 1,7%, а численность населения превысила 86 млн человек. При этом, страна катастрофически перенаселена: 97% населения живет на 4–5% территории (в дельте и долине Нила [см., например: Мамед-заде 2006; Ischinger, Jorgensen 2010: 18], где плотность населения составляет 2200 человек на 1 кв. км., что в 2 раза больше плотности населения в Бангладеш – самой густонаселенной⁴⁴ стране мира (1142 человека на 1 км² в 2010 г.). Египет уже сейчас испытывает огромные проблемы, связанные с перенаселенностью и загрязненностью городов, а также с возможной нехваткой питьевой воды в ближайшем будущем. Подобная ситуация может сложиться в скором будущем и в Йемене, где очень мало пригодных к обработке земель, а рождаемость до сих пор чрезвычайно высока (5,5 детей на женщину). Все это говорит о необходимости снижать здесь рождаемость в срочном порядке. Тем не менее нельзя не отметить огромные успехи ближневосточных стран в снижении этого показателя. Так, в Омане рождаемость за 25 лет снизилась с 8,3 до 2,5.

Для сравнения, Нигерия, самая большая страна Тропической Африки, добилась снижения рождаемости за то же время только с 6,8 до 5,6. Бразилия, где суммарный коэффициент рождаемости составляет около 2, значительно раньше добилась его снижения (еще в 1960–1970-е гг., гораздо раньше, чем на Ближнем Востоке). Великобритания отличалась значительно более низким уровнем рождаемости уже в начале рассматриваемого периода (2–3 в 1960-е гг.), а сегодня он составляет только 1,8. Наконец, Израиль также имел в 1960-х гг. более низкий уровень рождаемости (4), но с 1980-х гг. здесь держится на уровне трех детей на женщину, так что многие государства Ближнего Востока обогнали Израиль по данному показателю.

Помещенный ниже рис. 40 наглядно показывает, какие изменения в значениях общего коэффициента рождаемости произошли на Ближнем Востоке за последние 40 лет. Так, если в 1960-х гг. общий коэффициент рождаемости составлял во всех представленных на графике странах от 40 до 55 живорождений на тыс. человек населения (%), то ныне в большинстве из них рождаемость снизилась в 2–3 раза и составляет от 15 до 25%. Для сравнения, другие регионы мира демонстрируют несколько иную динамику. Китай добился снижения рождаемости до более низкого уровня, чем Ближний Восток (с 35–40% в 1960-х гг. до 12% в настоящее время). Италия уже с начала 1960-х гг. отличалась невысокой рождаемостью (18–20%), а сегодня она упала до менее 10% (9,1%), так что смертность там даже несколько превысила рождаемость, что означает появление естественной убыли населения – крайне тревожного процесса. В ближневосточных странах, а тем более в таких африканских странах, как Танзания, ситуация совершенно другая – население здесь интенсивно растет

⁴⁴ Не считая небольших по площади городов-государств, где вследствие сосредоточенности населения на очень малой территории плотность исключительно высока (в Сингапуре – 7,5 тыс. чел., в Монако – 35,8 тыс. чел. на 1 кв. км. в 2010 г.).

(1–2 и даже 3% в год). Танзания представляет собой очень характерный пример страны Тропической Африки, где общая рождаемость до сих пор остается на очень высоком уровне (более 40%), и снизилась всего лишь на 8% за последние 39 лет [подробнее о динамике рождаемости, а также о социально-экономической ситуации в Танзании см. Коротаев, Халтурина и др. 2010: 285–315]. Для сравнения, в Йемене за последние 19 лет рождаемость снизилась на 20% (хотя она и остается здесь очень высокой – 36%).



Источник: [World Bank 2011: SP.DYN.CBRT.IN].

Рисунок 38
Общий коэффициент рождаемости
в некоторых странах мира, 1960–2008 гг. (на тыс. чел., %)

Таким образом, несмотря на то, что в ряде стран рождаемость остается высокой, заметно большее опасение вызывает ситуация в Тропической Африке, потому что рождаемость там снижается очень медленно, и если не добиться ускорения темпов снижения, то возникнут эффекты роста демографического давления, перенаселенность, сложности в обеспечении населения всем необходимым, и в итоге – политическая дестабилизация, в том числе и по классическому мальтузианскому сценарию (т.е. социально-политические потрясения даже не на выходе из мальтузианской ловушки, а непосредственно в этой ловушке).

Вновь, как и со снижением смертности, обращает на себя внимание относительная синхронность падения рождаемости в странах Ближнего Востока. Как было показано ранее, смертность, особенно детская, интенсивно снижалась в регионе в 1960-х–начале 1980-х гг., когда в большинстве ближневосточных стран сохранялась очень высокая рождаемость (5–7 детей). Соответственно, больше детей стали доживать до совершеннолетия, что привело к резкому росту численности молодежи ко времени начала событий «арабской весны» во всех рассматриваемых странах. Снижение рождаемости в последнее время привело к резкому росту доли молодежи во всем населении за счет сокращения доли детей до 14 лет (сейчас в большинстве стран Ближнего Востока доля молодежи от 15 до 30 лет во всем населении составляет 25–30%, а, например, в Западной Европе – всего 17% [UN Population Division 2011]. Стремительно растущее и абсолютно, и относительно число молодежи практически невозможно полностью обеспечить рабочими местами, что было важным фактором роста недовольства и генезиса «арабских революций» 2011 г. Безусловно, в социально-политических потрясениях огромную роль сыграли и факторы, перечисленные в начале работы (а также разбираемые в ее заключительной части), но демографический фактор здесь был, безусловно, одним из основных.

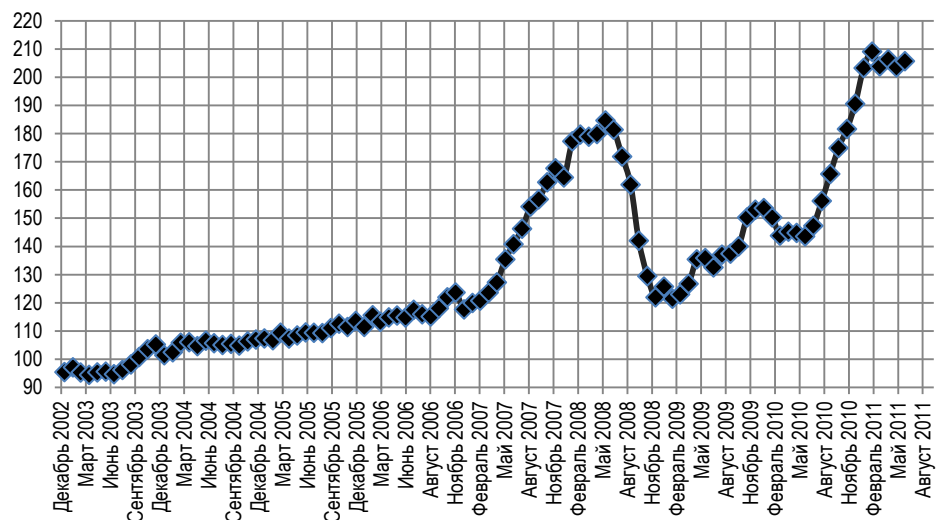
Факторы синхронизации событий «арабской весны»

Возникает, естественно, вопрос: почему события «арабской весны» произошли столь синхронно?

Отметим, что один импульс синхронизации находится не так близко от нас – это 1973 год, скачок мировых цен на нефть. На арабский мир полились потоки нефтедолларов, которые в первую очередь, естественно, достались нефтедобывающим странам, но в конечном счете заметная их часть дошла практически до всех арабских стран. Существенная доля нефтедолларового потока была переправлена в тот же Йемен (как Северный, так и Южный) – через каналы арабской помощи, через миграцию йеменцев на работу в Персидский залив и через накопления, которые трудовые мигранты принесли в Йемен. Так что нефтедоллары поступили в экономики, в общем-то, всех арабских стран, и это способствовало ускорению модернизации последних. Одной из важнейших составляющих модернизации являлось создание современной системы здравоохранения. В целом ряде стран были организованы сети больниц, роддомов, поликлиник и пр. И как мы могли видеть выше, в большинстве арабских стран в 70-е–80-е гг. следствием этих мероприятий стало резкое падение смертности, в том числе младенческой и детской; на фоне сохранявшейся долгое время высокой рождаемости это привело в 2000-е гг. к взрывообразному росту численности молодежи в странах «арабской весны».

Однако одного этого обстоятельства (несмотря на всю его важность), конечно, недостаточно для объяснения удивительной синхронности событий «арабской весны». Действительно, такого рода условия способны обеспечивать синхронизацию с точностью до нескольких лет, но никак не с точностью до нескольких месяцев и даже недель, как это наблюдалось в рассматриваемом нами случае.

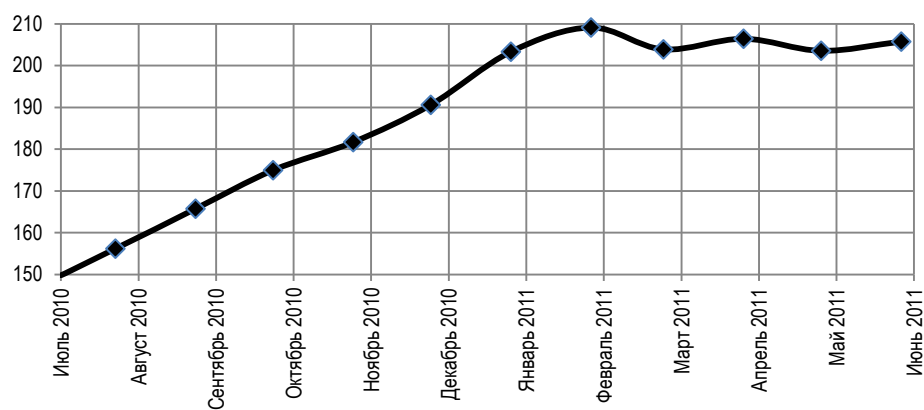
В качестве одного из факторов, обеспечивших подобную более точную синхронизацию, выступила вторая волна агфляции (стремительного роста цен на продовольствие), пик которой пришелся как раз на январь–февраль 2011 г. (см. [рис. 39](#) и [40](#)).



Источник: [FAO 2011a].

Рисунок 39

Динамика мировых цен на продовольствие, январь 2003 г.–май 2011 г.,
общий индекс цен на продовольствие ФАО
(2002–2004 гг.=100, с учетом инфляции)

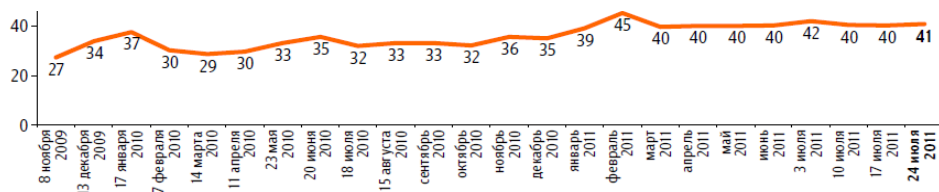


Источник: [FAO 2011a].

Рисунок 40

Динамика мировых цен на продовольствие, январь 2003 г.–май 2011 г.,
общий индекс цен на продовольствие ФАО
(2002–2004 гг.=100, с учетом инфляции)

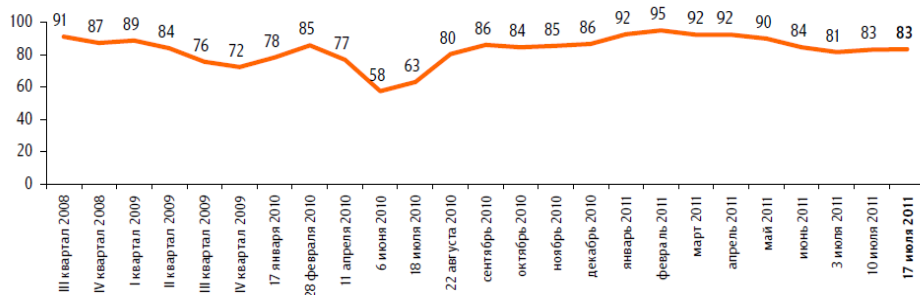
Это взрывообразное увеличение цен на продовольствие вызвало рост протестных настроений в большинстве стран мира. Кстати, не стала здесь исключением и Россия, где, по данным опросов ФОМ, в феврале 2011 г. наблюдался пик протестных настроений, совпавший с пиком обеспокоенности населения ростом цен (см. рис. 41 и 42).



Источник: [ФОМ 2011б: 12].

Рисунок 41

Доля россиян, давших положительный ответ на вопрос:
«Вы лично испытываете или не испытываете недовольство,
готовы участвовать в акциях протеста?», ноябрь 2009 г.–июль 2011 г.
(% от всех опрошенных)



Источник: [ФОМ 2011а: 15].

Рисунок 42

Доля россиян, положительно ответивших на вопрос:
«Повысились ли, по Вашему мнению, цены на основные продукты,
товары и услуги за последний месяц?», ноябрь 2009 г.–июль 2011 г.
(% от всех опрошенных)

Конечно, значение этого фактора нельзя и преувеличивать – ведь, в конце концов, в большинстве стран мира индуцированный второй волной инфляции рост протестных настроений не привел к сколько-нибудь серьезным социально-политическим потрясениям. Однако в арабских странах, находившихся в неравновесном социально-политическом положении, данный фактор явно сыграл важную дополнительную роль [см., например: Коротаев, Зинькина 2011а, 2011б], выступив одно-

временно в качестве достаточно точного импульса синхронизации событий «арабской весны». Кроме того, названная волна способствовала тому, что к ударному отряду протестующих – неустроенной высокообразованной молодежи – присоединились массы простых арабов, оказавшихся в результате взрывообразного роста цен ниже уровня бедности. Это, конечно, придало волнениям необходимую для потрясения (и свержения режимов) массовость.

Определенную роль в синхронизации упомянутых событий сыграли, конечно, и новые информационные технологии, в том числе Интернет-технологии. Необходимо иметь в виду, что уже задолго до «арабской весны» в арабском мире сложилось единое интернет-пространство, где на едином языке могут свободно общаться представители стран, еще не охваченных волнениями, с жителями стран, охваченными волнениями или через них уже прошедшими. И если даже одному из авторов этих строк через Фейсбук было прислано приглашение идти 28 января на каирскую площадь Тахрир, то, ясно, что в арабском мире такие приглашения получили сотни тысяч Интернет-пользователей.

Разумеется, совершенно особую роль в синхронизации событий «арабской весны» сыграли общеарабские спутниковые каналы, прежде всего ал-Джазира и ал-Арабиййа. Здесь необходимо иметь в виду, что за последние 10–15 лет в арабском мире произошла еще и медиареволюция, выразившаяся, помимо всего прочего, в появлении суперпрофессиональных телевизионных спутниковых каналов. Лучше известен, конечно, катарский канал ал-Джазира, но ал-Арабиййа – кувейтский аналог ал-Джазиры – вполне сопоставим с ним по уровню профессионализма. Это тележурналистика безоговорочно мирового уровня и телеканалы, уже получившие к началу «арабской весны» колоссальную популярность во всем арабском мире (и в том числе в тех странах, где СМИ находились под достаточно жестким государственным контролем).

У тех, кто видел трансляции обоих каналов в ходе «арабской весны» на понятном во всем арабском мире языке⁴⁵, работу талантливых тележурналистов, необыкновенно эмоционально передававших яркие образы народных выступлений во все концы арабского мира, нет особых сомнений в том, что они сыграли колоссальную роль в генезисе волны социально-политических потрясений. Примечательно, что за пределы арабского мира, в страны, не получавшие непрерывных трансляций образов народного восстания с комментариями на доступном для всех языке, эта волна практически не вышла. На наш взгляд, определенную роль сыграл и блестящий лозунг «арабской весны», рожденный еще в ходе первой, тунисской, революции – *аш-ша`б йурид искат ан-низам* («Народ хочет падения режима»). Помимо своей зажигательной ритмической структуры, он воздействует и своим смыслом – направленностью не против какого-то конкретного правителя или режима, а против режима вообще, и потому его оказалось возможным использовать в любой арабской стране.

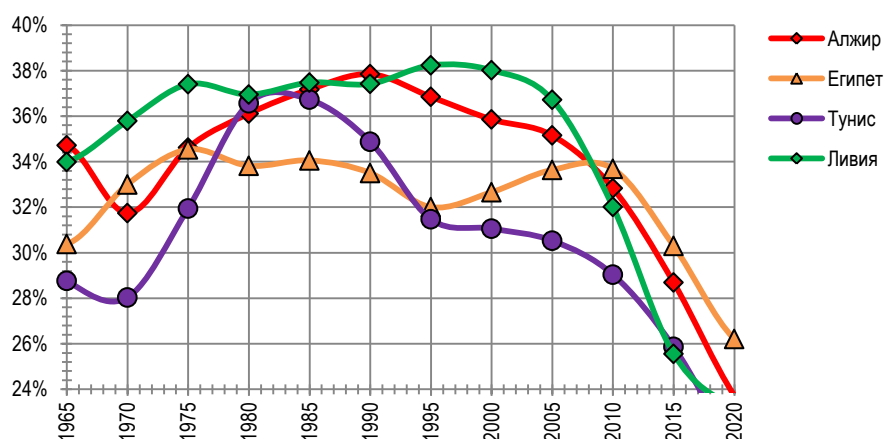
Ну и конечно, волна революций не прокатилась бы по всему арабскому миру, если бы тунисский переворот не оказался бы столь скоротечным, если бы он не создал ощущения, что смены власти в арабской стране можно добиться столь быстро и бескровно.

⁴⁵ Телевещание эти каналы осуществляют на литературном арабском языке, а не на диалектах, сложившихся в отдельных странах. К примеру, на египетском телевидении доминирующим является египетский диалект.

Ловушка на самом выходе из ловушки?

Египетская революция 2011 г., как и большинство других социально-политических потрясений «арабской весны», может вполне рассматриваться как случай так называемой «ловушки на самом выходе из ловушки» (подробнее см. [Коротаев, Халтурина и др. 2010, 2011](#); [Коротаев, Божевольнов и др. 2011](#)). Однако механизмы генерирования социально-политических взрывов «арабской весны» имеют свои заметные особенности, которые отличают их от классической модели «ловушки на выходе из ловушки», описанной в начале [Приложения 2](#).

Начнем с того, что социально-политические потрясения в арабских странах (за исключением событий в Йемене, которое мы детально рассмотрим ниже) произошли, когда эти страны находились уже не просто «на выходе из ловушки», но «на самом выходе» из нее. 2011 год был одним из последних, когда в этих странах наблюдалась критически высокая пропорция молодежи во взрослом населении, в то время как в ближайшие годы эта доля должна была снизиться до вполне безопасных уровней (см., например, [рис. 43](#)).



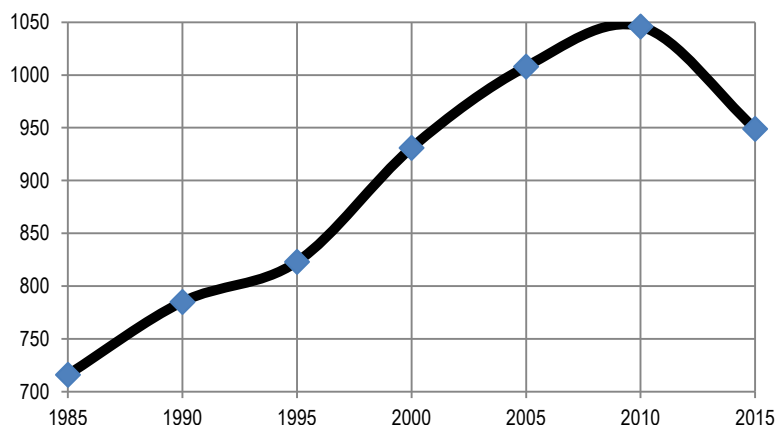
Источник: [UN Population Division 2011].

Рисунок 43

«Молодежные бугры» в североафриканских странах:
доля молодежи (20–29 лет⁴⁶) в общей численности взрослого (>19 лет)
населения, 1965–2010, с прогнозом до 2020 г. (%)

⁴⁶ Отметим, следующее: если в классической модели важно учитывать численность (и долю) молодежи в возрасте 15–29 лет, то в модели второго типа (ориентированной на страны, завершающие свой демографический переход) учитывается численность молодежи в возрасте 20–29 (или даже 20–24) лет. Поскольку во втором случае речь идет о странах, уже далеко продвинувшихся в своем модернизационном (и, в том числе, образовательном) переходе, основное давление на рынок труда оказывает молодежь именно этой возрастной группы и именно среди этой возрастной группы наблюдается особо высокий уровень безработицы (и протестных настроений). Молодежь в возрасте 15–19 лет в странах данной модернизационной фазы уже оказывается в большинстве своем задействованной в качестве обучающейся в рамках системы образования.

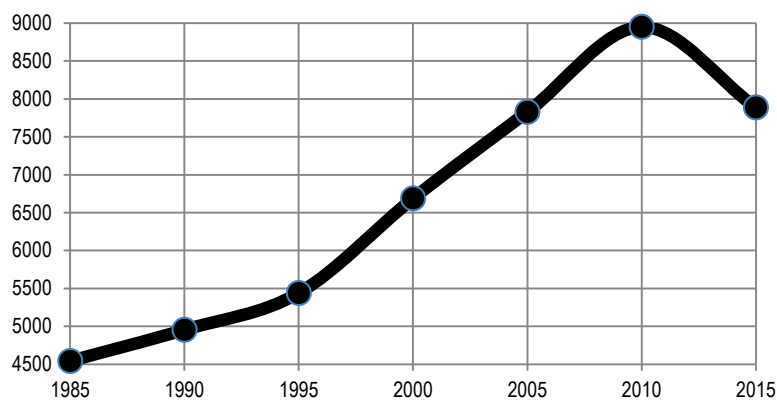
С другой стороны, именно в последние годы абсолютная численность молодого населения в большинстве стран «арабской весны» достигла своего максимального значения (см., например, [рис. 44](#) и [45](#)).



Источник: [UN Population Division 2011].

Рисунок 44

Динамика численности тунисской молодежи (20–24 года), с прогнозом до 2015 г. (тыс. чел.)



Источник: [UN Population Division 2011].

Рисунок 45

Динамика численности египетской молодежи (20–24 года), с прогнозом до 2015 г. (тыс. чел.)

В свете изложенного выше рассмотрим несколько более детально Египетскую революцию 2011 г.

В общем-то, не удивительно, что администрация Хосни Мубарака оказалась неподготовленной к социальному взрыву. Ведь статистика (и не без оснований) утверждала, что страна развивается очень успешно, даже в кризисные годы. Уровни бедно-

сти и неравенства одни из наименее тревожных в третьем мире. Мировые цены на продовольствие растут, однако правительство принимает серьезные меры для смягчения ценового гнета для беднейших слоев населения. Уровень безработицы (в процентах) меньше, чем во многих достаточно благополучных странах мира, и в последнее время несколько сокращается, что происходит на фоне замедления темпов роста населения. Казалось бы, какие причины имеются для социальных взрывов? Существуют, конечно же, небольшие группки смутьянов-блоггеров, но разве есть какие-либо основания ожидать, что они смогут повести за собой значительные массы людей?

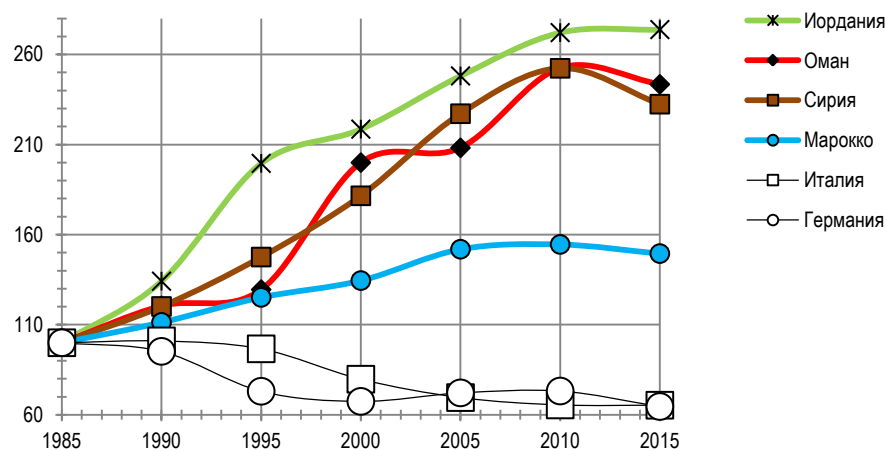
Трудно было представить, что режим Мубарака пострадает из-за успехов, достигнутых в модернизации Египта им и его предшественником, – успехов, обеспечивших резкое падение в 1975–1990 гг. смертности вообще и младенческой и детской смертности в особенности, успехов, без которых очень многие молодые египтяне, иступленно требовавшие на Тахрире отставки (или даже смерти) Мубарака и «падения режима», просто не дожили бы до возраста, когда они смогли выйти на улицы с подобными требованиями [Коротаев, Зинькина 2011а, 2011б, 2011в]. Да, процентный уровень безработицы в Египте с середины 1990-х гг. практически не изменился. Однако численность египетской молодежи за тот же период выросла почти в два раза – значит, как минимум во столько же раз выросло и число молодых безработных.

И еще одна деталь. Исследование, проведенное в III квартале 2010 г. египетским Центральным агентством по общественной мобилизации и статистике выявило не только то, что около половины египетских безработных принадлежат к возрастной группе 20–24 года, но и что более 43% египетских безработных имеют высшее образование! Таким образом, ударный отряд египетской революции был не только молодым, но и очень высоко образованным. Мы считаем, что это обстоятельство и придало заметную специфику Египетской революции, обусловив, в том числе, и ее определенную эмоциональную привлекательность для представителей развитых стран мира, а главное – относительную (в особенности по меркам третьего мира) «малокровность». Действительно, несмотря на колоссальный размах египетских событий, вовлекших в свой круговорот миллионы людей на многие дни, общее число погибших составило несколько сотен человек (при этом большинство людей погибли не от рук восставших, а вследствие применения силы подразделениями госбезопасности). Напомним, что во время предыдущих крупных народных волнений в Египте – «хлебных бунтов» 1977 г., которые продолжались всего два дня и имели число участников, измерявшееся сотнями тысяч (а не миллионами, как в 2011 г.) – погибло около 800 человек [см., например, Hirst 1977]. В этом отношении египетская революция 2011 г. оказалась ближе к молодежным волнениям или «бархатным революциям» последних десятилетий в Европе и Северной Америке, чем к кровавым народным восстаниям и революциям в третьем мире.

Пик абсолютной численности молодежи в возрасте 20–24 года наблюдался также в Сирии, Омане, Марокко и Иордании (см. [рис. 46](#)).

Нетрудно видеть, что марокканский «молодежный бугор» является здесь наименее выразительным; но, как кажется, это то исключение, которое подтверждает правило, а не его опровергает.

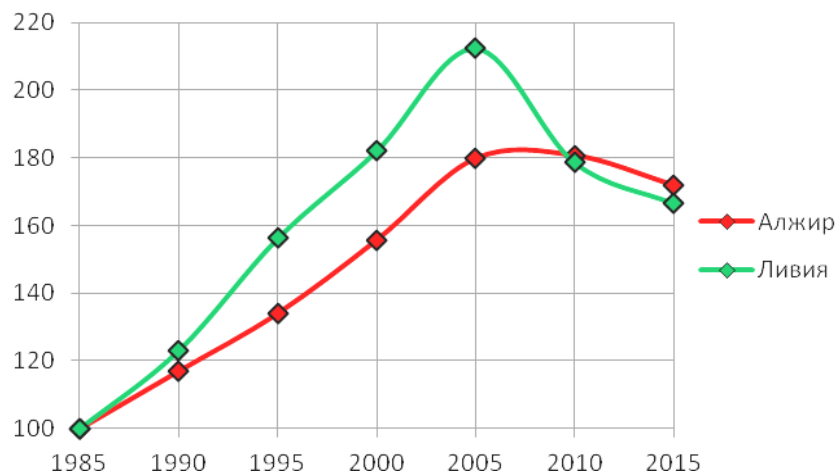
В Ливии и Алжире пик численности молодежи в возрасте 20–24 года пришелся на середину 2000-х гг. (см. [рис. 47](#)).



Источник: [UN Population Division 2011].

Рисунок 46

Относительная динамика численности молодежи (20–24 года) в Иордании, Омане, Сирии и Марокко в сопоставлении со странами Запада, с прогнозом до 2015 г. (1985 г.=100)

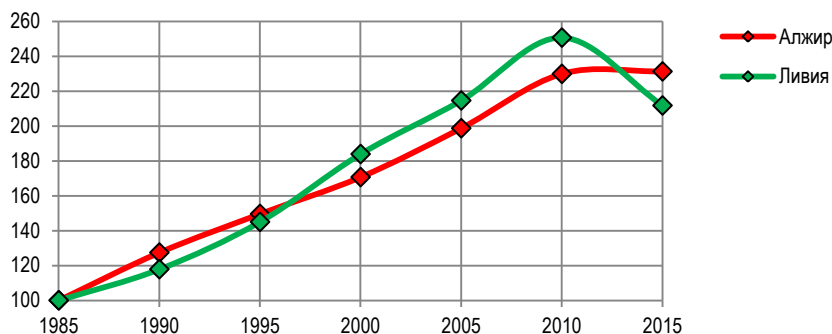


Источник: [UN Population Division 2011].

Рисунок 47

Относительная динамика численности молодежи (20–24 года) в Ливии и Алжире, с прогнозом до 2015 г. (1985 г.=100)

Однако на 2010–2011 гг. пришелся пик численности молодежи 25–29 лет в этих странах (см. рис. 48), что, как представляется, наложило определенный отпечаток на произошедшие в них события «арабской весны»: социально-политический конфликт в Алжире в сравнении с Тунисом и Египтом имел слабую интенсивность, полномасштабная гражданская война в Ливии, осложненная самой серьезной внешней интервенцией, отмечена неожиданно умеренным кровопролитием.

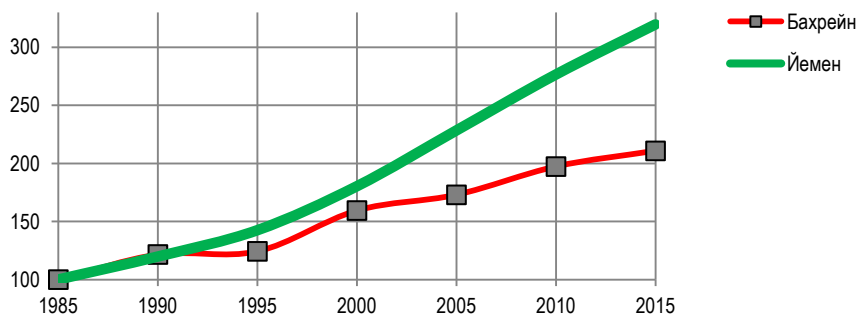


Источник: [UN Population Division 2011].

Рисунок 48

Относительная динамика численности молодежи (25–29 лет) в Ливии и Алжире, с прогнозом до 2015 г. (1985 г.=100)

Наконец, на Бахрейне и в Йемене достижение пика численности молодежи в возрасте 20–24 года ожидается еще только в будущем (см. рис. 49).

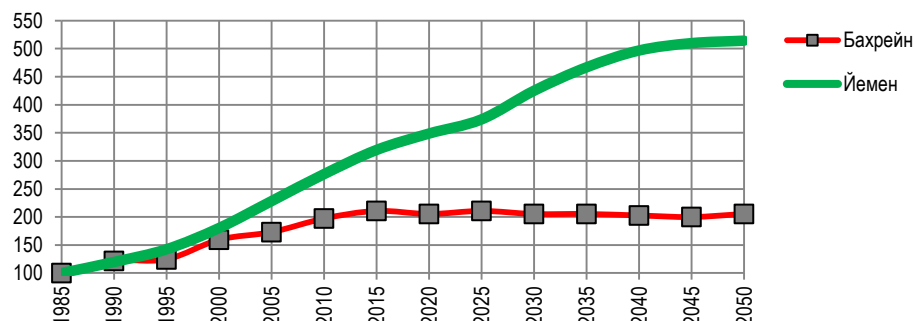


Источник: [UN Population Division 2011].

Рисунок 49

Относительная динамика численности молодежи (20–24 года) в Бахрейне и Йемене, с прогнозом до 2015 г. (1985 г.=100)

Ситуации в этих странах кардинально различаются не только экономически и социально, но и структурно-демографически: в Бахрейне стабилизация численности молодежи ожидается после 2015 г., для Йемена она прогнозируется экспертами ООН только после 2040 г. (см. рис. 50).



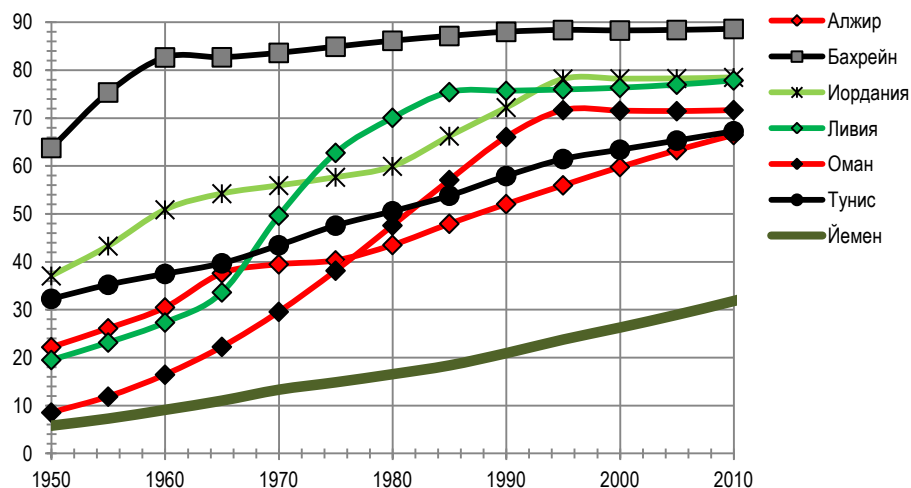
Источник: [UN Population Division 2011].

Рисунок 50

Относительная динамика численности молодежи (20–24 года) в Бахрейне и Йемене, с прогнозом до 2050 г. (1985 г.=100)

Обобщая изложенное, отметим, что в большинстве арабских стран структурно-демографические факторы в ближайшие годы будут способствовать социально-политической стабилизации, а в Йемене структурно-демографические факторы являются и будут являться еще долгие годы (и десятилетия) мощной силой дестабилизации его социально-политической системы.

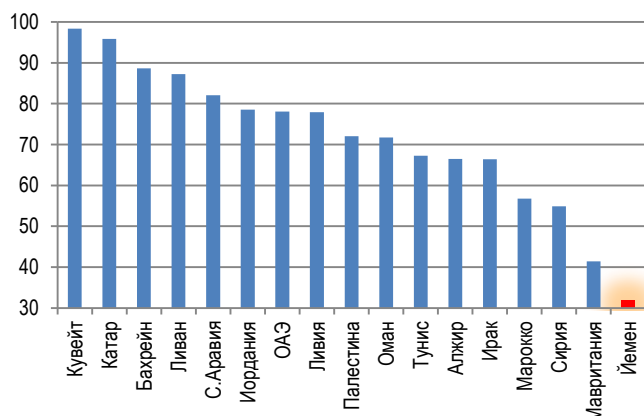
Обстоятельство, усугубляющее на ближайшие 20–30 лет структурно-демографические риски в Йемене, заключается в том, что эта страна еще находится на очень ранней фазе своего модернизационного процесса, колоссально отставая от остальных арабских стран в отношении урбанизационного перехода (см. рис. 51 и 52).



Источник: [UN Population Division 2011].

Рисунок 51

Динамика доли городского населения в некоторых странах «арабской весны» (%)



Источник: [UN Population Division 2011].

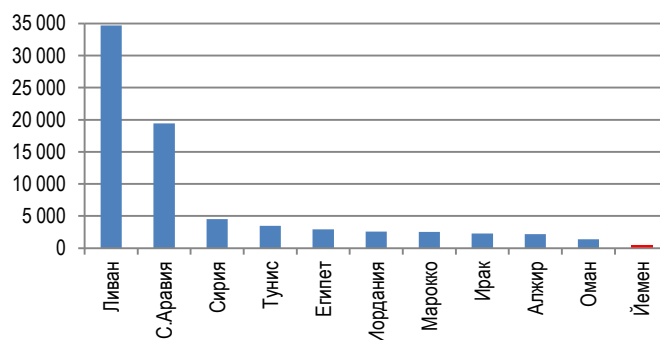
Рисунок 52
Доля городского населения в арабских странах, 2010 г. (%)

Как мы видим, если большинство арабских стран уже завершило урбанизационный переход или находится на очень продвинутых фазах этого процесса⁴⁷, то Йемен до сих пор пребывает на его начальной стадии.

Зачаточный уровень урбанизации в Йемене закономерно сочетается с занятостью большинства йеменского населения именно в сельском хозяйстве [World Bank 2011: SL.AGR.EMPL.ZS], для которого характерны показатели производительности труда несравненно более низкие, чем в остальных арабских странах⁴⁸ (см. рис. 53 и 54).

⁴⁷ Некоторое исключение здесь, казалось бы, составляет Египет (другое исключение, касающееся Мавритании, мы обсудим ниже), где по данным Всемирного банка [World Bank 2011: SP.URB.TOTL.IN.ZS] и ООН [UN Population Division 2011] доля городских жителей составляет менее 43%. Исключение это, однако, формальное. Дело в том, что Всемирный банк и ООН пользуются официальными национальными данными, при этом исходя из понимания «города», принятого в соответствующей стране. В такой стране, как Египет наблюдается высокий уровень административно-терминологической инерции, под влиянием которой населенные пункты с десятками тысяч жителей, занятых преимущественно в несельскохозяйственных сферах деятельности, обозначаются как «деревни» (*qaryah/qura*) [см., например: Васильев 1990: 13]; в любой другой стране мира эти «деревни» именовались бы «городами». Реальное содержание урбанизационного перехода составляет, конечно, не переименование переставших быть деревнями населенных пунктов (здесь Египет, действительно, сильно отстает), а перемещение населения из аграрного сектора в неаграрные. Еще в 1990-е гг. в этом смысле Египет вплотную приблизился к завершению урбанизационного перехода: с 1989 г. по 2002 г. доля занятых в египетском сельском хозяйстве упала с 42,4 до 27,5%, при этом доля сельского населения по официальным данным за то же время даже несколько выросла – с 56,42 до 57,4% [World Bank 2011]! Примечательно, что все это происходило на фоне предпринятой администрацией Мубарака широкомасштабной программы по развитию несельскохозяйственных производств за пределами официально признанных городских поселений.

⁴⁸ За исключением Мавритании [World Bank 2011]. Отметим сразу же, что это исключение относится к числу подтверждающих правило.



ПРИМЕЧАНИЕ: данные для большинства стран приведены по состоянию на 2008 г. При отсутствии информации за 2008 г. были приведены данные за ближайший доступный год.
 Источник: [World Bank 2011].

Рисунок 53

**Производительность труда в сельском хозяйстве арабских стран
 (постоянные долл. 2000 г.)**

Как мы видим, производительность труда в сельском хозяйстве Йемена далеко отстает от других стран с высокомодернизированным аграрным сектором (прежде всего, Ливана и Саудовской Аравии): разрыв между ними – в два порядка. Однако даже арабским странам со среднеразвитым сельским хозяйством Йемен уступает в несколько раз.

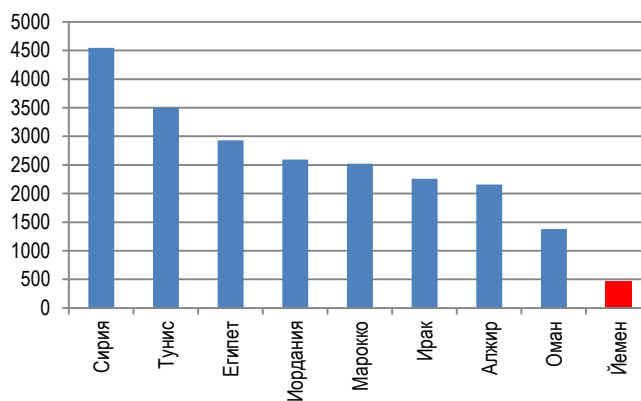


Рисунок 54

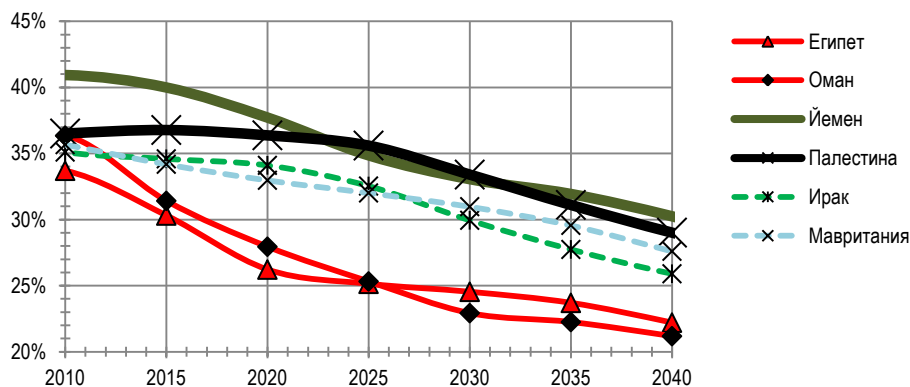
**Производительность труда в сельском хозяйстве арабских стран
 со средне- и слаборазвитым аграрным сектором
 (постоянные долл. 2000 г.)**

Очевидно, что Йемену, в отличие от всех остальных арабских стран вплоть до настоящего времени пребывающему в мальтузианской ловушке, для выхода из нее нужно будет как минимум в несколько раз повысить производительность труда в сельском хозяйстве, следствием чего станет выталкивание из йеменской деревни миллионов избыточных рабочих рук.

В итоге, в ближайшие 20–30 лет в Йемене мы сможем наблюдать особо опасное сочетание стремительного роста численности молодежи со взрывообразным ростом численности городского населения, описываемое классической моделью «ловушки на выходе из ловушки». Для населения Йемена сохраняются риски полномасштабной кровавой социально-политической дестабилизации по сценарию классической «ловушки на выходе из ловушки» с потенциально возможным числом человеческих жертв, на порядок более высоким по сравнению с потерями в ходе событий «арабской весны». С другой стороны, нельзя не отметить, что в странах «арабской весны» социально-политические потрясения наблюдались на достаточно поздних фазах урбанизационного перехода, что способствовало их индуцированию (обеспечив аномально высокий уровень концентрации безработной/неустроенной образованной молодежи в крупных городах и, в особенности, в столицах), но также придало этим событиям достаточно специфический характер, существенно снизив возможное число их жертв.

В целом, «ловушку на самом выходе из ловушки» можно описать как фазу модернизации, характерную для стран, завершающих выход из мальтузианской ловушки: в этот момент численность молодежи в возрасте 20–24 года достигает пика на фоне чрезвычайно высокого уровня концентрации молодежной части населения в городах (и, особенно, в столицах) и возникает закономерное перепроизводство лиц с высшим образованием (которое может принять особо критические масштабы в контексте развития систем массового бесплатного высшего образования).

Другими арабскими странами, которые существенно отстают от большинства стран арабского мира в своем демографическом переходе и в которых, в связи с этим, сохраняются серьезные структурно-демографические риски социально-политической дестабилизации, являются Мавритания, Ирак и, в особенности, Палестинская автономия (см. рис. 55).

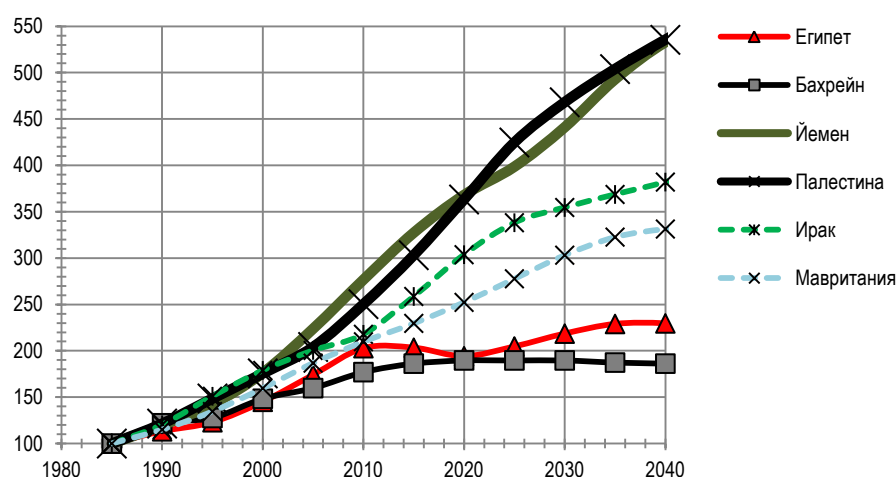


Источник: [UN Population Division 2011].

Рисунок 55
Доля молодежи (20–29 лет)
в общей численности взрослого (>19 лет) населения,
прогноз на 2012–2040 гг. (%)

Как мы видим, даже в районе 2025 г. в Йемене и Палестинской автономии доля молодежи во взрослом населении будет все еще на уровне, типичном для стран «арабской весны» 2011 г., а на безопасный уровень менее 30% эти две страны выйдут на 20–25 лет позднее стран арабского «мэйнстрима». Применительно к Ираку и Мавритании это запаздывание не столь велико (около 15 лет), но и здесь оно все же является заметным.

Разница между арабскими странами с сохраняющимся высоким уровнем структурно-демографических рисков и странами арабского мэйнстрима видна особенно отчетливо при рассмотрении относительной динамики численности их молодого населения (см. рис. 56).



Источник: [UN Population Division 2011].

Рисунок 56

Относительная динамика численности молодежи (20–24 года) в Египте, Бахрейне, Йемене, Палестинской Автономии, Ираке и Мавритании, с прогнозом до 2040 г. (1985 г.=100)

В развитых арабских странах численность молодого населения в ближайшие годы стабилизируется, в то время как в Ираке она продолжит расти достаточно быстрыми темпами вплоть до 2020-х гг. В Мавритании этот рост продлится вплоть до 2030-х гг., но он будет не таким быстрым, как в Ираке⁴⁹. Однако арабскими странами с самыми высокими структурно-демографическими рисками⁵⁰ являются Йемен и

⁴⁹ С другой стороны, ситуация в Мавритании (в отличие от Ирака) заметно усугубляется отставанием в урбанизационном переходе, на довольно ранней фазе, которого эта страна находится.

⁵⁰ Собственно говоря, в Йемене и Палестинской автономии эти риски являются одними из самых высоких в мире. За пределами Тропической Африки сопоставимо высокий уровень рисков может быть обнаружен только в Афганистане и на Восточном Тиморе.

Палестинская автономия, в которых быстрый рост численности молодого населения продлится до 2040-х гг.

Таким образом, «арабская весна» 2011 г. выявила важную особенность социальной динамики развивающихся стран – явление «ловушки на самом выходе из ловушки». Данное явление, как показали прошедшие события, существенным образом влияет на социально-политические процессы. Необходимость теоретического описания и количественного прогноза подобных явлений в разных странах требует развития соответствующих логико-математических моделей. Развитие изложенных в начале данной статьи моделей должно вестись, по нашему мнению, в следующих направлениях:

- определение количественных зависимостей влияния факторов социально-экономического развития на вероятность смертности для различных возрастных когорт населения;
- явный учет связи экономического развития с ростом городского населения;
- определение количественных зависимостей уровня безработицы как функции экономического и демографического роста;
- учет количественной динамики социальной группы, имеющей высшее образование; прогноз уровня безработицы в этой группе населения;
- количественный учет влияния на интенсивность протестного населения СМИ, социальных сетей и других информационных факторов;
- количественный анализ влияния факторов, снижающих социальную напряженность «на самом выходе из ловушки».

ЛИТЕРАТУРА

- Абель Э., Бернанке Б. 2008. *Макроэкономика*. 5-е изд. СПб.: Питер.
- Абрамов М. А. 2001. *Структурные и циклические закономерности в природе, обществе, искусстве*. Саратов: СГТУ.
- Акаев А.А. 2007. Вывод общего уравнения макроэкономической динамики, описывающего совместное взаимодействие долгосрочного роста и деловых циклов. *Доклады РАН* 417/4: 439–441.
- Акаев А.А. 2008а. Анализ решений общего уравнения макроэкономической динамики. *Экономика и математические методы* 44/3: 62–78.
- Акаев А.А. 2008б. Влияние деловых циклов на долговременный экономический рост. *Доклады РАН* 421/1: 1–5.
- Акаев А.А. 2009. Вывод общего уравнения макроэкономической динамики с нелинейным акселератором и анализ его решений. *Время, хаос и математические проблемы* 4: 183–202.
- Акаев А.А. 2010. Современный финансово-экономический кризис в свете теории инновационно-технологического развития экономики и управления инновационным процессом. *Системный мониторинг: Глобальное и региональное развитие* / Ред. Д.А.Халтурина, А.В.Коротаев. М.: Либроком/URSS. С. 230–258.
- Акаев А.А., Коротаев А.В., Малков С.Ю., Божевольнов Ю.В. 2011. К вопросу об учете особенностей технологического развития и человеческого капитала при моделировании и прогнозировании мировой *Проекты и риски будущего. Концепции, модели, инструменты, прогнозы* / Ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий, С.Ю.Малков. М.: Красанд/URSS, 2011. С.232–242.
- Акаев А.А., Коротаев А.В., Фомин А.А. 2011. О причинах и возможных последствиях второй волны глобального кризиса. *ГЛОБАЛИСТИКА – 2011. Пути к стратегической стабильности и проблема глобального управления* / Отв. ред. И.И.Абылгазиев, И.В.Ильин. М.: МАКС-Пресс, 2011. С.233–241.
- Акаев А.А., Садовничий В.А. 2010а. О новой методологии долгосрочного циклического прогнозирования динамики развития мировой системы и России. *Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики* / Ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий. М.: ЛКИ/URSS. С.5–69.
- Акаев А.А., Садовничий В.А. 2010б. Математическая модель демографической динамики со стабилизацией численности населения мира вокруг стационарного уровня. *Доклады Академии наук* 435/3: 320–324.
- Акаев А.А., Садовничий В.А. 2011. Глобальные демографические модели как основа для стратегического прогноза / *Проекты и риски будущего. Концепции, модели, инструменты, прогнозы* / Ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий, С.Ю.Малков. М.: Красанд/URSS, 2011. С.17–45.

- Акаев А.А., Садовничий В.А., Коротаев А.В. 2010.** О возможности предсказания нынешнего глобального кризиса и его второй волны. *Экономическая политика* 6: 39–46.
- Акаев А.А., Садовничий В.А., Коротаев А.В. 2011.** Взрывной рост цен на золото и нефть как предвестник мирового финансово-экономического кризиса. *Доклады Академии наук* 437/6: 727–730.
- Акаев А.А., Хироока М. 2009.** Об одной математической модели для долгосрочного прогнозирования динамики инновационно-экономического развития. *Доклады Академии наук* 425/6: 727–732.
- Акимов А.В. 2008.** *2300 год: глобальные проблемы и Россия*. М.: Восточный университет.
- Ананьин О.И. 2008.** (Ред.). *Экономика как искусство*. М.: Наука.
- Андреев В.Г. 1999.** Геополитика и мировая война. *Обозреватель – Observer* 12/119.
- Арон Р. 2000.** *Мир и война между народами*. М.: NOTA BENE.
- Бабинцев В.С., Блинков В.М. 1991.** *Длинные волны экономической конъюнктуры и их влияние на инновационную восприимчивость производства*. М.: ВНИИСИ.
- Блауг М. 2008.** *100 великих экономистов после Кейнса*. СПб.: Экономическая школа.
- Бобровников А.В. 2004.** *Макроциклы в экономике стран Латинской Америки*. М.: Институт Латинской Америки РАН.
- Борисов В.А. 2005.** *Демография*. 4-е изд. М.: NOTA BENE.
- Бородкин Л.И. 1999.** Историк и математические модели. *Исторические записки* 2: 60–87.
- Бородкин Л.И., Владимиров В.Н., Гарскова И.М. 2003.** Новые тенденции развития исторической информатики. По материалам XV международной конференции «История и компьютер». *Новая и новейшая история* 1. С. 117–128.
- Браун Л.Р. 2003.** *Экоэкономика: Как создать экономику, оберегающую планету*. М.: Весь Мир.
- Валлерстайн И. 2006.** *Миросистемный анализ: Введение* / Пер. Н.Тюкиной. М.: Издательский дом «Территория будущего».
- Васильев А.М. 1990.** (Ред.) *Арабская Республика Египет*. М.: Наука.
- Винокуров Г.Н., Коняхин Б.А., Подкорытов Ю.А. 2008.** Геополитический статус Китая как фактор российской политики ядерного сдерживания Соединенных Штатов. *Стратегическая стабильность* 2: 49–53.
- Винокуров Г.Н., Ковалев В.И., Малинецкий Г.Г., Малков С.Ю., Подкорытов Ю.А. 2011.** Россия в контексте мировой геополитической динамики: количественная оценка исторической ретроспективы, современного состояния и перспектив развития. *Проекты и риски будущего. Концепции, модели, инструменты, прогнозы* / Ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий, С.Ю.Малков. М.: КРАСАНД. С. 89–105.
- Вишневский А.Г. 1976.** *Демографическая революция*. М.: Статистика.
- Вишневский А.Г. 2005.** *Избранные демографические труды. 1: Демографическая теория и демографическая история*. М.: Наука.
- Вишневский А.Г. 2006.** (Ред.). *Демографическая модернизация России, 1900–2000*. М.: Новое изд-во.
- Гапоненко Н.В. 2008.** *Форсайт. Теория. Методология. Опыт*. М.: ЮНИТИ–ДАНА.
- Геловани В.А., Бритков В.Б. 1979.** Исследование моделей глобального развития методом статистических испытаний. *Труды ВНИИСИ* 8.

- Геловани В.А., Егоров В.А., Митрофанов В.Б. Пионтковский А.А. 1975. Об одной задаче управления в глобальной динамической модели Форрестера. *Доклады Академии наук* 220/3: 536–539.
- Глазьев С.Ю. 1993. *Теория долгосрочного технико-экономического развития*. М.: ВладДар.
- Глазьев С.Ю. 2010. *Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса*. М.: Экономика.
- Глобальный силометр. 2005. *Политический журнал* 3.
- Голанский М.М. 1983. *Экономическое прогнозирование*. М.: Наука.
- Горшков В.Г. 1995. *Физические и биологические основы устойчивости жизни*. М.: ВИНТИ.
- Гринин Л.Е. 2006. *Производительные силы и исторический процесс*. 4-е изд. М.: УРСС.
- Гринин Л.Е. 2010. Мальтузианско-марксова «ловушка» и русские революции. *О причинах Русской революции* / Ред. Л.Е.Гринин, А.В.Коротаев, С.Ю.Малков. М.: ЛКИ/URSS. С.198–224.
- Гринин Л.Е., Коротаев А.В. 2009а. *Глобальный кризис в ретроспективе. Краткая история подъемов и кризисов: от Ликурга до Алана Гринспена*. М.: ЛКИ/URSS.
- Гринин Л.Е., Коротаев А.В. 2009б. *Социальная макроэволюция: генезис и трансформации Мир-системы*. М.: Либроком/URSS.
- Гринин Л.Е., Коротаев А.В. 2009в. Урбанизация и политическая нестабильность: к разработке математических моделей политических процессов. *Политические исследования* 4: 34–52.
- Гринин Л.Е., Коротаев А.В., Малков С.Ю. 2008. Математические модели социально-демографических циклов и выхода из мальтузианской ловушки: некоторые возможные направления дальнейшего развития. *Проблемы математической истории. Математическое моделирование исторических процессов* / Ред. Г.Г.Малинецкий, А.В.Коротаев. М.: Либроком/URSS. С.78–117.
- Гринин Л.Е., Коротаев А.В., Малков С.Ю. 2010а. Введение. Русские революции в столетней ретроспективе. *О причинах Русской революции* / Отв. ред. Л.Е.Гринин, А.В.Коротаев, С.Ю.Малков. М.: ЛКИ/URSS. С.5–24.
- Гринин Л.Е., Коротаев А.В., Малков С.Ю. 2010б. Математическая модель среднесрочного экономического цикла. *Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики* / Отв. ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий. М.: Издательство ЛКИ/URSS. С.287–299.
- Гринин Л.Е., Коротаев А.В., Малков С.Ю. 2010в. Математическая модель среднесрочного экономического цикла и современный глобальный кризис. *История и Математика. Эволюционная историческая макродинамика* / Отв. ред. С.Ю.Малков, Л.Е.Гринин, А.В.Коротаев. 2-е изд., исправленное и дополненное. М.: Либроком/URSS. С.233–284.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В., Цирель С.В. 2011. *Циклы развития современной Мир-системы*. М.: Либроком/URSS.
- Гринин Л.Е., Малков С.Ю., Гусев В.А., Коротаев А.В. 2009. Некоторые возможные направления развития теории социально-демографических циклов и математические модели выхода из мальтузианской ловушки. *История и Математика: процессы и модели* / Ред. С.Ю.Малков, Л.Е.Гринин, А.В.Коротаев. М.: Либроком/URSS. С.134–210.

- Давыдов В. 2008. Современная левая альтернатива в латиноамериканском исполнении. *Мир перемен* 1.
- Добрынин А.И., Дятлов С.А., Курганский С.А. 1999. *Человеческий капитал. Методические аспекты анализа*. СПб.: СПбГУЭФ.
- Долгонос Б.М. 2009. *Нелинейная динамика экологических и гидрологических процессов*. М.: Либроком/URSS.
- Дольник В.Р. 2009. *Непослушное дитя биосферы*. М.: МЦНМО.
- Дубовский С.В. 1995. Объект моделирования – цикл Кондратьева. *Математическое моделирование* 7/6: 65–74.
- Дубовский С.В. 2010. Глобальное моделирование: вопросы теории и практики. *Век глобализации* 2/6: 47–67.
- Дугин А.Г. 1997. *Основы геополитики*. М.: Арктогея.
- Дынкин А.А. 2007. (Ред.). *Мировая экономика: прогноз до 2020 г.* М.: Магистр.
- Егоров В.А., Каллистов Ю.Н., Митрофанов В.Б., Пионтковский А.А. 1980. *Математические модели глобального развития*. Л.: Гидрометеиздат.
- Ерохина Е.А. 2001. *Стадии развития открытой экономики и циклы Н.Д.Кондратьева*. Томск: Водолей.
- Зинькина Ю.В. 2010. Тенденции политико-демографической динамики и перспективы сохранения политической стабильности в странах Ближнего и Среднего Востока и Восточной Африки с точки зрения структурно-демографической теории. *Системный мониторинг глобальных и региональных рисков* / Ред. Д.А.Халтурина, А.В.Коротаев, Ю.В.Зинькина. М.: Либроком/URSS. С.141–283.
- Ищенко Е.Г. 2008. Прогноз динамики инвестиций в энергоэкологический сектор. *Энергоэкологическое будущее цивилизаций*. М.: МИСК, с. 401–419.
- Казанцев С.В., Тесля П.Н. 1991. *Длинные волны: Научно-технический прогресс и социально-экономическое развитие*. Новосибирск: Наука.
- Капица С.П. 1992. Математическая модель роста населения мира. *Математическое моделирование* 4/6: 65–79.
- Капица С.П. 1996. Феноменологическая теория роста населения Земли. *Успехи физических наук* 166/1: 63–80.
- Капица С.П. 1999. *Сколько людей жило, живет и будет жить на Земле*. М.: Наука.
- Капица С.П. 2008. *Очерк теории роста человечества. Демографическая революция и информационное общество*. М.: Никитский клуб.
- Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. 2003. *Синергетика и прогнозы будущего*. М.: Едиториал УРСС.
- Кепель Ж. 2004. *Джихад. Экспансия и закат исламизма*. М.: Ладомир.
- Кирдина С.Г. 2001. *Институциональные матрицы и развитие России*. Новосибирск: ИЭиОПП СО РАН.
- Кирдина С.Г. 2004. *Х и Y-экономики: Институциональный анализ*. М.: Наука.
- Кирдина С.Г., Малков С.Ю. 2008. Моделирование самоорганизации экономики отраслей с повышающимися и понижающимися предельными издержками. *Эволюционная теория, теория самовоспроизводства и экономическое развитие*. М.: Институт экономики РАН. С.155–176.
- Кирдина С.Г., Малков С.Ю. 2010. *Два механизма самоорганизации экономики: модельная и эмпирическая верификация*. М.: Институт экономики РАН.
- Клинов В.Г. 2008. Мировая экономика: прогноз до 2050 г. *Вопросы экономики* 5: 62–79.

- Клинов В.Г. 2010.** *Прогнозирование долгосрочных тенденций в развитии мирового хозяйства*. М: Магистр.
- Кнорр К. 1960.** *Военный потенциал государств* / Пер. с англ. М.: Воениздат.
- Князева Е.Н., Курдюмов С.П. 2005.** *Основания синергетики*. М.: УРСС.
- Кондратьев Н.Д. 1922.** *Мировое хозяйство и его конъюнктура во время и после войны*. Вологда: Областное отделение Государственного издательства.
- Кондратьев Н.Д. 1925.** Большие циклы конъюнктуры. *Вопросы конъюнктуры* 1/1: 28–79.
- Кондратьев Н.Д. 1928.** *Большие циклы конъюнктуры*. М.: Институт экономики РАНИОН.
- Кондратьев Н.Д. 1989.** *Проблемы экономической динамики*. М.: Экономика.
- Кондратьев Н.Д. 2002.** *Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения*. М.: Экономика.
- Конторович А.Э., Коржубаев А.Т. 2008.** *Энергоэкологическое будущее цивилизаций*. Т.3. М: МИСК.
- Концепция 2008.** Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. (<http://docs.kodeks.ru/document/902130343>)
- Коротаев А.В. 2006а.** *Долгосрочная политико-демографическая динамика Египта: циклы и тенденции*. М.: Восточная литература.
- Коротаев А.В. 2006б.** Периодизация истории Мир-системы и математические макромоделли социально-исторических процессов. *История и Математика: проблемы периодизации исторических макропроцессов* / Ред. Л.Е.Гринин, А.В.Коротаев, С.Ю.Малков. М.: УРСС. С.116–167.
- Коротаев А.В. 2007.** Макродинамика урбанизации Мир-системы: количественный анализ. *История и Математика: макроисторическая динамика общества и государства* / Ред. С.Ю.Малков, Л.Е.Гринин, А.В.Коротаев. М.: КомКнига/ URSS. С.21–39.
- Коротаев А.В., Божевольнов Ю.В., Гринин Л.Е., Зинькина Ю.В., Малков С.Ю. 2011.** Ловушка на выходе из ловушки. Логические и математические модели. *Проекты и риски будущего. Концепции, модели, инструменты, прогнозы* / Ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий, С.Ю.Малков. М.: Красанд/URSS. С.138–164.
- Коротаев А.В., Зинькина Ю.В. 2011а.** Демографические корни Египетской революции. *Демоскоп* 459–460. URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2011/0459/tema01.php>.
- Коротаев А.В., Зинькина Ю.В. 2011б.** Египетская революция 2011 г. *Азия и Африка сегодня* 6 (647): 10–16.
- Коротаев А.В., Зинькина Ю.В. 2011в.** Египетская революция 2011 г. Структурно-демографический анализ. *Азия и Африка сегодня* 7 (648): 15–21.
- Коротаев А.В., Комарова Н.Л., Халтурина Д.А. 2007.** *Законы истории: Вековые циклы и тысячелетние тренды. Демография, экономика, войны*. М.: КомКнига/URSS.
- Коротаев А.В., Малков А.С., Халтурина Д.А. 2005а.** *Законы истории: Математическое моделирование исторических макропроцессов (Демография. Экономика. Войны)*. М.: КомКнига/URSS.
- Коротаев А.В., Малков А.С., Халтурина Д.А. 2005б.** Компактная математическая макромоделль технико-экономического и демографического развития Мир-систе-

- мы (1–1973 гг.). *История и синергетика: математическое моделирование социальной динамики* / Ред. С.Ю.Малков, А.В.Коротаев. М.: КомКнига/ URSS. С.6–48.
- Коротаев А.В., Малков А.С., Халтурина Д.А. 2007.** *Законы истории: Математическое моделирование развития Мир-системы. Демография, экономика, культура*. М.: КомКнига/URSS.
- Коротаев А.В., Халтурина Д.А. 2009.** *Современные тенденции мирового развития*. М.: Либроком/URSS.
- Коротаев А.В., Халтурина Д.А., Божевольнов Ю.В. 2010.** *Законы истории. Вековые циклы и тысячелетние тренды. Демография. Экономика. Войны*. М.: КомКнига/URSS.
- Коротаев А.В., Халтурина Д.А., Кобзева С.В., Зинькина Ю.В. 2011.** *Ловушка на выходе из ловушки? О некоторых особенностях политико-демографической динамики модернизирующихся систем. Проекты и риски будущего. Концепции, модели, инструменты, прогнозы* / Ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий, С.Ю.Малков. М.: Красанд/URSS. С.45–88.
- Коротаев А.В., Халтурина Д.А., Малков А.С., Божевольнов Ю.В., Кобзева С.В., Зинькина Ю.В. 2010.** *Законы истории. Математическое моделирование и прогнозирование мирового и регионального развития*. 3-е изд. М.: ЛКИ/URSS.
- Коротаев А.В., Хаматшин А.В., Божевольнов Ю.В., Кобзева С.В., Малков А.С. 2009.** *Факторы инвестиционной активности. Системный мониторинг. Глобальное и региональное развитие* / Ред. Д.А.Халтурина, А.В.Коротаев. М.: Либроком/URSS. С.260–292.
- Коротаев А.В., Цирель С.В. 2009.** *Кондратьевские волны в мировой экономической динамике Системный мониторинг. Глобальное и региональное развитие* / Ред. Д.А.Халтурина, А.В.Коротаев. М.: Либроком/URSS. С.189–229.
- Крадин Н.Н. 2008.** *Проблемы периодизации исторических макропроцессов. История и Математика: Модели и теории* / Ред. Л.Е.Гринин, С.Ю.Малков, А.В.Коротаев. М.: ЛКИ/URSS. С.166–200.
- Кузык Б.Н., Яковец Ю.В. 2005.** *Россия-2050: стратегия инновационного прорыва*. М.: Экономика.
- Кульпин Э.С. 1990.** *Человек и природа в Китае*. М.: Наука.
- Лурья А.Р. 1974.** *Об историческом развитии познавательных процессов*. М.: Издательство МГУ.
- Лурья А.Р. 1982.** *Этапы пройденного пути: Научная автобиография*. М.: Издательство Московского университета.
- Люри Д.И. 1994.** *Развитие ресурсопользования и экологические кризисы. Известия РАН. Серия географическая* 1: 14–30.
- Люри Д.И. 2005.** *Устойчиво ли «устойчивое развитие». История и синергетика: методология исследования* / Ред. С.Ю.Малков, А.В.Коротаев. М.: КомКнига/URSS. С.164–180.
- Маевский В.И. 1994.** *Кондратьевские циклы, экономическая эволюция и экономическая генетика*. М.: ИЭ РАН.
- Маевский В.И. 1997.** *Введение в эволюционную макроэкономику*. М.: «Япония сегодня».
- Маевский В.И., Каждан М.Я. 1996.** *Циклы Кондратьева и экономическая эволюция. На пути к постиндустриальной цивилизации* / Ред. Ю.В.Яковец. М.: МФК. С.141–144.

- Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сулакшин С.С. 2007.** *Применение вычислимых моделей в государственном управлении*. М.: Научный эксперт.
- Малинецкий Г.Г. 1996.** Нелинейная динамика – ключ к теоретической истории? *Общественные науки и современность* 4: 98–111.
- Малков А.С., Божевольнов Ю.В., Халтурина Д.А., Коротаев А.В. 2010.** К системному анализу мировой динамики: взаимодействие центра и периферии Мир-системы. *Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики* / Ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий. М.: Издательство ЛКИ.
- Малков С.Ю. 2002.** Математическое моделирование исторических процессов. *Новое в синергетике. Взгляд в третье тысячелетие* / Ред. Г.Г.Малинецкий, С.П.Курдюмов. М.: Наука. С.291–323.
- Малков С.Ю. 2003.** Математическое моделирование динамики общественных процессов. *Связь времен* / Ред. И.Л.Жеребцов. Т. 2. М.: МГВР КОКС. С.190–214.
- Малков С.Ю. 2004.** Математическое моделирование исторической динамики: подходы и модели. *Моделирование социально-политической и экономической динамики* / Ред. М.Г.Дмитриев. М.: РГСУ. С.76–188.
- Малков С.Ю. 2009а.** *Социальная самоорганизация и исторический процесс: возможности математического моделирования*. М.: Либроком/URSS.
- Малков С.Ю. 2009б.** Динамическое моделирование и прогнозирование социально-экономических и политических процессов. *Стратегическая стабильность* 3: 28–35.
- Малков С.Ю., Кирдина С.Г. 2010.** Иерархия моделей мировой динамики и глобальные социально-экономические процессы. *Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики*. М.: Издательство ЛКИ. С.249–261.
- Малков С.Ю., Ковалев В.И., Малков А.С. 2000.** История человечества и стабильность (опыт математического моделирования). *Стратегическая стабильность* 3: 52–66.
- Малков С.Ю., Коссе Ю.В., Бакулин В.Н., Сергеев А.В. 2002.** Социально-экономическая и демографическая динамика в аграрных обществах. *Математическое моделирование* 14/9: 103–108.
- Малков С.Ю., Малков А.С. 2000.** История в свете математического моделирования. *История за и против истории* / Ред. Ю.М.Осипов, И.В.Бестужев-Лада, Е.С.Зотова, Г.Р.Наумова. Кн. 2. М.: Центр общественных наук. С.54–76.
- Малков С.Ю., Селунская Н.Б., Сергеев А.В. 2005.** Социально-экономические и демографические процессы в аграрном обществе как объект математического моделирования. *История и синергетика: Математическое моделирование социальной динамики* / Ред. С.Ю.Малков, А.В.Коротаев. М.: КомКнига/URSS. С.70–87.
- Малков С.Ю., Сергеев А.В. 2002.** Математическое моделирование социально-экономической устойчивости развивающегося общества. *Стратегическая стабильность* 4: 54–61.
- Малков С.Ю., Сергеев А.В. 2004а.** *Математическое моделирование экономико-демографических процессов в аграрном обществе*. М.: Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН.
- Малков С.Ю., Сергеев А.В. 2004б.** Оценка устойчивости социальных систем на основе экономико-демографического моделирования. *Проблемы управления безопасностью сложных систем* / Ред. Н.И.Архипова, В.В.Кульба. М.: РГГУ. С.356–359.

- Мальтус Т. [1798] 1993.** Опыт о законе народонаселения. *Шедевры мировой экономической мысли*. Т. 4. Петрозаводск: Петроком.
- Матросов В., Измоденова-Матросова К. 2005.** Учение о ноосфере, глобальное моделирование и устойчивое развитие. М.: Academia.
- Медоуз Д., Рандерс Й., Медоуз Д. 2008.** Пределы роста. 30 лет спустя. М.: Академкнига.
- Мельянцева В.А. 1996.** Восток и Запад во втором тысячелетии. М.: МГУ.
- Мельянцева В.А. 2003.** Три века российского экономического роста. *Общественные науки и современность* 5: 84–95.
- Мельянцева В.А. 2004.** Генезис современного (интенсивного) экономического роста. М.: Гуманитарий.
- Мельянцева В.А. 2009.** Развитые и развивающиеся страны в эпоху перемен. М.: Ключ-С.
- Меньшиков С.М., Клименко Л.А. 1984.** Длинные волны в экономике. *Процессы глобального развития: моделирование и анализ* 3: 55–68.
- Меньшиков С.М., Клименко Л.А. 1989.** Длинные волны в экономике. Когда общество меняет кожу. М.: Международные отношения.
- Моисеев Н.Н., Александров В.В., Тарко А.М. 1985.** Человек и биосфера. Опыт системного анализа и эксперименты с моделями. М.: Наука.
- Моуги Р. 1992.** Развитие процесса длинноволновых колебаний. *Вопросы экономики* 10: 76–78.
- Мугрузин А.С. 1986.** Роль природных и демографических факторов в динамике аграрного сектора средневекового Китая (к вопросу о цикличности докапиталистического воспроизводства). *Исторические факторы общественного воспроизводства в странах Востока* / Ред. Л.И.Рейснер, Б.И.Славный. М.: Наука. С.11–44.
- Мугрузин А.С. 1994.** Аграрно-крестьянская проблема в Китае. М.: Наука.
- Мэнкью Н.Г. 2009.** Принципы макроэкономики. 4-е изд. СПб.: Питер.
- Мэхен А. 1941.** Влияние морской силы на историю 1660–1783. М.: Воениздат.
- Назаретян А.П. 1999.** Векторы исторической эволюции. *Общественные науки и современность* 2: 112–126.
- Найденов В.И., Кожевникова И. А. 2003.** Математические модели численности населения Земли. *Доклады РАН* 393/5: 591–596.
- Нефедов С.А. 1999а.** Метод демографических циклов в изучении социально-экономической истории допромышленного общества. Автореферат диссертации к.и.н. Екатеринбург: Уральский государственный университет.
- Нефедов С.А. 1999б.** О демографических циклах в истории Вавилонии. Рукопись (#54930), депонированная в ИНИОН РАН, М. URL: <http://www.hist1.narod.ru/Science/Babylon/Vavilon.html>.
- Нефедов С.А. 1999в.** О демографических циклах в истории Древнего Египта. Рукопись (#54931), депонированная в ИНИОН РАН, М. URL: <http://www.hist1.narod.ru/Science/Egipt/Egipt.html>.
- Нефедов С.А. 1999г.** О демографических циклах в средневековой истории Китая. Рукопись (#54932), депонированная в ИНИОН РАН, М. URL: <http://www.hist1.narod.ru/Science/China/China.html>.
- Нефедов С.А. 1999д.** Опыт имитационного моделирования демографического цикла. Рукопись (#54933), депонированная в ИНИОН РАН, М. URL: <http://www.hist1.narod.ru/Science/Cycle/Cycle.html>.

- Нефедов С.А. 2000а.** О демографических циклах в истории Китая (XIV–XIX вв.). Рукопись (#128367), депонированная в ИНИОН РАН, М. URL: <http://www.hist1.narod.ru/Science/China/China1.html>.
- Нефедов С.А. 2000б.** О законах истории и математических моделях. *Известия Уральского государственного университета* 15: 15–23.
- Нефедов С.А. 2001а.** Метод демографических циклов. *Уральский исторический вестник* 7: 93–107.
- Нефедов С.А. 2001б.** О демографических циклах в истории Индии. Рукопись (#556324), депонированная в ИНИОН РАН, М. URL: <http://www.hist1.narod.ru/Science/India/india.html>.
- Нефедов С.А. 2002а.** Опыт моделирования демографического цикла. *Информационный бюллетень ассоциации «История и компьютер»* 29: 131–142.
- Нефедов С.А. 2002б.** О теории демографических циклов. *Экономическая история* 8: 116–121.
- Нефедов С.А. 2003.** Теория демографических циклов и социальная эволюция древних и средневековых обществ Востока. *Восток* 3: 5–22.
- Нефедов С.А. 2005.** Демографически-структурный анализ социально-экономической истории России. Конец XV – начало XX века. Екатеринбург: Издательство УГГУ.
- Нефедов С.А. 2007.** Концепция демографических циклов. Екатеринбург: Издательство УГГУ.
- Нефедов С.А. 2008.** Факторный анализ исторического процесса. М.: Территория будущего.
- Нефедов С.А., Турчин П.В. 2007.** Опыт моделирования демографически-структурных циклов. *История и Математика: макроисторическая динамика общества и государства* / Ред. С.Ю.Малков, Л.Е.Гринин, А.В.Коротаев. М.: КомКнига/URSS. С.153–167.
- Оболенский А.Ю. 2006.** Лекции по качественной теории дифференциальных уравнений. М.: РХД.
- Отоцкий П.Л. 2008.** Математическая модель социально-экономической системы региона с учетом внешних возмущающих воздействий: диссертация к. ф.-м. н. М.
- Пантин В.И. 1996.** Циклы и ритмы истории. Рязань: Аракс.
- Пантин В.И., Лапкин В. В. 2006.** Философия исторического прогнозирования: ритмы истории и перспективы мирового развития в первой половине XXI века. Дубна: Феникс+.
- Перес К. 2011.** Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания. М.: Дело.
- Петров В.Л. 2003.** Геополитика России. Возрождение или гибель? М.: Вече.
- Плаkitкин Ю.А. 2006.** Закономерности развития мировой энергетики и их влияние на энергетику России. М: «ИАИ Энергия».
- Плаkitкин Ю.А. 2011.** Исследование динамики патентных заявок как инструмент анализа инновационного развития энергетики. *Проекты и риски будущего. Концепции, модели, инструменты, прогнозы* / Ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий, С.Ю.Малков. М.: Красанд/URSS. С.323–336.
- Прайд В., Медведев Д.А. 2008.** Феномен NBIC-конвергенции. Реальность и ожидания. *Философские науки* 1: 97–108.
- Прасолов А.В. 2008.** Математические методы экономической динамики. СПб.: Лань.

- Прогноз 2010.** *Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики* / Ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий. М.: Издательство ЛКИ.
- Проекты 2011.** *Проекты и риски будущего. Концепции, модели, инструменты, прогнозы* / Ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий, С.Ю.Малков. М.: КРАСАНД.
- Райнерт Э.С. 2011.** *Как богатые страны стали богатыми и почему бедные страны остаются бедными*. М.: Изд. дом Гос. ун-та – Высшей школы экономики.
- Ризниченко Г.Ю. 2002.** *Лекции по математическим моделям в биологии*. Ч. 1. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика».
- Розов Н.С. 1995.** Возможность теоретической истории: ответ на вызов Карла Поппера. *Вопросы философии* 12: 55–69.
- Розов Н.С. 2002.** *Философия и теория истории*. М.: Логос.
- Росстат** = Федеральная служба государственной статистики, URL: <http://gks.ru>
- Румянцев С.Ю. 2003.** *Длинные волны в экономике: многофакторный анализ*. СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета.
- Саати Т. 1993.** *Принятие решений. Метод анализа иерархий*. М.: Радио и связь.
- Садовничий В. А. 2005.** *Знание и мудрость в глобализирующемся мире*. Доклад на IV Российском философском конгрессе «Философия и будущее цивилизации» (М.: МГУ, 24 мая 2005 г.).
- Самуэльсон П.А., Нордхаус В.Д. 2009.** *Макроэкономика*. 18-е изд. М.: Вильямс.
- Сахал Д. 1985.** *Технический прогресс: концепции, модели, оценки*. М.: Финансы и статистика.
- Следзевский И.В. 1997.** Эвристические возможности и пределы цивилизационного подхода. *Цивилизации* 4. М.: МАЛПИ.
- Снесарев А.Е. 1920.** Единая военная доктрина. *Военное дело* 8: 109–111.
- Столерю Л. 1974.** *Равновесие и экономический рост (принципы макроэкономического анализа)*. М.: Статистика.
- Сулакшин С.С. (ред.) 2009.** *Национальная идея России. Программа действий (постановка задачи)* / Ред. С.С.Сулакшин. М.: Научный эксперт.
- Тинбэргхэн Я., Бос Х. 1967.** *Математические модели экономического роста*. М.: Прогресс.
- Турчин П.В. 2007.** *Историческая динамика. На пути к теоретической истории*. М.: ЛКИ/URSS.
- Умов В.И., Лапкин В.В. 1992.** Кондратьевские циклы и Россия: прогноз реформ. *Полис* 4: 51–92.
- Федотов А.П. 2002.** *Глобалистика: Начала науки о современном мире*. М.: Аспект Пресс.
- Фетисов Г.Г., Бондаренко В.М. 2008. (Ред.).** *Прогнозирование будущего: новая парадигма*. М.: Экономика.
- ФОМ = Фонд «Общественное мнение». 2008.** *Курение и реклама сигарет*. URL: <http://bd.fom.ru/report/map/d080422>.
- Форрестер Дж. 1978.** *Мировая динамика*. М.: Наука.
- Халтурина Д.А., Коротаев А.В. 2006.** *Русский крест: факторы, механизмы и пути преодоления демографического кризиса в России*. М.: КомКнига/URSS.
- Халтурина Д.А., Коротаев А.В. 2008. (Ред.).** *Алкогольная катастрофа и потенциал алкогольной политики в снижении алкогольной смертности в России* / Ред. Д.А.Халтурина, А.В.Коротаев. М.: Издательство ЛКИ/УРСС. С.105–137.

- Халтурина Д.А., Коротаев А.В. 2010.** Системный мониторинг глобального и регионального развития. *Системный мониторинг. Глобальное и региональное развитие* / Ред. Д.А.Халтурина, А.В.Коротаев. М.: Либроком/URSS. С.11–188.
- Чернавский Д.С. 2004.** Синергетика и информация (динамическая теория информации). М.: УРСС.
- Чернавский Д.С., Малков С.Ю., Старков Н.И., Коссе Ю.В. 2004.** Оборонно-промышленный комплекс и развитие экономики России. *Стратегическая стабильность* 1: 37–47.
- Чернавский Д.С., Старков Н.И. 2011.** Математическое моделирование возникновения денег и борьбы валют. *Проекты и риски будущего: концепции, модели, инструменты, прогнозы* / Под ред. А.А.Акаева, А.В.Коротаева, Г.Г.Малинецкого, С.Ю.Малкова. М.: КРАСАНД. С.197–207.
- Чернавский Д.С., Старков Н.И., Малков С.Ю., Коссе Ю.В., Щербаков А.В. 2010.** Модель макроэкономической динамики современной России. *Стратегическая стабильность* 1/50: 2–19.
- Чернавский Д.С., Старков Н.И., Малков С.Ю., Коссе Ю.В., Щербаков А.В. 2011.** Модель современной макроэкономики России. *Сценарий и перспектива развития России* / Под ред. В.А.Садовниченко, А.А.Акаева, А.В.Коротаева, Г.Г.Малинецкого. М.: ЛЕНАНД. С.126–159.
- Чернавский Д.С., Старков Н.И., Щербаков А.В. 2002а.** Динамическая модель поведения общества. Синергетический подход к экономике. *Новое в синергетике: Взгляд в третье тысячелетие*. М.: Наука. С.239–291.
- Чернавский Д.С., Старков Н.И., Щербаков А.В. 2002б.** О проблемах физической экономики. *Успехи физических наук* 172: 1045–1066.
- Чернов А.Ю. 2006.** Что происходит с современным НТП? Мнение экономиста. *ЭКО. Экономика и организация промышленного производства* 4. С.38–52.
- Чжао Вэньлинь, Си Шудзюнь. 1988.** *История населения Китая*. Пекин: Народное издательство (на кит. яз.).
- Чижевский А.Л. 1924.** *Физические факторы исторического процесса*. Калуга.
- Шараев Ю.В. 2006.** *Теория экономического роста*. М.: ГУ ВШЭ.
- Шумпетер Й. 1982.** *Теория экономического развития*. М.: Прогресс.
- Яковец Ю.В. 2001.** *Наследие Н. Д. Кондратьева: взгляд из XXI века*. М.: МФК.
- Яковец Ю.В. 2008.** *Прогноз технологического развития мира и России и стратегия инновационного прорыва*. М.: МИСК.
- Ясперс К. 1994.** *Смысл и назначение истории*. М.: Республика.

- Abel W. 1974.** *Massenarmut und Hungerkrisen im vorindustriellen Europa. Versuch einer Synopsis*. Hamburg: Parey.
- Abel W. 1980.** *Agricultural Fluctuations in Europe from the Thirteenth to the Twentieth Centuries*. New York, NY: St. Martin's.
- Akaev A., Fomin A., Tsirel S., Korotayev A. 2010.** Log-Periodic Oscillation Analysis Forecasts the Burst of the «Gold Bubble» in April–June 2011. *Structure & Dynamics* 5/1: 3–18.
- Åkerman J. 1932.** *Economic Progress and Economic Crises*. London: Macmillan.
- Artzrouni M., Komlos J. 1985.** Population Growth through History and the Escape from the Malthusian Trap: A Homeostatic Simulation Model. *Genus* 41/3–4: 21–39.

- Ayres R. U. 2006.** Did the Fifth K-Wave Begin in 1990–92? Has it been Aborted by Globalization? *Kondratieff Waves, Warfare and World Security* / Ed. by T. C. Devezas. Amsterdam: IOS Press. P.57–71.
- Barnett V. 1998.** *Kondratiev and the Dynamics of Economic Development*. London: Macmillan.
- Barr K. 1979.** Long Waves: A Selective Annotated Bibliography. *Review* 2/4: 675–718.
- Berend I.T. 2002.** Economic Fluctuation Revisited. *European Review* 10/3: 305–316.
- Bernstein E.M. 1940.** War and the Pattern of Business Cycles. *American Economic Review* 30: 524–535.
- Berry B.J.L. 1991.** *Long Wave Rhythms in Economic Development and Political Behavior*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Bieshaar H., Kleinknecht A. 1984.** Kondratieff Long Waves in Aggregate Output? An Econometric Test. *Konjunkturpolitik* 30/5: 279–303.
- Cameron R. 1989.** *A Concise Economic History of World*. New York, NY: Oxford University Press.
- Carneiro R. 2000.** *The Muse of History and the Science of Culture*. New York, NY: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Carter S. B., Gartner S. S., Haines M. R., Olmstead A. L., Sutch R., Wright G. 2006.** *Historical Statistics of the United States, Millennial Edition*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Chandler T. 1987.** *Four Thousand Years of Urban Growth: An Historical Census*. Lewiston, NY: Edwin Mellen Press.
- Chao Kang. 1986.** *Man and Land in Chinese History. An Economic Analysis*. Stanford: Stanford University Press.
- Chase-Dunn C., Grimes P. 1995.** World-Systems Analysis. *Annual Review of Sociology* 21: 387–417.
- Chase-Dunn C., Podobnik B. 1995.** The Next World War: World-System Cycles and Trends. *Journal of World-Systems Research* 1/6: 1–47.
- Chesnais J.C. 1992.** *The Demographic Transition: Stages, Patterns, and Economic Implications*. Oxford: Clarendon Press.
- China's Agenda 21. 1994.** *China's Agenda 21*. Beijing: China Environment Science Press.
- Chu C.Y.C., Lee R.D. 1994.** Famine, Revolt, and the Dynastic Cycle: Population Dynamics in Historic China. *Journal of Population Economics* 7: 351–378.
- Chung Jae-Yong, Kirkby R.J.R. 2002.** *The Political Economy of Development and Environment in Korea*. London: Routledge.
- CIA = Central Intelligence Agency. 2011.** *The World Factbook. Country Comparison: unemployment rate*. Washington, DC: CIA. URL: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2129rank.html>.
- Cleary M.N., Hobbs G.D. 1983.** The Fifty Year Cycle: A Look at the Empirical Evidence. *Long Waves in the World Economy* / Ed. by Chr. Freeman. London: Butterworth. P.164–182.
- Cline R.S. 1975.** *World Power Assessment. A calculates of strategic drift*. Washington, DC: Georgetown University, Center for Strategic and International Studies.
- Darmstadter J. 1971.** *Energy in the World Economy*. Baltimore: John Hopkins Press.
- Dator J. 2006.** Alternative Futures for K-Waves. *Kondratieff Waves, Warfare and World Security* / Ed. by T. C. Devezas. Amsterdam: IOS Press. P.311–317.

- Denison E. 1962.** *The Source of Economic Growth in the US and the Alternatives before US.* New York, NY: Committee for Economic Development.
- Denison E. 1985.** *Trends in American Economic Growth, 1929–1982.* Washington, DC: The Brookings Institution.
- Dickson D. 1983.** Technology and Cycles of Boom and Bust. *Science* 219/4587: 933–936.
- Diebolt C., Doliger C. 2006.** Economic Cycles Under Test: A Spectral Analysis. *Kondratieff Waves, Warfare and World Security* / Ed. by T.C.Devezas. Amsterdam: IOS Press. P.39–47.
- Dunn Sh.W., Kristof N.D. 1994.** *China Wakes.* New York, NY: Times Books.
- Eklund K. 1980.** Long Waves in the Development of Capitalism? *Kyklos* 33/3: 383–419.
- Ember C.R. 1977.** Cross-Cultural Cognitive Studies. *Annual Review of Anthropology* 6: 33–56.
- Etemad B, Bairoch P., Luciani J., Toutain J.-C. 1991.** *World Energy Production 1800–1985.* Geneve: Libraire Droz.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation). 2010.** *FAOSTAT. Food and Agriculture Organization Statistics.* URL: <http://faostat.fao.org/>.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation). 2011.** *Monthly Real Food Price Indices.* URL: http://typo3.fao.org/fileadmin/templates/worldfood/Reports_and_docs/Food_price_indices_data_deflated.xls..
- Foerster H. von. 1959.** Some remarks on changing populations. *The Kinetics of Cell Proliferation* / Ed. by F. Stohlman. New York, NY: Grune and Stratton. P. 382–407.
- Foerster H. von, Mora P., Amiot L. 1960.** Doomsday: Friday, 13 November, A.D. 2026. *Science* 132: 1291–1295.
- Forrester J.W. 1971.** *World Dynamics.* Cambridge, MA: Wright-Allen.
- Forrester J.W. 1978.** *Innovation and the Economic Long Wave.* Cambridge, MA: MIT (MIT System Dynamics Group Working Paper).
- Forrester J.W. 1981.** *The Kondratieff Cycle and Changing Economic Conditions.* Cambridge, MA: MIT (MIT System Dynamics Group Working Paper).
- Forrester J.W. 1985.** Economic Conditions Ahead: Understanding the Kondratieff Wave. *Futurist* 19/3: 16–20.
- Freeman C. 1987.** Technical Innovation, Diffusion, and Long Cycles of Economic Development. *The Long-Wave Debate* / Ed. by T. Vasko. Berlin: Springer. P.295–309.
- Freeman C., Louçã F. 2001.** *As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution.* Oxford: Oxford University Press.
- Fucs W. 1965.** *Formeln zur Macht. Prognosen über Volker, Wirtschaft, Potentiale.* Stuttgart: Deutsche Verlag – Anstalt.
- Fuller G.E. 2004.** *The Youth Crisis in Middle Eastern Society.* Clinton Township, MI: Institute for Social Policy and Understanding.
- Garvy G. 1943.** Kondratieff's Theory of Long Cycles. *Review of Economic Statistics* 25/4: 203–220.
- German C. 1960.** A tentative evaluation of world power. *The Journal of Conflict Resolution* 4: 138–144.
- Gerschenkron A. 1962.** *Economic Backwardness in Historical Perspective: A Book of Essays.* Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.
- Glismann H.H., Rodemer H., Wolter W. 1983.** Long Waves in Economic Development: Causes and Empirical Evidence. *Long Waves in the World Economy* / Ed. by Chr. Freeman. London: Butterworth. P. 135–163.

- Goldstein J. 1988.** *Long Cycles: Prosperity and War in the Modern Age*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Goldstone J. 1991.** *Revolution and Rebellion in the Early Modern World*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Goldstone J. 2002.** Population and Security: How Demographic Change Can Lead to Violent Conflict. *Journal of International Affairs* 56/1: 3–22.
- Grabner R.B. 1995.** *A Scientific Model of Social and Cultural Evolution*. Kirksville, MO: Thomas Jefferson University Press.
- Gruebner A. 2006.** *Urbanization as Core Process of Global Change: The Last 1000 Years and Next 100*. Paper presented at the International Seminar «Globalization as Evolutionary Process: Modeling, Simulating, and Forecasting Global Change», International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria, 06–08.04.2006.
- Gruebner A., Nakicenovic N. 1991.** Long Waves, Diffusion, and Substitution. *Review* 14/2: 313–342.
- Haldane J.T. 1989.** Weak Oil Market Hampering Arab Development Efforts. *Washington Report on Middle East Affairs* January 1989: 39.
- Harrod R.F. 1936.** *The Trade Cycle*. Oxford.
- Harris M. 2001.** *Cultural Materialism. The Struggle for a Science of Culture*. Updated Edition. Walnut Creek, CA etc.: AltaMira Press.
- Haustein H.-D., Neuwirth E. 1982.** Long waves in world industrial production, energy consumption, innovations, inventions, and patents and their identification by spectral analysis. *Technological Forecasting and Social Change* 22: 53–89.
- Heinsohn G. 2003.** *Söhne und Weltmacht. Terror im Aufstieg und Fall der Nationen*. Zürich:
- Hicks J.R. 1950.** *A Contribution to the Theory of the Trade Cycle*. Oxford.
- Hirst D. 1977.** How High Life and Scandal Rocked Sadat. *MERIP Reports* 54: 19–20.
- Hirooka M. 2006.** *Innovation Dynamism and Economic Growth. A Nonlinear Perspective*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Hoerner S.J. von. 1975.** Population Explosion and Interstellar Expansion. *Journal of the British Interplanetary Society* 28: 691–712.
- Holdren J. 1991.** Population and the energy problem. *Population and environment. J. of Interdis. Studies* 3.
- ICO = International Coffee Organization. 2009.** *ICO Indicator Prices. Annual and Monthly Average 1998 to 2008*. URL: <http://www.ico.org/prices/p2.htm>.
- IMF = International Monetary Fund. 2008.** *World Economic Outlook, October 2008*. Washington, DC: IMF.
- International Energy Agency. 2007.** *World Energy Outlook 2007*. URL: www.worldenergyoutlook.org/
- Ischinger B., Jorgensen L. 2010. (Eds.).** *Higher Education in Egypt*. Paris – Washington, DC: OECD – World Bank.
- Jones Ch.I. 1995.** R&D-Based Models of Economic Growth. *Journal of Political Economy* 103/4: 759–784.
- Jones Ch.I. 1997.** On the Evolution of the World Income Distribution. *The Journal of Economic Perspectives* 11/3: 19–36.
- Jourdon Ph. 2008.** *La monnaie unique européenne et son lien au développement économique et social coordonné: une analyse économétrique*. Thèse. Montpellier: Université Montpellier I.

- Juglar C. 1889 [1862].** *Des crises commerciales et de leur retour périodique en France, en Angleterre et aux Etats-Unis.* 2nd ed. Paris: Librairie Guillaumin et Cie.
- Kaldor N. 1961.** *Capital Accumulation and Economic Growth. The Theory of Economic Growth.* New York: St. Martin's Press. P.177–222.
- Kleinknecht A. 1981.** Innovation, Accumulation, and Crisis: Waves in Economic Development? *Review* 4/4: 683–711.
- Kleinknecht A., Van der Panne G. 2006.** Who Was Right? Kuznets in 1930 or Schumpeter in 1939? *Kondratieff Waves, Warfare and World Security* / Ed. by T.C.Devezas. Amsterdam: IOS Press. P. 118–127.
- Kögel T., Prskawetz A. 2001.** Agricultural Productivity Growth and Escape from the Malthusian Trap. *Journal of Economic Growth* 6: 337–357.
- Komlos J., Artzrouni M. 1990.** Mathematical Investigations of the Escape from the Malthusian Trap. *Mathematical Population Studies* 2: 269–287.
- Komlos J., Nefedov S. 2002.** A Compact Macromodel of Pre-Industrial Population Growth. *Historical Methods* 35: 92–94.
- Kondratieff N.D. 1926.** Die langen Wellen der Konjunktur. *Archiv fuer Sozialwissenschaft und Sozialpolitik* 56/3: 573–609.
- Kondratieff N.D. 1935.** The Long Waves in Economic Life. *The Review of Economic Statistics* 17/6: 105–115.
- Kondratieff N.D. 1984.** *The Long Wave Cycle.* New York, NY: Richardson & Snyder.
- Korotayev A., Khaltourina D. 2006.** *Introduction to Social Macrodynamics: Secular Cycles and Millennial Trends in Africa.* Moscow: KomKniga/URSS.
- Korotayev A., Malkov A., Khaltourina D. 2006a.** *Introduction to Social Macrodynamics: Compact Macromodels of the World System Growth.* Moscow: URSS.
- Korotayev A., Malkov A., Khaltourina D. 2006b.** *Introduction to Social Macrodynamics: Secular Cycles and Millennial Trends.* Moscow: KomKniga/URSS.
- Korotayev A., Tsirel S. 2010.** A Spectral Analysis of World GDP Dynamics: Kondratieff Waves, Kuznets Swings, Juglar and Kitchin Cycles in Global Economic Development, and the 2008–2009 Economic Crisis. *Structure and Dynamics* 4/1: 3–57. URL: <http://www.escholarship.org/uc/item/9jv108xp>.
- Korotayev A., Zinkina J., Borgevolnov J. 2011.** Kondratieff Waves in Global Invention Activity (1900–2008). *Technological Forecasting & Social Change* 78: 1280–1284.
- Kremer M. 1993.** Population Growth and Technological Change: One Million B.C. to 1990. *The Quarterly Journal of Economics* 108: 681–716.
- Kuczynski Th. 1978.** Spectral Analysis and Cluster Analysis as Mathematical Methods for the Periodization of Historical Processes... Kondratieff Cycles – Appearance or Reality? *Proceedings of the Seventh International Economic History Congress.* Vol. 2. Edinburgh: International Economic History Congress. P.79–86.
- Kuczynski Th. 1982.** Leads and Lags in an Escalation Model of Capitalist Development: Kondratieff Cycles Reconsidered. *Proceedings of the Eighth International Economic History Congress.* Vol. B3. Budapest: International Economic History Congress. P.27.
- Kuznets S. 1955.** Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review* 45/1: 1–28.
- Kuznets S. 1960.** Population Change and Aggregate Output. *Demographic and Economic Change in Developed Countries.* Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Levinson D., Malone M. 1980.** *Toward Explaining Human Culture.* New Haven, CT: HRAF Press.

- Linstone H.A. 2006.** The Information and Molecular Ages: Will K-Waves Persist? *Kondratieff Waves, Warfare and World Security* / Ed. by T. C. Devezas. Amsterdam: IOS Press. P.260–269.
- Lucas R. 1988.** On the Mechanisms of Economic Development. *Journal of Monetary Economics* 22: 3–42.
- Maddison A. 1995.** *Monitoring the World Economy, 1820–1992*. Paris: OECD.
- Maddison A. 2001.** *Monitoring the World Economy: A Millennial Perspective*. Paris: OECD.
- Maddison A. 2003.** *The World Economy: Historical Statistics*. Paris: OECD.
- Maddison A. 2007.** *Contours of the World Economy, 1–2030*. Oxford: Oxford University Press.
- Maddison A. 2010.** *World Population, GDP and Per Capita GDP, A.D. 1–2003*. URL: www.ggdc.net/maddison.
- Mager N. H. 1987.** *The Kondratieff Waves*. New York, NY: Praeger.
- Malthus T. 1778 [1798].** *Population: The First Essay*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- Mandel E. 1975.** *Late Capitalism*. London: New Left Books.
- Mandel E. 1980.** *Long Waves of Capitalist Development: The Marxist Interpretation*. London: Cambridge University Press.
- Mankiw N., Romer D., Weil D. 1992.** A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics* 107/2: 407–437.
- Marchetti C., Nakicenovic N. 1979.** *The Dynamics of Energy Systems and the Logistic Substitution Model*. Laxenburg: International Institute for Applied System Analysis.
- McEvedy C., Jones R. 1978.** *Atlas of World Population History*. New York, NY: Facts on File.
- McKendrick A.G. 1926.** Applications of Mathematics to Medical Problems. *Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society* 44: 98–130.
- Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.W. III. 1972.** *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York, NY: Universe Books.
- Meliantsev V.A. 2004.** Russia's Comparative Economic Development in the Long Run. *Social Evolution & History* 3: 106–136.
- Mensch G. 1979.** *Stalemate in Technology – Innovations Overcome the Depression*. New York, NY: Ballinger.
- Mesarovic M., Pestel E. 1974.** *Mankind at the Turning Point*. New York, NY: Dutton.
- Mesquida C.G., Weiner N.I. 1999.** Male Age Composition and Severity of Conflicts. *Politics and the Life Sciences* 18: 113–117.
- Metz R. 1992.** Re-Examination of Long Waves in Aggregate Production Series. *New Findings in Long Wave Research* / Ed. by A.Kleinknecht, E.Mandel, I.Wallerstein. New York, NY: St.Martin's. P.80–119.
- Metz R. 1998.** Langfristige Wachstumsschwankungen – Trends, Zyklen, Strukturbrüche oder Zufall? *Kondratieffs Zyklen der Wirtschaft. An der Schwelle neuer Vollbeschäftigung?* / Ed. by H.Thomas, L.A.Nefiodow. Herford. P.283–307.
- Metz R. 2006.** Empirical Evidence and Causation of Kondratieff Cycles. *Kondratieff Waves, Warfare and World Security* / Ed. by T.C.Devezas. Amsterdam: IOS Press. P.91–99.

- Modelski G. 2001.** What Causes K-waves? *Technological Forecasting and Social Change* 68: 75–80.
- Modelski G. 2003.** *World Cities: –3000 to 2000*. Washington: Faros2000.
- Modelski G. 2006.** Global Political Evolution, Long Cycles, and K-Waves. *Kondratieff Waves, Warfare and World Security* / Ed. by T.C.Devezas. Amsterdam: IOS Press. P.293–302.
- Modelski G., Thompson W.R. 1996.** *Leading Sectors and World Politics: The Coevolution of Global Politics and Economics*. Columbia, SC: University of South Carolina Press.
- Moller H. 1968.** Youth as a Force in the Modern World. *Comparative Studies in Society and History* 10: 238–260.
- Morgenthau H.J. 1967.** *Politics Among Nations. The Struggle for Power and Peace*. 4th ed. New York, NY: Alfred A.Knopf.
- Morrison Ch., Murtin F. 2006.** *The World Distribution of Human Capital, Life Expectancy and Income: a Multi-Dimensional Approach*. Paris: OECD.
- Naiken L. 2002.** *FAO Methodology for Estimating the Prevalence of Undernourishment*. Paper Presented at International Scientific Symposium on Measurement and Assessment of Food Deprivation and Undernutrition, Rome, Italy. URL: www.fao.org.
- Naroll R., Divale W.T. 1976.** Natural Selection in Cultural Evolution: Warfare versus Peaceful Diffusion. *American Ethnologist* 3: 97–128.
- Nefedov S.A. 2004.** A Model of Demographic Cycles in Traditional Societies: The Case of Ancient China. *Social Evolution & History* 3/1: 69–80.
- Nelson R.R. 1956.** A theory of the low level equilibrium trap in underdeveloped economies. *American Economic Review* 46: 894–908.
- Netherlands Environmental Assessment Agency. 2000.** The History Database of the Global Environment (HYDE). Amsterdam: Netherlands Environmental Assessment Agency, 2000. *Netherlands Environmental Assessment Agency Database*. URL: <http://www.mnp.nl/en/themasites/hyde/consumptiondata/perfueltype/index.html>.
- Organski A.F.K. 1958.** *World Politics*. New York, NY: Alfred A. Knopf.
- Organski A.F.K., Kugler J. 1980.** *The War Ledger*. Chicago, IL: University Press.
- Papenhausen Ch. 2008.** Causal Mechanisms of Long Waves. *Futures* 40: 788–794.
- Partridge E. 2004.** *The Crisis Paper*. November, 2004. URL: <http://www.crisispapers.org>.
- Polanyi K. 1977.** *The Livelihood of Man*. New York, NY: Academic Press.
- PricewaterhouseCoopers. 2006.** *The World in 2050. The perspectives of development of the economics of the countries with developing markets in process and competition of OECD*. London: PricewaterhouseCoopers.
- Project Ploughshares. 2008.** *Armed Conflicts Report*. URL: <http://www.ploughshares.ca/libraries/ACRText/ACR-TitlePage.html>.
- Reuveny R., Thompson W.R. 2001.** Leading Sectors, Lead Economies, and Their Impact on Economic Growth. *Review of International Political Economy* 8: 689–719.
- Reuveny R., Thompson W.R. 2004.** *Growth, Trade and Systemic Leadership*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- Reuveny R., Thompson W.R. 2008.** Uneven Economic Growth and the World Economy's North-South Stratification. *International Studies Quarterly* 52: 579–605.
- Reuveny R., Thompson W.R. 2009.** *Limits to Globalization and North-South Divergence*. London: Routledge.

- Rogoff B. 1981.** Schooling and the Development of Cognitive Skills. *Handbook of Cross-Cultural Psychology*. 4. *Developmental Psychology*. Boston: OUP. P.233–294.
- Rostow W.W. 1975.** Kondratieff, Schumpeter and Kuznets: Trend Periods Revisited. *Journal of Economic History* 25/4: 719–753.
- Rostow W.W. 1978.** *The World Economy: History and Prospect*. Austin, TX: University of Texas Press.
- Rozov N.S. 1997.** An Apologia for Theoretical History. *History and Theory* 36: 336–352.
- Samuelson P.A. 1939.** Synthesis of the Principle of Acceleration and the Multiplier. *Journal of Political Economy* 47: 786–797.
- Samuelson P.A., Nordhaus W.D. 2005.** *Economics*. 5th ed. Boston, MA: McGraw-Hill.
- Scholing E., Timmermann V. 1988.** Why LDC Growth Rates Differ. *World Development* 16: 1271–1294.
- Schultz T. 1963.** *The Economic Value of Education*. New York, NY: Columbia University Press.
- Schumpeter J.A. 1939.** *Business Cycles*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Shinn A. 1969.** An Application of Psychophysical Scaling to the Measurement of National Power. *Journal Politics* 31: 132–151.
- Senge P.M. 1982.** *The Economic Long Wave: A Survey of Evidence*. Cambridge, MA: MIT (MIT System Dynamics Group Working Paper).
- Silberling N.J. 1943.** *The Dynamics of Business: An Analysis of Trends, Cycles, and Time Relationships in American Economic Activity since 1700 and Their Bearing upon Governmental and Business Policy*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Solomou S. 1990.** *Phases of Economic Growth, 1850–1973: Kondratieff Waves and Kuznets Swings*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Solow R. 1956.** Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics* 70: 65–94.
- Sornette D. 2004.** *Why stock markets crash: critical events in complex financial systems*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Sornette D., Johansen A. 1997.** Large financial crashes. *Physica A* 245/3–4: 411–422.
- Sornette D., Johansen A. 1998.** A hierarchical model of financial crashes. *Physica A* 261/3–4: 351–358.
- Sornette D., Johansen A. 2001.** Significance of log-periodic precursors to financial crashes. *Quantitative Finance* 1/4: 452–471.
- Sornette D., Sammis C.G. 1995.** Complex critical exponents from renormalization group theory of earthquakes: Implications for earthquake predictions. *Journal de Physique I* 5/5: 607–619.
- Sornette D., Woodard R., Zhou W.-X. 2009.** The 2006–2008 Oil Bubble: evidence of speculation, and prediction. *Physica A* 388: 1571–1576.
- SPSS. 2010.** *World95 Database*. Chicago, IL: SPSS Inc.
- Steinmann G., Komlos J. 1988.** Population Growth and Economic Development in the Very Long Run: A Simulation Model of Three Revolutions. *Mathematical Social Sciences* 16: 49–63.
- Steinmann G., Prskawetz A., Feichtinger G. 1998.** A Model on the Escape from the Malthusian Trap. *Journal of Population Economics* 11: 535–550.
- Sterman J.D., Meadows D. 1985.** STRATEGAME-2. A Microcomputer Simulation Game of the Kondratiev Cycle. *Working Paper / IIASA, Laxenburg*: 1625–85.
- Tausch A. 2006a.** *From the «Washington» towards a «Vienna Consensus»? A Quantitative Analysis on Globalization, Development and Global Governance*. Buenos Aires: Centro Argentino de Estudios Internacionales.

- Tausch A. 2006b.** Global Terrorism and World Political Cycles. *History & Mathematics: Analyzing and Modeling Global Development* / Ed. by L.Grinin, V.C. de Munck, A.Korotayev. Moscow: KomKniga/URSS. P.99–126.
- Thompson W.R. 1988.** *On Global War: Historical-Structural Approaches to World Politics*. Columbia, SC: University of South Carolina Press.
- Thompson W.R. 2007.** The Kondratieff Wave as Global Social Process. *World System History, Encyclopedia of Life Support Systems, UNESCO* / Ed. by G.Modelski, R.A.Denemark. Oxford: EOLSS Publishers. URL: <http://www.eolss.net>.
- Transparency International. 2010.** *Report of the Transparency International Global Corruption Barometer 2010*. Berlin: Transparency International URL: http://www.transparency.org/policy_research/surveys_indices/gcb/2010.
- Turchin P. 2003.** *Historical Dynamics: Why States Rise and Fall*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Turchin P. 2005a.** Dynamical Feedbacks between Population Growth and Sociopolitical Instability in Agrarian States. *Structure and Dynamics* 1.
- Turchin P. 2005b.** *War and Peace and War: Life Cycles of Imperial Nations*. New York, NY: Pi Press.
- Turchin P., Korotayev A. 2006.** Population Density and Warfare: A Reconsideration. *Social Evolution & History* 5/2: 121–158.
- Turchin P., Nefedov S. 2009** *Secular Cycles*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Tylecote A. 1992.** *The Long Wave in the World Economy*. London: Routledge.
- UNDP = United Nations Development Program. 2007.** *Human Development Report 2007/2008. Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World*. Houndmills: Palgrave Macmillan.
- UN Population Division. 2007a.** *Population and HIV/AIDS 2007*. United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. URL: www.unpopulation.org.
- UN Population Division. 2007b.** *World Population Prospects: The 2006 Revision*. New York, NY: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (Working Paper No. ESA/P/WP.202. URL : <http://esa.un.org/unpp>.
- UN Population Division. 2009.** *World Mortality 2009*. United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. URL: www.unpopulation.org.
- UN Population Division. 2011.** *United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Population Division Database*. URL: <http://www.un.org/esa/population>.
- U.S. Bureau of the Census. 2011.** *World Population Information*. URL: <http://www.census.gov/ipc/www/world.html>.
- Usher D. 1989.** The Dynastic Cycle and the Stationary State. *The American Economic Review* 79: 1031–1044.
- Van Duijn J.J. 1979.** The Long Wave in Economic Life. *De Economist* 125/4: 544–576.
- Van Duijn J.J. 1981.** Fluctuations in Innovations over Time. *Futures* 13/4: 264–275.
- Van Duijn J.J. 1983.** *The Long Wave in Economic Life*. Boston: Allen and Unwin.
- Van Ewijk C. 1982.** A Spectral Analysis of the Kondratieff Cycle. *Kyklos* 35/3: 468–499.
- Van der Zwan A. 1980.** On the Assessment of the Kondratieff Cycle and Related Issues. *Prospects of Economic Growth* / Ed. by S. K. Kuipers, G. J. Lanjouw. Oxford: North-Holland. P.183–222.
- Wallerstein I. 1984.** Economic Cycles and Socialist Policies. *Futures* 16/6: 579–585.
- White M. 2010a.** *Death Tolls for the Man-Made Megadeaths of the Twentieth Century*. URL: <http://users.erols.com/mwhite28/warstatx.htm>.

- White M. 2010b.** *Historical Atlas of the Twentieth Century*. URL: <http://users.erols.com/mwhite28/20century.htm>.
- White D.R., Kejzar N., Tsallis C., Rozenblat C. 2006.** City-size hierarchies, 430 BCE-2005: Generative models toward a millennial geopolitical theory. Paper presented at the International Seminar «Globalization as Evolutionary Process: Modeling, Simulating, and Forecasting Global Change», International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria, 06–08.04.2006.
- Wilson D., Purushothaman R. 2003.** Dreaming with BRICs: The Path to 2050. *Goldman Sachs Global Economics Paper* 99.
- Wood J.W. 1998.** A Theory of Preindustrial Population Dynamics: Demography, Economy, and Well-Being in Malthusian Systems. *Current Anthropology* 39: 99–135.
- World Bank. 2006.** *Country Policy and Institutional Assessments. 2006 Assessment Questionnaire*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank 2011.** *World Development Indicators Online*. Washington, DC: World Bank. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/>.
- World Population Prospects. 2005.** *World Population Prospects. The 2004 Revision. Population Database*. URL: <http://esd.un.org/unpp/>.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	5
<i>Введение</i>	
О новой методологии долгосрочного прогнозирования динамики развития мировой системы и России	8
<i>Глава 1</i>	
Методология моделирования и прогнозирования мировой динамики	25
1.1. Существующие методы моделирования мировой динамики: возможности и ограничения	25
1.2. Иерархическое динамическое моделирование мировой динамики	37
<i>Глава 2</i>	
Системный анализ мировой динамики	43
2.1. Макротенденции мирового развития	43
2.2. Циклические процессы в мировой динамике	68
2.3. Современная ситуация и возможные сценарии мирового развития	88
<i>Глава 3</i>	
Математическое моделирование и прогнозирование мировой динамики	92
3.1. Методы динамического моделирования макросоциальных процессов	92
3.2. Моделирование трендов мирового развития	98
3.3. Моделирование взаимодействий в мировой системе	112
3.4. Моделирование неравновесных процессов и кризисов	126
<i>Глава 4</i>	
Использование результатов моделирования мировой динамики	133
4.1. Моделирование и прогнозирование в системах поддержки принятия решений	133
4.2. Россия в контексте мирового развития: социально-экономический и технологический аспекты	159
4.3. Россия в контексте мирового развития: политический аспект	178
4.4. Повестка дня для будущего Президента	190
<i>Приложение 1</i>	
Модели мировой динамики	198
<i>Приложение 2</i>	
Ловушка на выходе из ловушки. Математическое моделирование социально-политической дестабилизации в странах Мир-системной «Периферии»	280
<i>Литература</i>	334

CONTENTS

<i>Foreword</i>	5
<i>Introduction</i>	
A New Methodology of Long-Term Forecasting of the World System and Russia Dynamics	8
<i>Chapter 1</i>	
Methodology of Modelling and Forecasting of the World Dynamics	25
1.2. Extant Methods of the World System Modelling: Capabilities and Limitations	25
1.2. Hierarchic Modelling of the World Dynamics	37
<i>Chapter 2</i>	
System Analysis of the World Dynamics	43
2.1. World Development Macrotrends	43
2.2. Cyclical Processes in the World Dynamics	68
2.3. Current Situation and Contours of the Future	88
<i>Chapter 3</i>	
Mathematical Modelling and Forecasting of the World Dynamics	92
3.1. Methods of Dynamic Modelling of Macrosocial Processes	92
3.2. Modelling of the World Development Trends	98
3.3. Modelling of Interactions within the World System	112
3.4. Modelling of Non-Equilibrium Processes and Crises	126
<i>Chapter 4</i>	
Applications of Results of the World Dynamics Modelling	133
4.1. Modelling and Forecasting in the Decision-Making Support Systems	133
4.2. Russia within the Context of the World Development: Socioeconomic and Technological Aspects	159
4.3. Russia within the Context of the World Development: Political Aspects	178
4.4. Agenda for the Future President	190
<i>Appendix 1</i>	
Models of the World Dynamics	198
<i>Appendix 2</i>	
A Trap at the Escape from the Trap. Analysis and Modelling of Socio-Political Destabilization in the Countries of the World System Periphery	280
<i>Bibliography</i>	334

V.A. Sadovnichiy, A.A. Akayev, A.V. Korotayev, S.Yu. Malkov. Modelling and Forecasting World Dynamics / Scientific Council for “Economics and Sociology of Knowledge” Fundamental Research Programme of the Presidium of the RAS. M., RAS ISPR, 2012.

In this book the authors offer a new methodology for long-term socioeconomic modelling and forecasting based on Kondratiev long waves. The use of this methodology allows to reveal points of crises, recessions, and bifurcations and thereby increases the accuracy and reliability of forecasts. The methodology is applied to the system analysis of world dynamics and construction of Russia’s development scenarios.

For economists, sociologists, political scientists, politicians, business people, state officials.

Научное издание

**В.А. Садовничий,
А.А. Акаев, А.В. Коротаев,
С.Ю. Малков**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ
МИРОВОЙ ДИНАМИКИ**

*Утверждено к печати
Научным советом
по программе фундаментальных исследований
Президиума РАН
и редколлегией серии*

Подписано к печати 12.02.2012

Формат 70 x 100 $\frac{1}{16}$. Гарнитура Таймс
Печать офсетная
Усл.печ.л. 22,4. Уч.-изд.л. 18,4.
Тираж 1000 экз.

119991, Москва, Ленинский пр., 32А

Контактный телефон: (495) 938 19 10

