

---

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

**Т**ема 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), Коротчаев 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 1).

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

Участники проекта благодарят за сотрудничество Алексева В.В., Бадалян Л.Г., Васильева А.М., Геловани В.А., Десятова И.В., Криворотова 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 макро моделирование (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 $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$ , 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
Парtridge 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. 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
Коротаев А.В., Малков А.С., Халтурина Д.А. ИАФ РАН, ИПМ им. М.В.Келдыша РАН (РФ)	$N, T, L$	Компактная математическая макро модель, основанная на демографическом императиве С.П.Капицы и законе технологического роста М.Кремера	<i>Законы истории. 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 макромоделей 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 макромодели 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,  $\alpha$  – 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. Экономик 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 макромоделли 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 макромоделли, 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 макромоделли технико-экономического и демографического роста [Коротаев, Малков, Халтурина 2005, 2007; Коротаев, Комарова, Халтурина 2007], где численность населения участвует как эндо-

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  $\gamma$  – константы [Коротаев, 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 динамическое***

**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 макропрогнозирования. К сожалению, математическая макро модель для долгосрочного компьютерного моделирования пока отсутствует.

### **Циклическое прогнозирование**

Мировой экономической 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

**М**атематическое моделирование мировой динамики ведет свое начало с докладов видного американского ученого Джея Форрестера знаменитому Римскому клубу<sup>1</sup> 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,

---

<sup>1</sup> 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.Печчеи.

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:

$$\frac{dy_i}{dt} = f_i^+ - f_i^-, \quad (1.2)$$

$$i = \overline{1, n}$$

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
<b>Форрестер Дж.</b> -Родоначалник построения математических моделей системной динамики <b>Массачусетский технологический институт (МТИ), США</b>	<b>Мир-система</b> <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 принциаы системной динамики Математические модели мировой динамики $\begin{cases} \frac{dy_i}{dt} = f_i^+ - f_i^-, i = 1, n; \\ y_i(t = T_0) = y_{i0}; n = 5. \end{cases}$	<b>Мир-1</b> (1971 г.)  <b>Мир-2</b> (1972 г.)  По заданию Римского клуба	<b>Мировая динамика</b> M: Наука, 1978, (1971 англ.)
<b>Медоуз Д., Рандерс Й., Медоуз Д. МТИ, США Римский клуб</b>	<b>Мир-система</b> Добавлена подсистема «управление»  Проведена дезагрегация переменных	Детализация и уточнение модели Форрестера Матем. модель: система из 12 нелинейных ОДУ	<b>Мир-3</b> Официальный доклад Римского клуба	<b>Пределы роста. 30 лет спустя.-M:</b> «Академкнига» 2008 (1972 англ.)
<b>Месарович М.(США) Пестель Э. (ФРГ)  Римский клуб</b>	<b>Мир-система</b> Разделена на 10 взаимодействующих регионов Каждый регион описывается системой подмоделей	Теория многоуровневых иерархических систем Теория управления и принятия решений	<b>Подмодели экономики, демографии и энергетики</b> на основе структур- ных ДУ	<b>Mankind at the Turning Point. – Second report to the Club of Rome, 1974</b>

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 назвали «органичным 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  $y_j$  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. <b>ВНИИСИ РАН</b>	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: <b>На пороге третьего тысячелетия</b> (глобальные проблемы и процессы развития СССР) – 1984.
Акад. Моисеев Н.Н., Александров В.В., Тарко А.М. <b>ВЦ АН СССР</b>	Учение о ноосфере Системный анализ Математические модели климата и глобальных биогеохимических циклов	1. Глобальная модель биосферы 2. Модель «ядерная зима»	<b>Человек и биосфера</b> – М: Наука, 1985.
Проф Егоров В.А. и группа соратников <b>ИПМ им. М.В. Келдыша РАН</b>	<b>Впервые предложено использование теории оптимального управления к процессам мировой динамики</b>	Математическая модель мировой динамики с управляющими параметрами	<b>Математические модели глобального развития.</b> – Л: Гидрометеоиздат, 1980.
Акад. Матросов В.М. и группа соратников <b>СО РАН</b>	<b>Устойчивое развитие</b> Замена отдельных типовых ДУ на структурные ДУ	Модифицированная модель Форрестера-Медуза с управлением Егорова В.А.	<b>Учение о ноосфере, глобальное моделирование и устойчив. разв.</b> – 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,  $\alpha$  – 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 макромоделли 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.

**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-

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

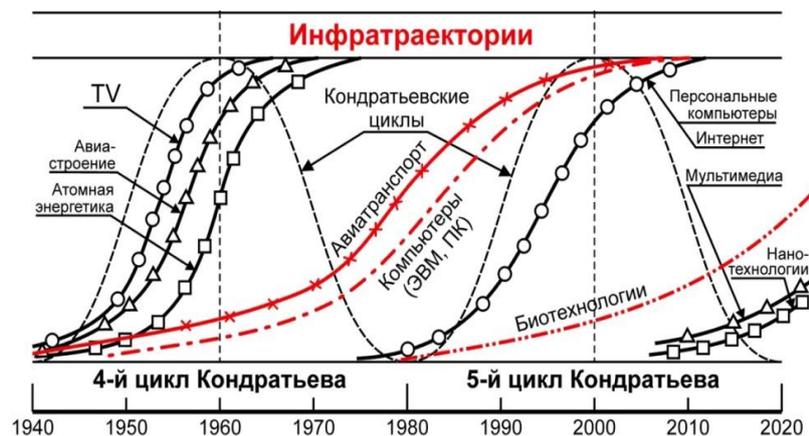


Рисунок 1.1  
Диффузия инноваций вдоль подъемов циклов экономической активности Кондратьева

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, авиастроение, 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.

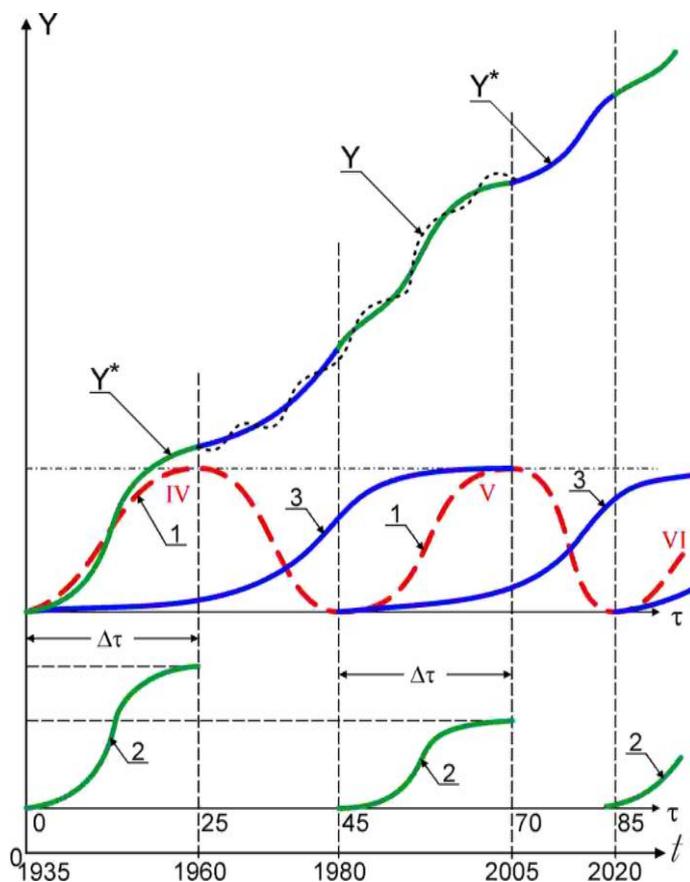


Рисунок 1.2

**Графическая схема построения траектории движения общего выпуска  $Y$  (ВВП):**  
**1 – циклы Кондратьева; 2 – траектории диффузии инновационных продуктов на рынках;**  
**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

**Ч**еловеческое 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]<sup>2</sup>.

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 правил<sup>3</sup>. 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.

---

<sup>2</sup> 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].

<sup>3</sup> 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.*

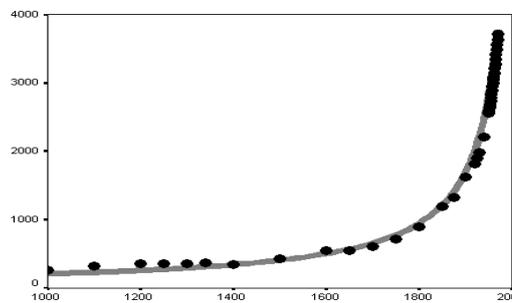
В 1960 г. Х. фон Ферстер, П.Мора и Л.Амиот опубликовали в журнале *Science* сообщение о своем удивительном открытии [von Foerster, Mora, Amiot 1960]. Они показали, что между 1 и 1958 г. н.э. динамика численность народонаселения мира ( $N$ ) может быть с необычайно высокой точностью описана при помощи следующего поразительно простого уравнения<sup>4</sup>:

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

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

<sup>4</sup> 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.*

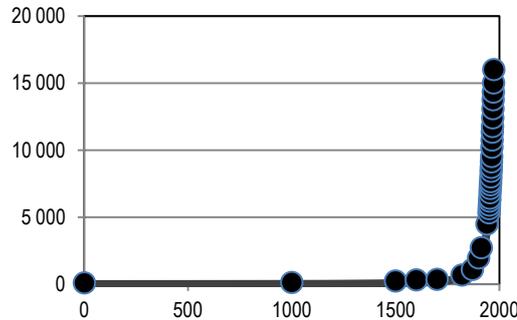
Отметим, что если бы фон Ферстер и его коллеги имели бы в своем распоряжении в дополнение к данным по динамике численности населения мира еще и данные по динамике мирового ВВП за 1–1973 гг. (которые, впрочем, были опубликованы А.Мэддисоном только в 2001 г. [Maddison 2001]), они могли бы сделать и второе 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 несущественны при том общем уровне достоверности данных, которые есть в нашем распоряжении.



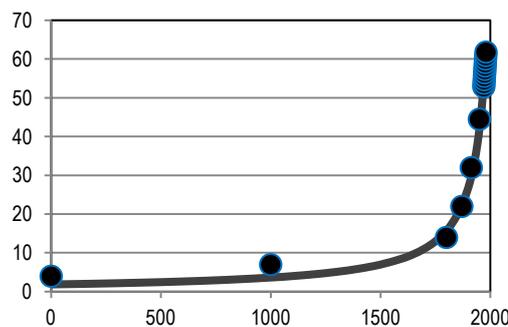
ПРИМЕЧАНИЕ:  $R=0,9993$ ,  $R^2=0,9986$ ,  $\alpha \ll 0,0001$ . Черные маркеры соответствуют эмпирическим оценкам Мэддисона [Maddison 2001]; данные по производству мирового ВВП на душу населения на 1000 г. скорректированы по В.А.Мельянцеву [1996, 2003, 2004; Meliantsev 2004]. Сплошная серая кривая – 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 2005a, 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:

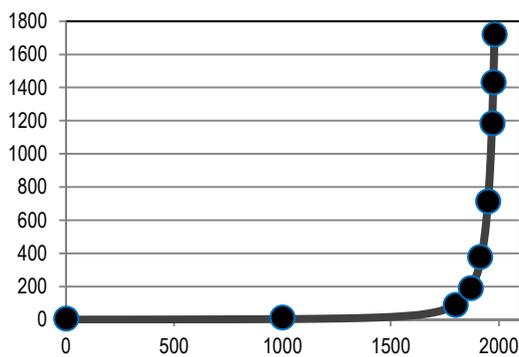
$$l_t = \frac{3769,264}{2040 - t}$$

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 ( $L$ )<sup>5</sup> 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

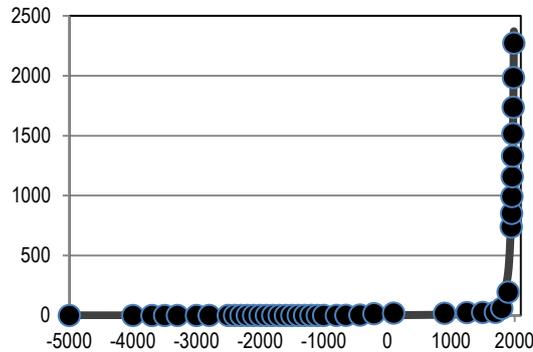
Динамика численности грамотного населения мира, 1–1980 гг. ( $L$ , млн чел.): сравнение с квадратичной гиперболической моделью

### Динамика роста мировой урбанизации

Сходные процессы наблюдаются и применительно к урбанизации, макродинамика 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).

<sup>5</sup> 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.

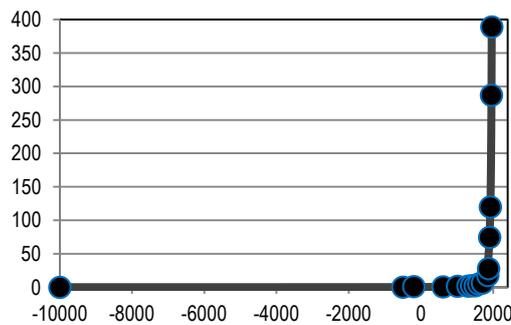


**Рисунок 2.5**  
**Динамика численности городского населения мира,**  
**для городов с населением >10000 чел., 5000 г. до н.э.–1990 г. н.э. (млн чел.):**  
**сравнение с квадратичной гиперболической моделью**

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

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

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

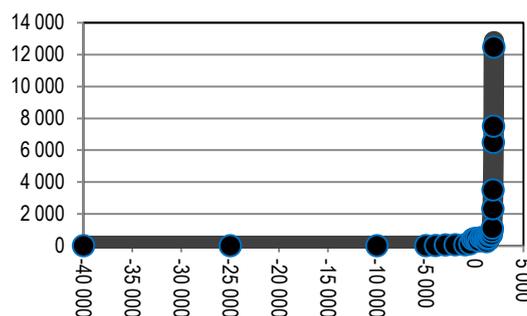


**Рисунок 2.6**  
**Динамика численности жителей крупных городов (>250 тыс. чел.),**  
**10000 г. до н.э.–1960 г. н.э. (млн чел.):**  
**сравнение с квадратичной гиперболической моделью**

ПРИМЕЧАНИЕ:  $R=0,998$ ,  $R^2=0,996$ ,  $\alpha \ll 0,0001$ . 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:

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

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 2.7**  
**Динамика размеров крупнейшего поселения мира, 10000 г. до н.э.–1950 г. н.э. (тыс. 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.

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*

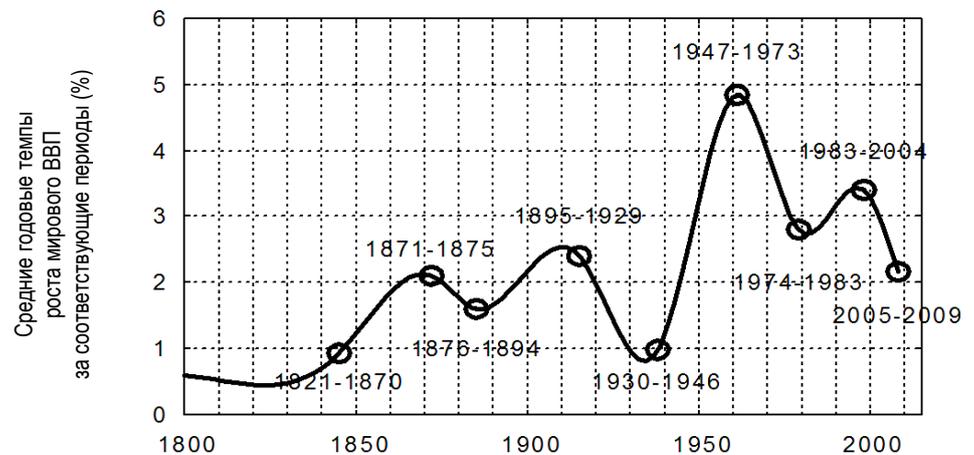
Рост целого ряда важнейших показателей развития Мир-системы (таких, как уровень грамотности или урбанизации) перестал быть в последние десятилетия гиперболическим в силу действия элементарного эффекта насыщения – как уже говорилось, грамотность просто по определению не может превысить 100%, и в силу 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.



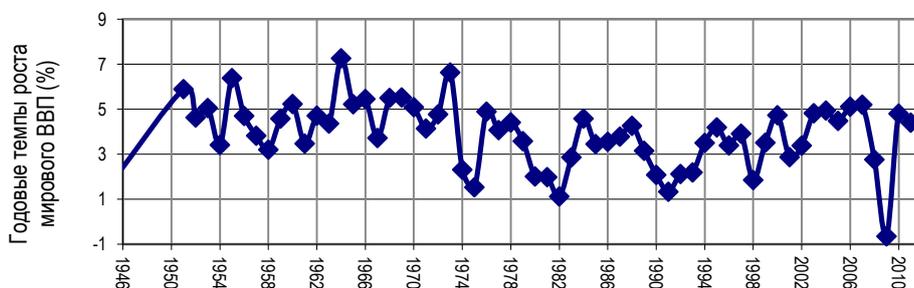
Источник: [World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2010].

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 динамике<sup>6</sup>. 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 понижательной фазы оказался глубже, чем в начале предыдущей понижательной фазы<sup>7</sup>, 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.КД<sup>8</sup>; Maddison 2010<sup>9</sup>; Conference Board 2011<sup>10</sup>].

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

<sup>6</sup> 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, Блинков 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; Hausteин, 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 2006а, 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.

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

<sup>8</sup> Оценка темпов роста мирового ВВП в 2004–2009 гг.

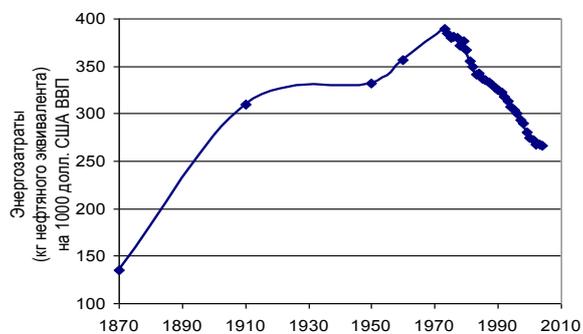
<sup>9</sup> Оценка темпов роста мирового ВВП в 1940–2003 гг.

<sup>10</sup> 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-системы<sup>11</sup> 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 земледелии<sup>12</sup>. В интенсивном индустриальном земледелии цифра эта уже стремится к 1 джоулю (на джоуль энергозатрат)<sup>13</sup>, 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.

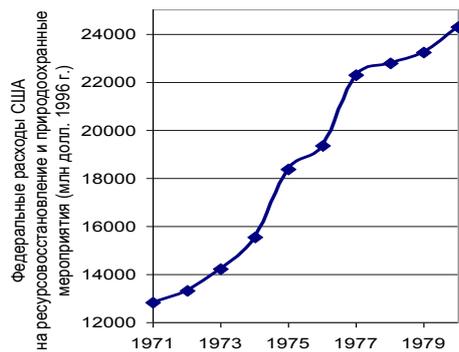
<sup>11</sup> О замедлении после начала 1970-х гг. темпов мирового экономического роста вообще и темпов экономического роста Мир-системного центра в особенности см. также, например: [Denison 1985; Maddison 2007; Чернов 2006; Абель, Бернанке 2008: 282–289; Мельянцев 2009: 17–50].

<sup>12</sup> Включая, естественно, энергию домашних животных и т.п.

<sup>13</sup> 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.

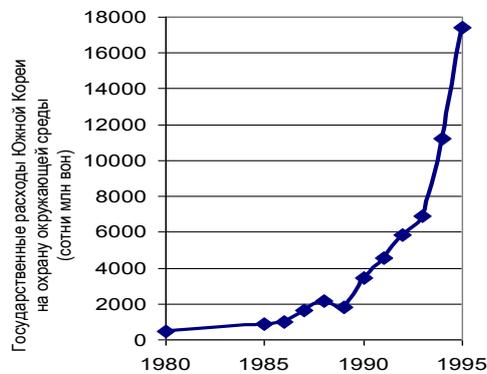
Выявившаяся начиная с 1970-х гг. тенденция к замедлению относительных темпов роста мирового ВВП представляется скорее позитивным, чем негативным явлением также потому, что указанное замедление было во многом связано с наблюдавшимся в эти годы стремительным ростом расходов на ресурсосбережение и природоохранные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



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

Рисунок 2.11

Динамика федеральных расходов США на ресурсвосстановление 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].

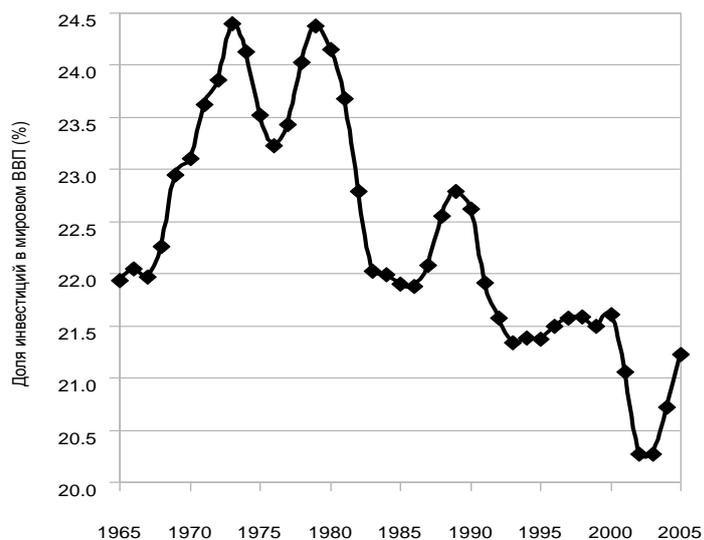
Рисунок 2.12

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).

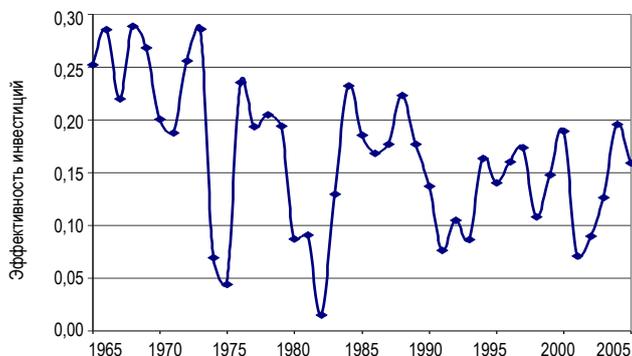


ПРИМЕЧАНИЕ: использовалась переменная «Валовые инвестиции в основной капитал (% ВВП)» [*Gross fixed capital formation (% of GDP)*]. Отметим, что прямой расчет этого показателя по данным той же базы данных. (Экскурс 2 второй книги *Законов истории* [Коротаев, Халтурина, Божевольнов 2010: 188–227] дает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



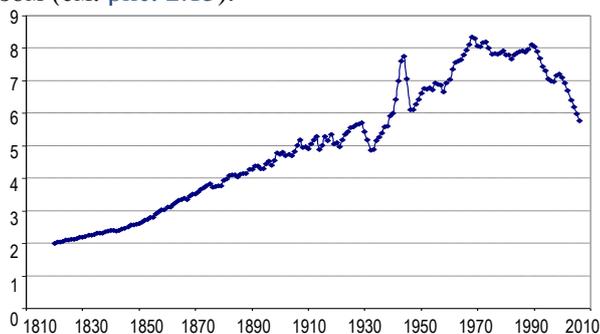
Источник: [World Bank 2010].

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»<sup>14</sup> по ВВП на душу населения за последние 200 лет выглядит следующим образом (см. рис. 2.15).

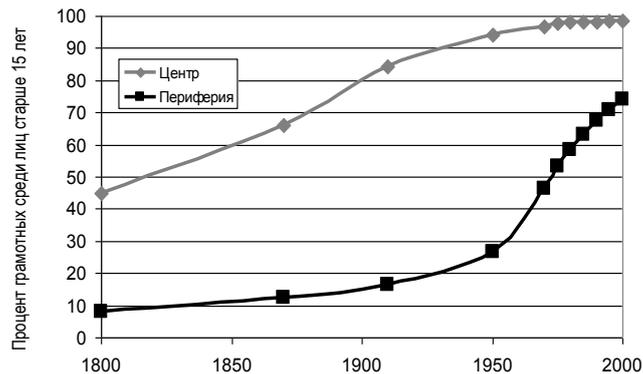


Источник: [World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2010].

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

<sup>14</sup> 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

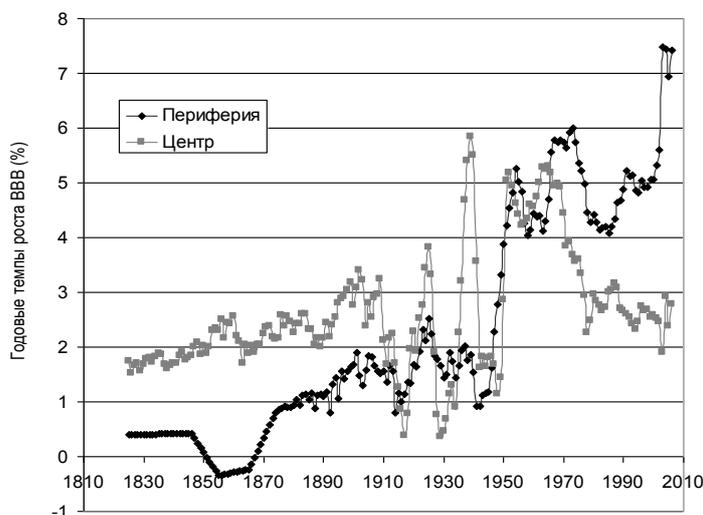
#### Динамика грамотности населения «Центра» и «Периферии» Мир-системы

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. Коротаяев, 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.

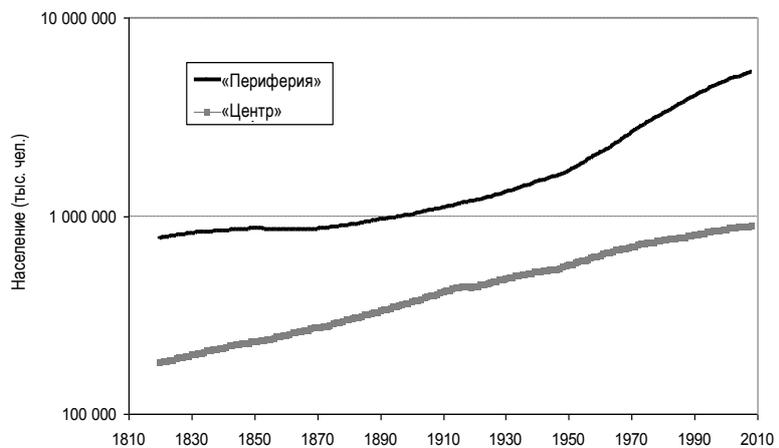
Источник: [World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2009].

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).



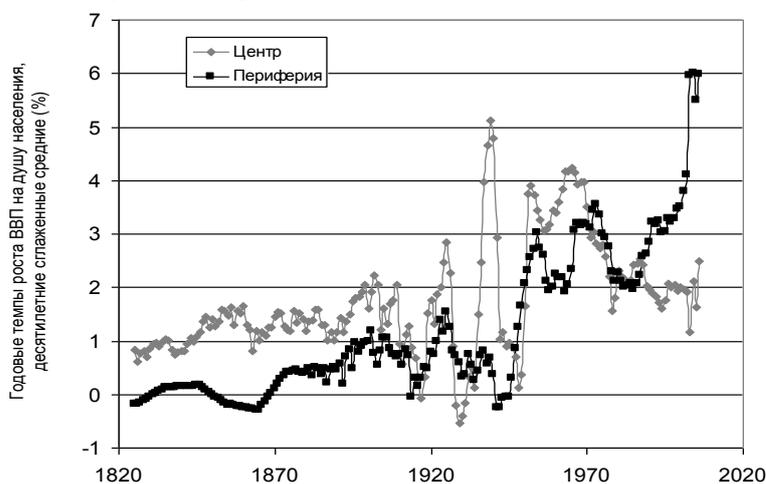
Источник: [World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2009].

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.

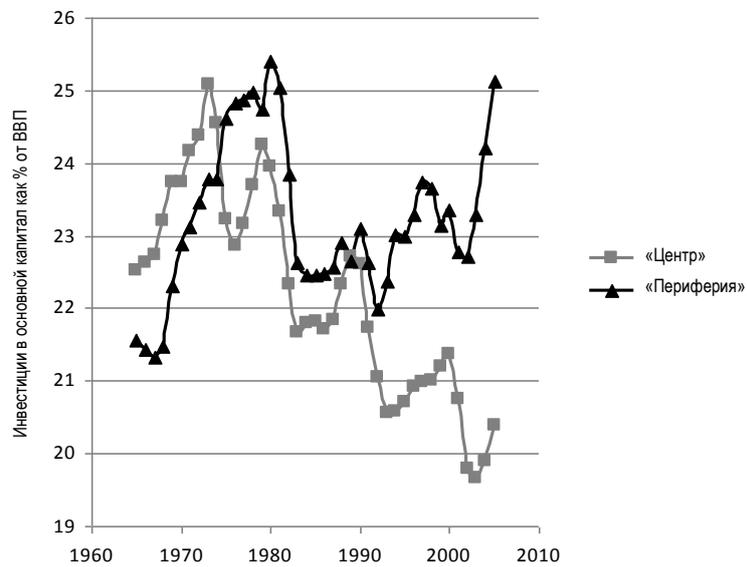
Источник: [World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2009].

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.

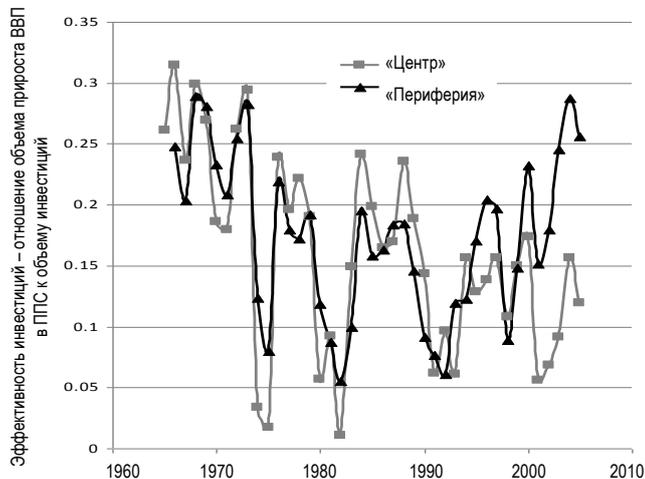
Отметим, что замедление темпов экономического роста в «Центре» и ускорение темпов этого роста на «Периферии» сопровождались (и были в очень высокой степени обусловлены) следующими важными процессами-тенденциями: 1а) уменьшением доли инвестиций в ВВП стран «Центра» (с начала 1970-х гг.); 1б) увеличением доли инвестиций в ВВП «Периферии» (с начала 1990-х гг.)<sup>15</sup>; 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.

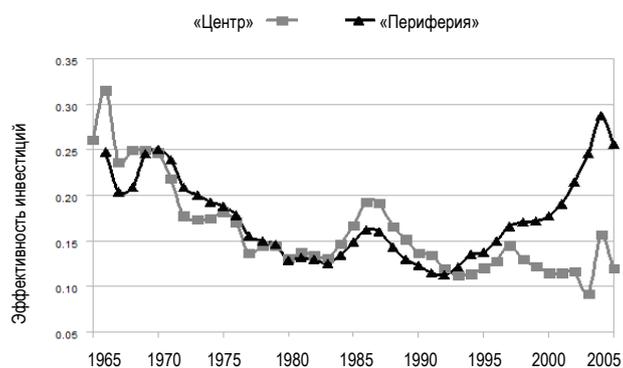
<sup>15</sup> О факторах высокого уровня инвестиционной активности в экономически среднеразвитых странах (к которым в настоящее время относится большинство стран Мир-системной «Периферии», где в настоящее время проживает подавляющее большинство «периферийного» населения и где сейчас производится подавляющая 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).

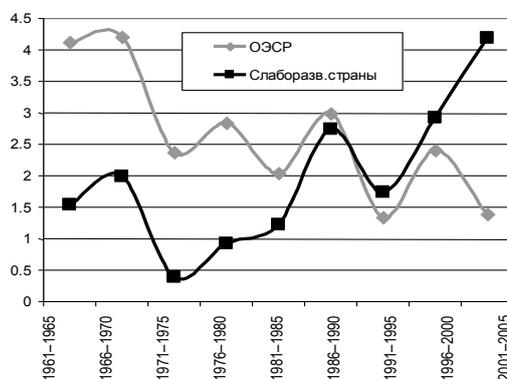


Рисунок 2.23

Сравнительная динамика среднегодовых темпов роста ВВП на душу населения в 1961–2005 гг. в экономически развитых странах, входящих в ОЭСР<sup>16</sup>, и в экономически слаборазвитых странах (% в год)

<sup>16</sup> 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.

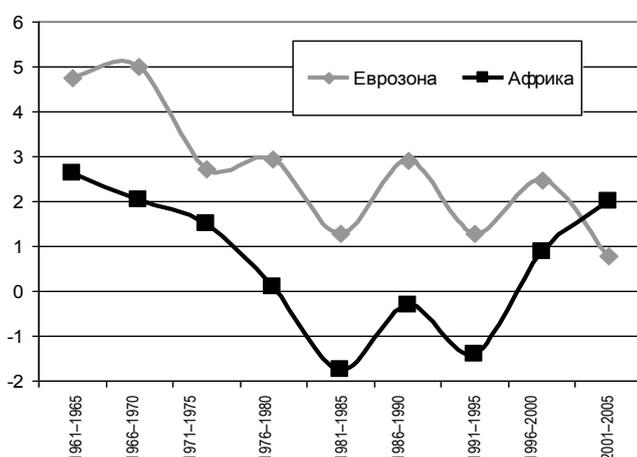


Рисунок 2.24

**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).

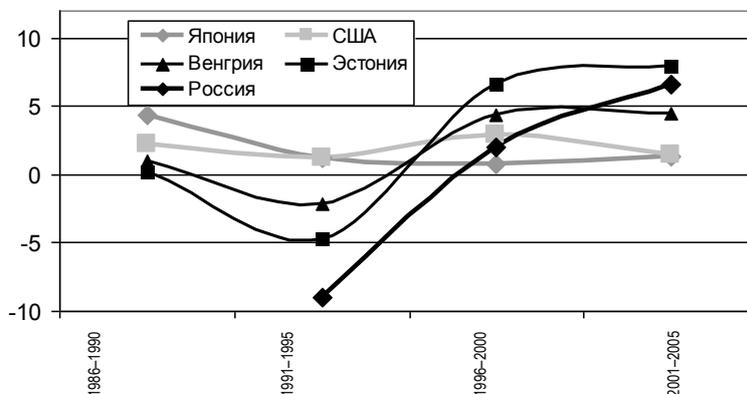


Рисунок 2.25

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

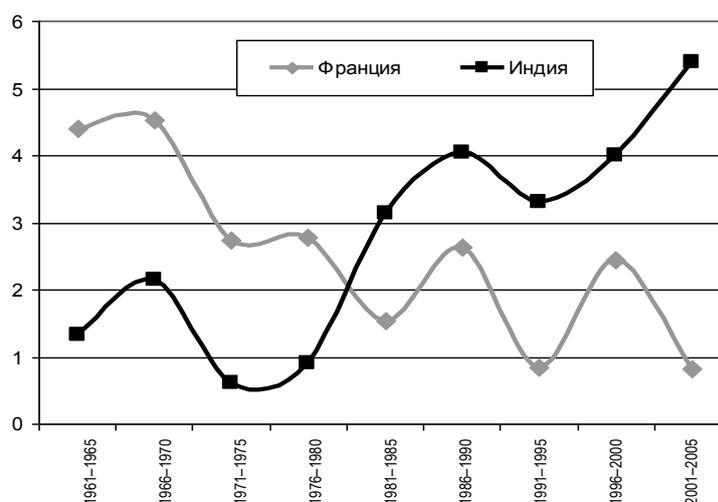


Рисунок 2.26

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-

мотности<sup>17</sup>) 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»<sup>18</sup> [Мэнкью 2009: 186–187].

---

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

<sup>18</sup> Наши собственные исследования [Коротаяев, Халтурина 2009: 67–96; Халтурина, Коротаяев 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.Бернанке<sup>19</sup> 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 развитию<sup>20</sup>... 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 оставшимся долгое время недостаточным уровнем образованности населения многих стран третьего мира) выступала недостаточная прозрачность экономических границ, в высокой степени связанная с разного рода левацки-

---

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

<sup>20</sup> 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.]<sup>21</sup>.

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]:

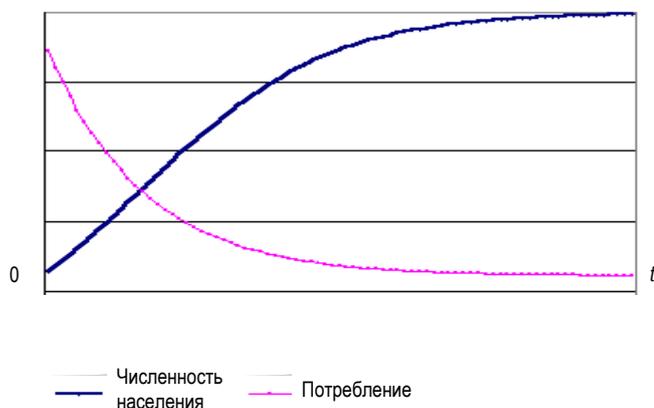
$$\frac{dN}{dt} = r\left(1 - \frac{N}{K}\right)N, \quad (2.4)$$

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

---

<sup>21</sup> 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

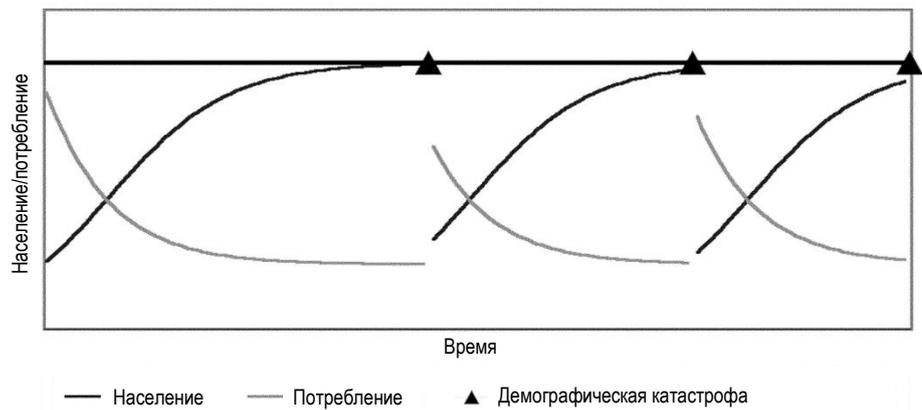
Отметим, что уже эта простая логистическая модель описывает вполне реальный сценарий демографической динамики, неоднократно наблюдавшийся в истории отдельных регионов, когда рост населения происходил в условиях относительно стабильного уровня развития жизнеобеспечивающих технологий.

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].

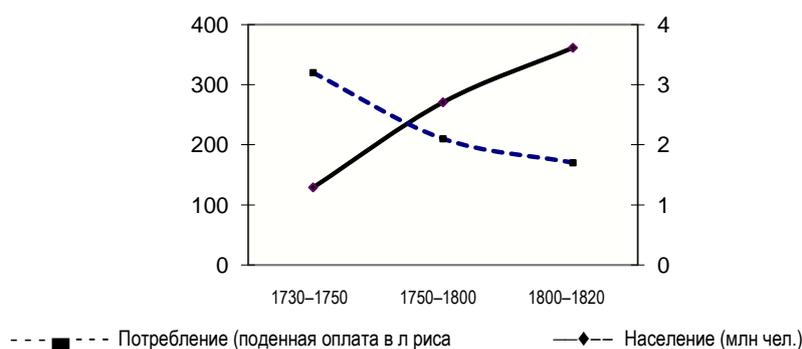
Рисунок 2.28

### 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-

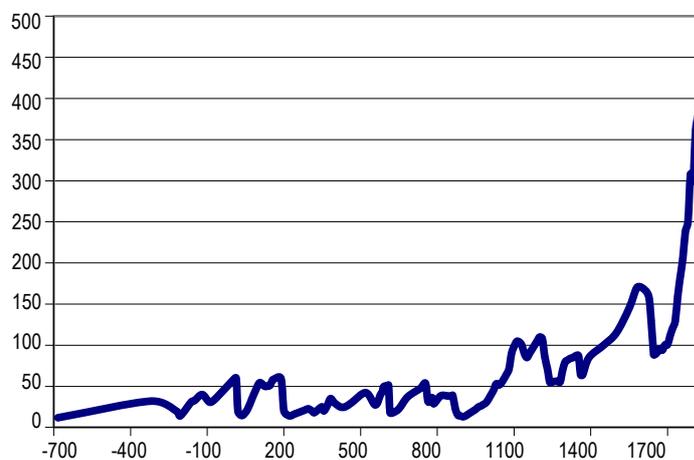
рабочной платы, дешевизна рабочей силы, высокие цены на хлеб, частые сообщения о голоде и стихийных бедствиях, приостановка роста населения, уход разоренных крестьян в города, где они пытаются заработать на жизнь ремеслом или мелкой торговлей, рост городов, развитие ремесел и торговли, большое количество 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»<sup>22</sup>. Соответственно, выход социальных систем из мальту-

---

<sup>22</sup> 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 внутривосточных 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 улучшению<sup>23</sup> 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].

<sup>23</sup> 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.Кузнеця, который первым открыл и описал их

[Kuznets 1930; Abramovitz 1961]; иногда их называют также **ритмами Кузнеца** [*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 Кузнеца. Например, Форрестер предложил связать циклы Кузнеца 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 Кузнеца 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 уровне<sup>24</sup>.

---

<sup>24</sup> 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 макроэкономики 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 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 внутрисоциальных 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.

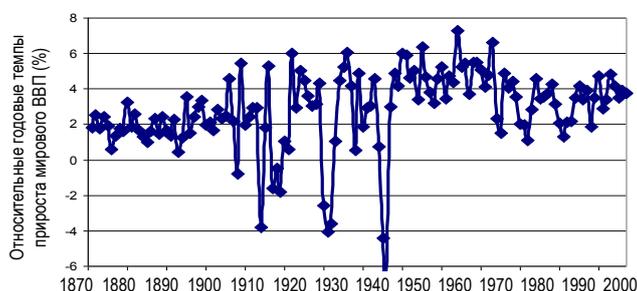
Однако в последние десятилетия наиболее популярным стало объяснение динамики кондратьевских волн, связывающее ее с волнами технологических инноваций (подробнее мы рассмотрим его ниже).

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).

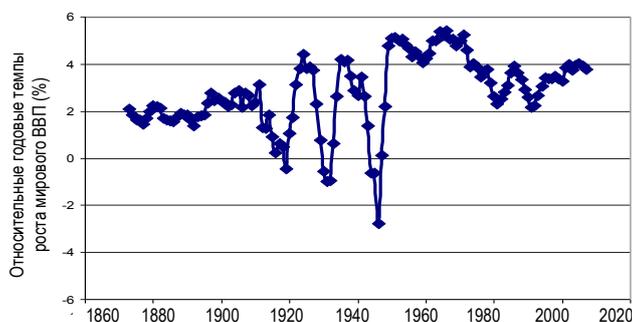


Источник: [World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2009].

Рисунок 2.31

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

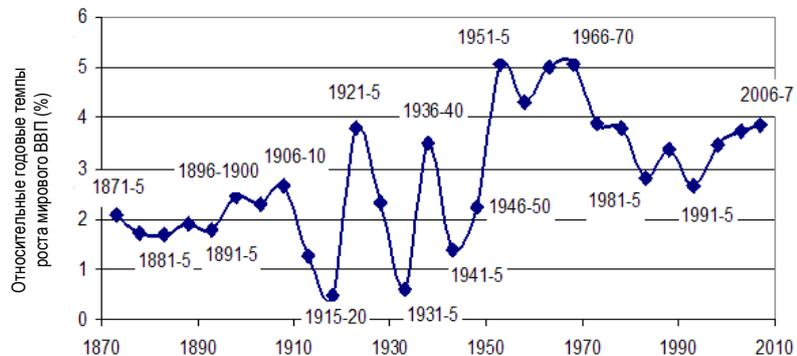
Собственно говоря, эта динамика лучше видна на графиках для пятилетних движущихся средних, а особенно – для простых среднегодовых значений по пятилетиям (см. рис. 2.32 и 2.33).



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, %)**

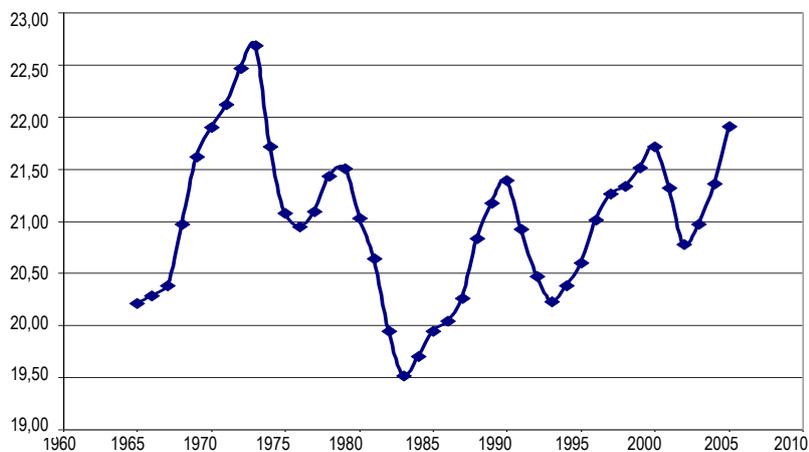


Источник: [World Bank 2010; Maddison 1995, 2001, 2003, 2009].

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 2010<sup>25</sup>].

Рисунок 2.34

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

<sup>25</sup> 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.

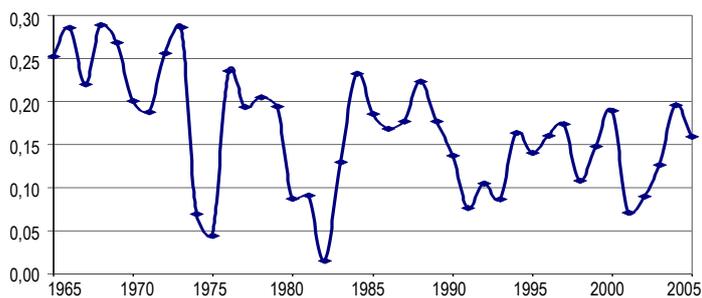
Отметим, что это дает основания ожидать определенного снижения доли инвестиций в мировом ВВП в ближайшие годы нисходящей фазы пятого кондратьевского цикла.

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»:

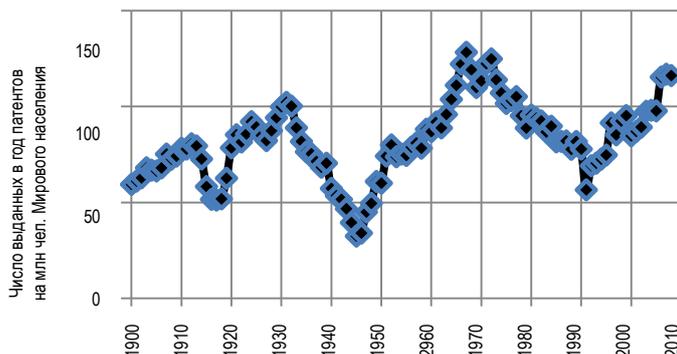
«В течение примерно двух десятилетий перед началом повышательной волны большого цикла наблюдается оживление в сфере технических изобретений. Перед началом и в самом начале повышательной волны наблюдается широкое применение этих изобретений в сфере промышленной практики, связанное с реорганизацией производственных 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 волны<sup>26</sup>. 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-

<sup>26</sup> Отметим, что ранее сходная картина уже была обнаружена в мировой динамике патентных заявок Ю.А.Плаkitкиным [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.*).

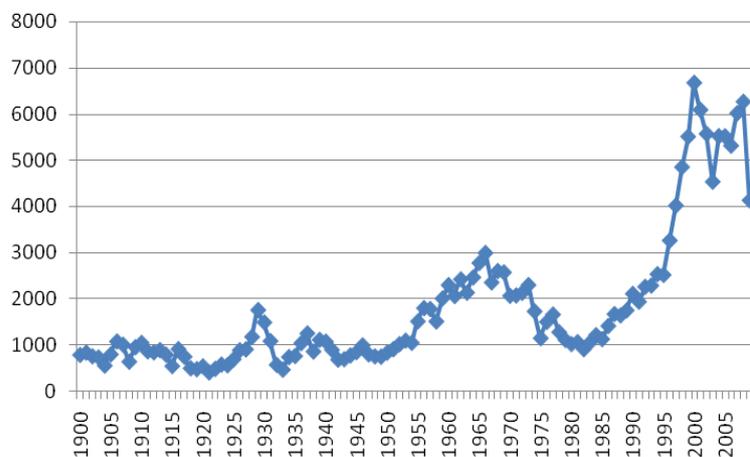
При этом с достаточно убедительными основаниями предлагается проводить различие между «прорывными» и «улучшающими» изобретениями/инновациями [см., например: Акаев 2010a]. Именно прорывные изобретения на нисходящей фазе каждой данной К-волны и закладывают основы нового технологического уклада последующего кондратьевского цикла (а их кластеризация на этих фазах вполне подтвердилась последующими исследованиями [см., например: Mensch 1979; Hausteин, 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 2010a; 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 потенци, 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](#)).

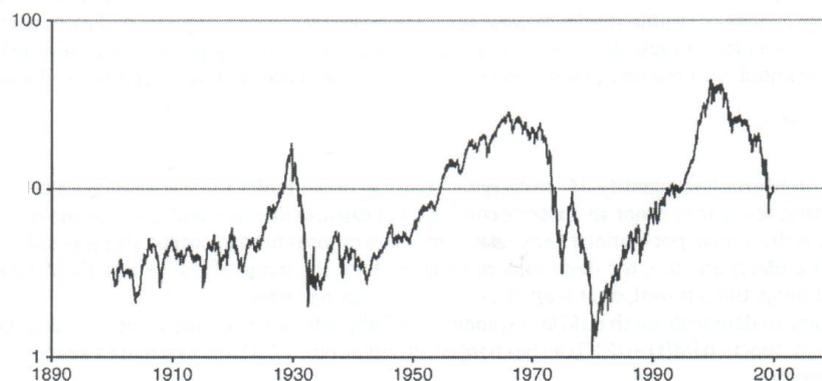


Рисунок 2.38

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

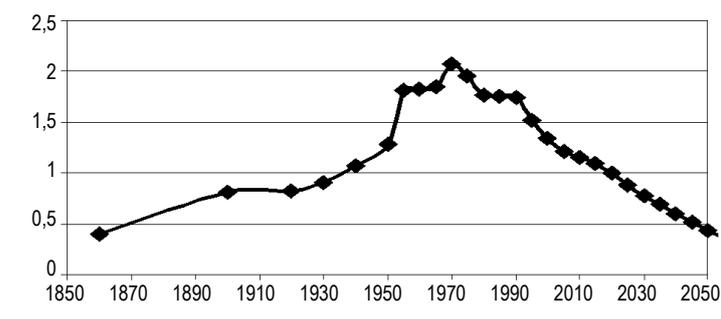
Особенности современного этапа мирового развития в очень высокой степени связаны с изменением тысячелетних, столетних и десятилетних тенденций:

- 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).

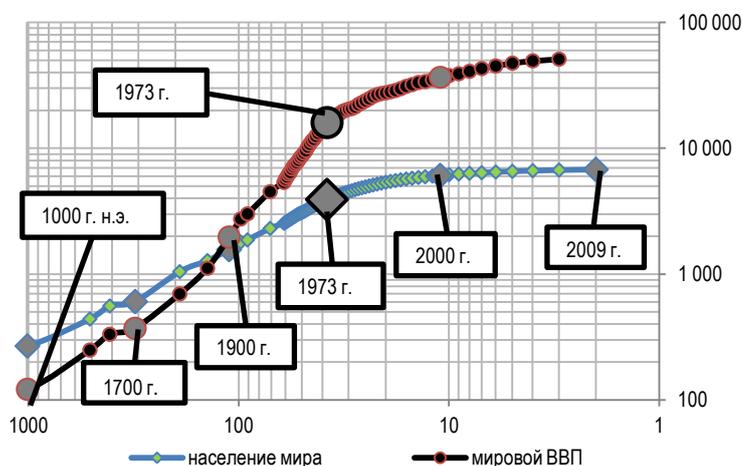
Выход из режима гиперболического роста выражается в замедлении темпов демографического и экономического развития (см. выше рис. 2.8, а также ниже рис. 2.39 и 2.40; в двойном логарифмическом масштабе).



Источник: [Коротаев, 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; Вишнеvский 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 принятых решений на государственном уровне).

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МИРОВОЙ ДИНАМИКИ

### 3.1. Методы динамического моделирования макросоциальных процессов

**М**атематическое 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 взаимосвязанных 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.

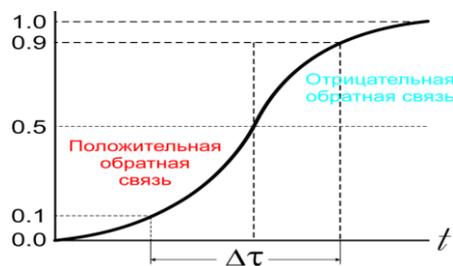


Рисунок 3.1

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.

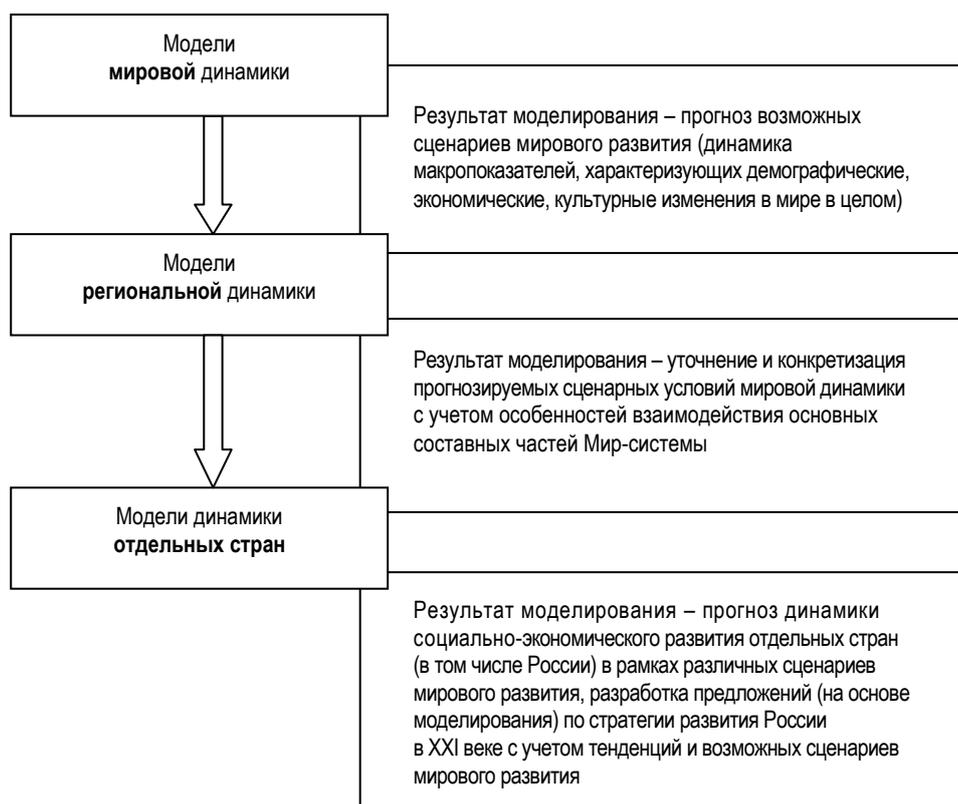


Рисунок 3.2

Схема трехуровневой системы моделирования «мир–регионы–страны»

Как уже указывалось выше, модели каждого из уровней должны быть сконструированы таким образом, чтобы 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 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:

$$N \sim S \sim l \sim u, \\ G \sim L \sim U \sim N^2 \sim S^2 \sim l^2 \sim u^2 \sim SN \text{ и т.д.,}$$

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.

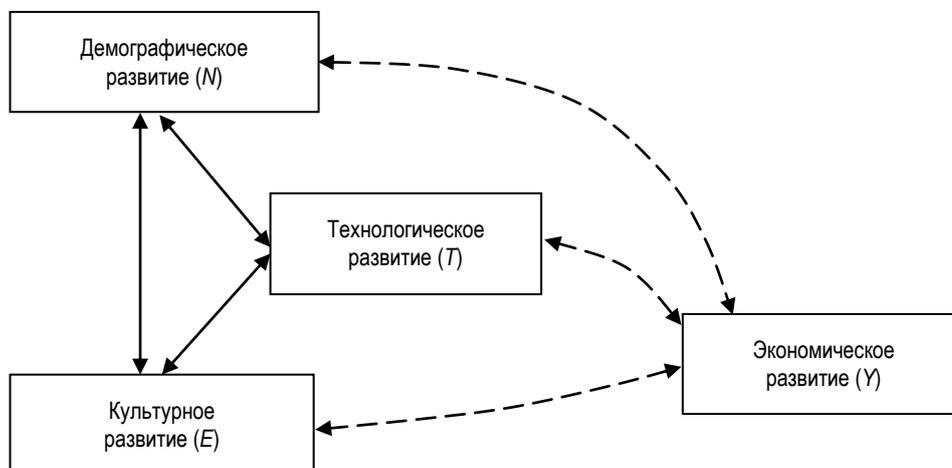


Рисунок 3.3

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 Кузнеца–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:

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

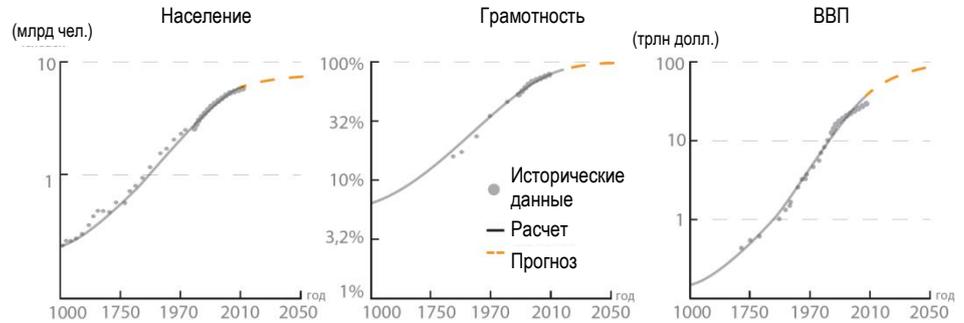
$$\frac{dT}{dt} = bTE \quad (3.10)$$

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

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

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,  $\tau_2$  – время диффузии базисных технологий (в современную эпоху составляет 25–30 лет);  $\tau_3$  – запаздывание реакции биосферы на антропогенную нагрузку (не превышает 100 лет);  $\gamma$ ,  $\kappa$ ,  $N_C$ ,  $N_0$  – 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  $\tau_1$  – 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  $\gamma$  и  $\kappa$ , 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.

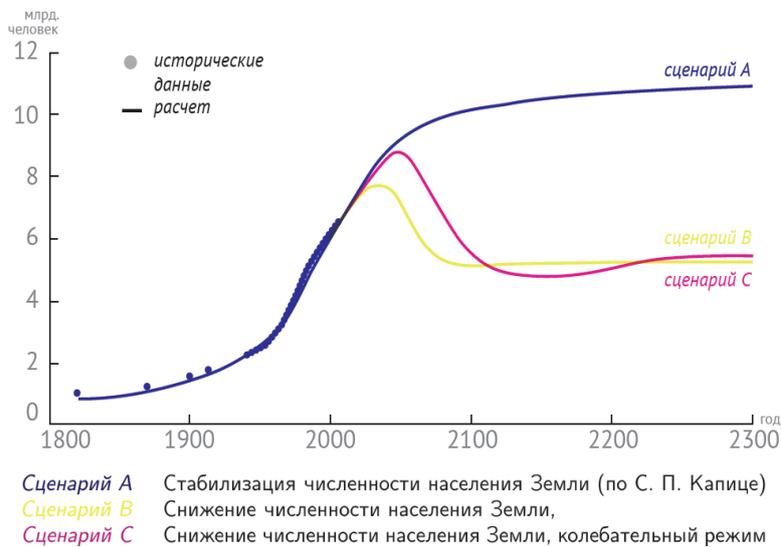


Рисунок 3.5  
Сценарный прогноз численности населения Земли

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  $\gamma$  и  $\kappa$  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-

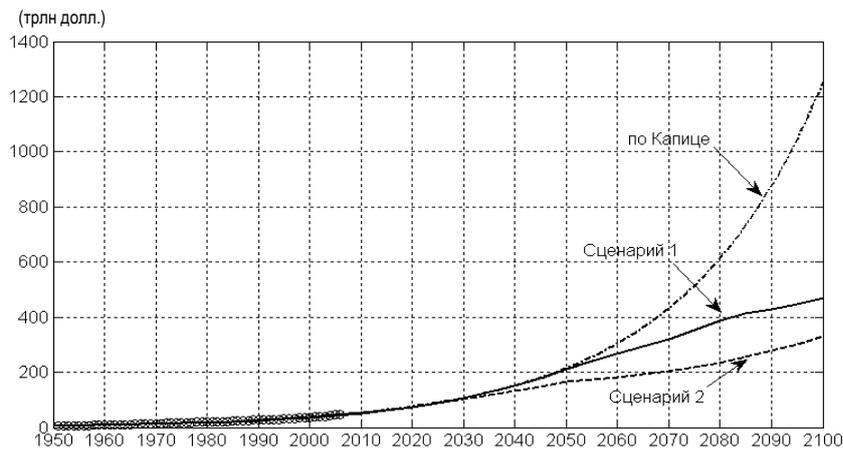
вает универсальный принцип убывающей отдачи от масштаба:

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

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 прогнозной 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 энергоэкологическим 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:

$$q_Y = q_A + q_N - q_{EE} \tag{3.23}$$

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.

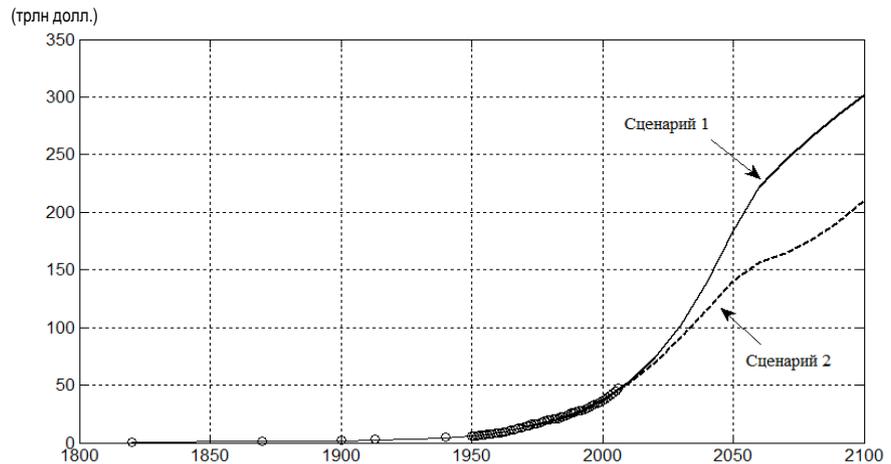


Рисунок 3.7

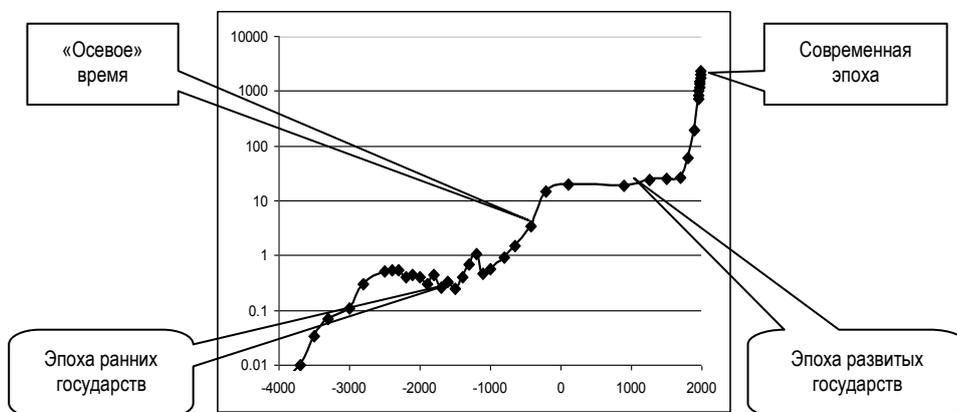
**Прогноз динамики мирового ВВП с учетом инвестиций в природоохранные меры (постоянные цены 1990 г.)**

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 «осевое» время и в современную эпоху

«Осевое» 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. «Осевое» 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-структур<sup>27</sup> [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 редистрибутивных<sup>28</sup> 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.

<sup>27</sup> 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.

<sup>28</sup> 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 присущих 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 «Центр». 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.);

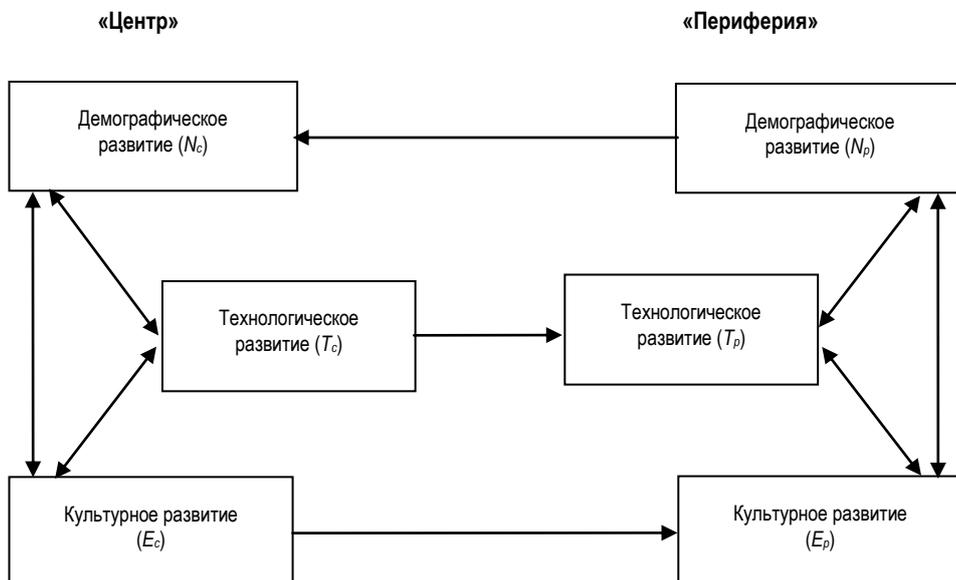


Рисунок 3.9

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:

$$\begin{array}{l} \text{«Центр»} \\ \frac{dN_c}{dt} = a_c T_c N_c (1 - E_c) + a' N_p C_N \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{«Периферия»} \\ \frac{dN_p}{dt} = a_p T_p N_p (1 - E_p) - a' N_p C_N \end{array} \quad (3.24)$$

$$\begin{array}{l} \frac{dT_c}{dt} = b_c T_c E_c \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{dT_p}{dt} = b_p T_p E_p + b' T_c C_T \end{array} \quad (3.25)$$

$$\begin{array}{l} \frac{dE_c}{dt} = c_c T_c E_c (1 - E_c) \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{dE_p}{dt} = c_p T_p E_p (1 - E_p) + c' E_c C_E \end{array} \quad (3.26)$$

$$\begin{array}{l} Y_c = T_c e_c N_c \end{array} \quad \begin{array}{l} Y_p = T_p e_p N_p \end{array} \quad (3.27)$$

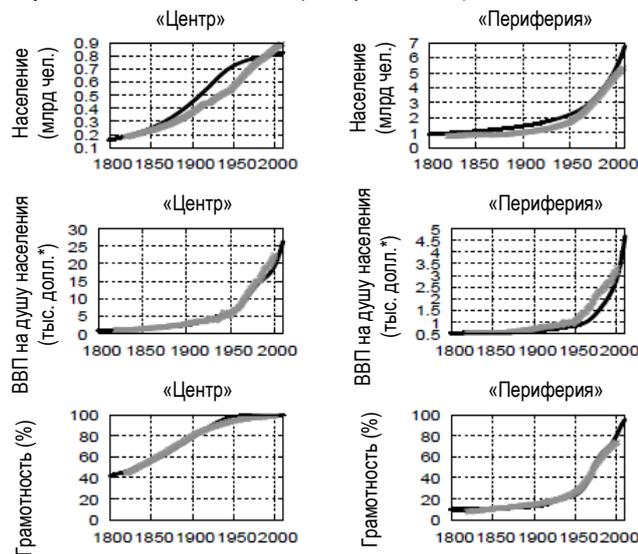
где  $N$  – численность населения;  $T$  – уровень технологий;  $E$  – образованность;  $Y$  – региональный ВВП;  $a, b, c, a', b', c'$  – структурные коэффициенты;  $C_i = C_i(T, E, Y)$  – функция связи в  $i$ -й сфере;  $e$  – доля работающих в населении; индекс  $c$  показывает, что соответствующая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

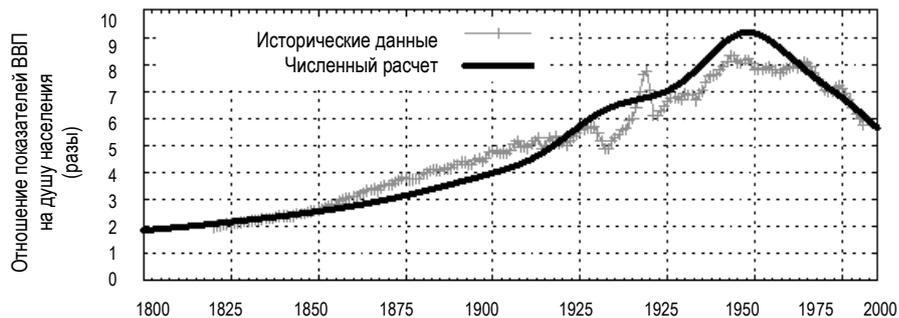


Рисунок 3.11

**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».

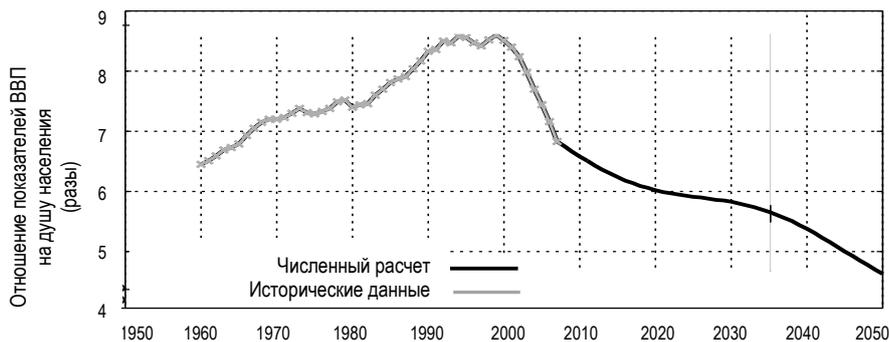
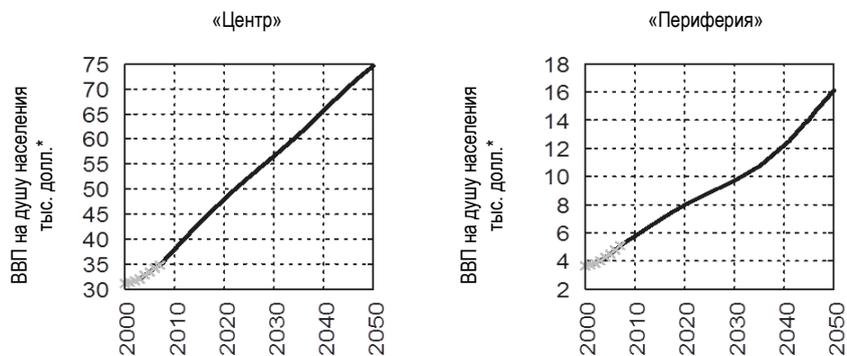


Рисунок 3.12

**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.

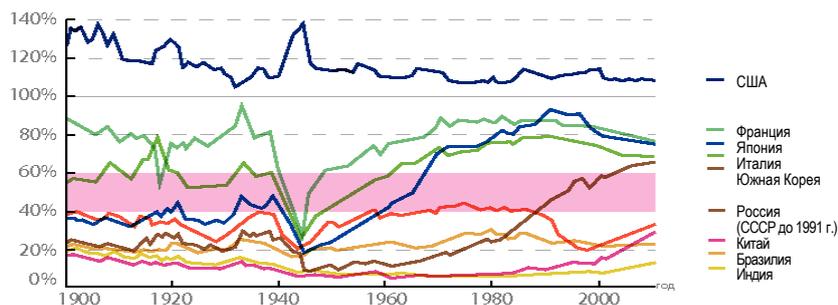
Рисунок 3.13

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 населения<sup>29</sup>.

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»).

---

<sup>29</sup> 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.

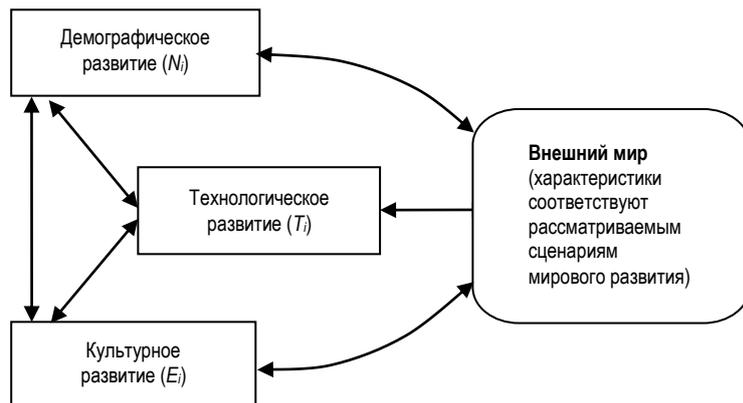


Рисунок 3.15

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.

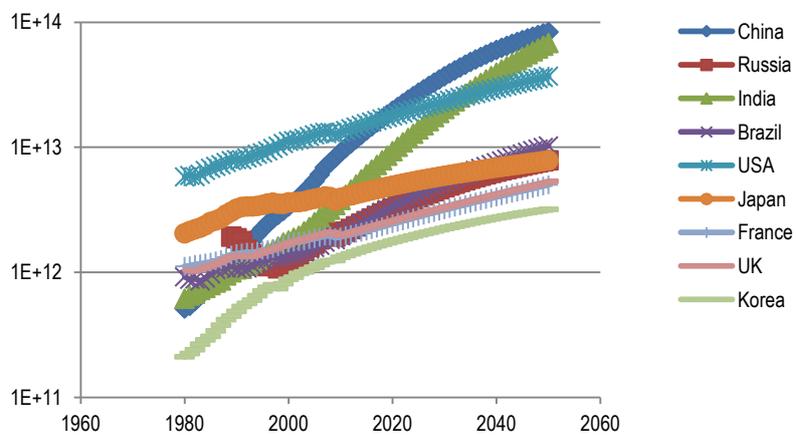
При исследовании факторов роста развивающихся стран было обнаружено, что иностранные инвестиции имеют значительно более сильное влияние на рост производительности труда по сравнению с внутренними инвестициями. Это связано с тем, что иностранные вложения (идушие, как правило, от развитых стран) привносят 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.

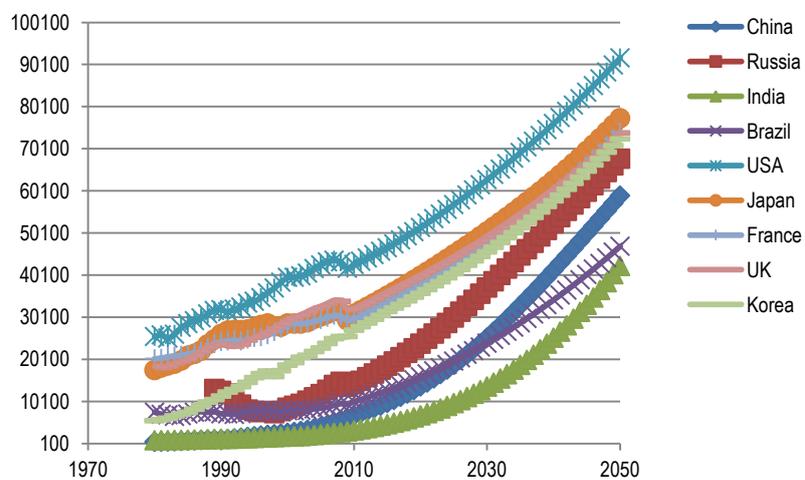
Таким образом эффект догоняющего развития во многом объясняется внешними инвестициями, связанными с передачей технологий в виде лицензий на использование патентов. Во всех развивающихся странах внешние инвестиции дают большой импульс экономике. Однако не во все страны эти инвестиции поступают. Среди 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].

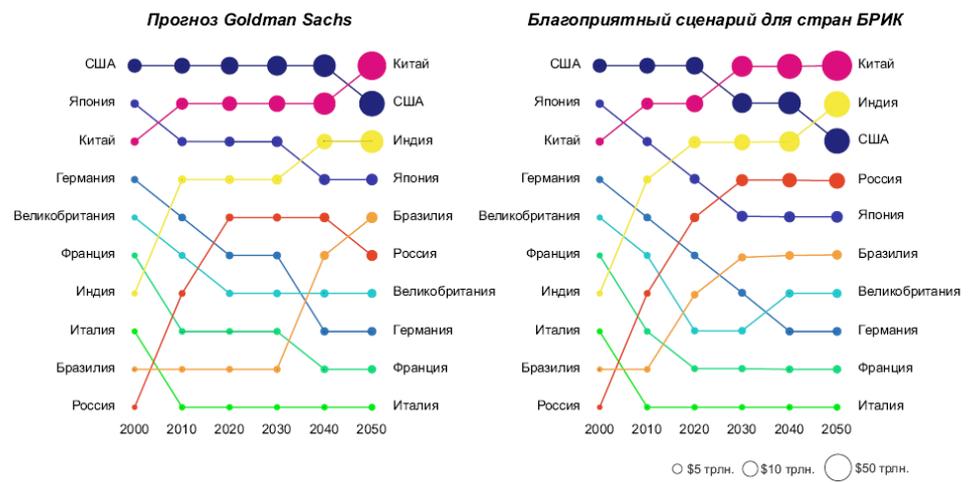


Рисунок 3.18  
Сравнение благоприятного прогноза для стран БРИК с прогнозом Goldman Sachs

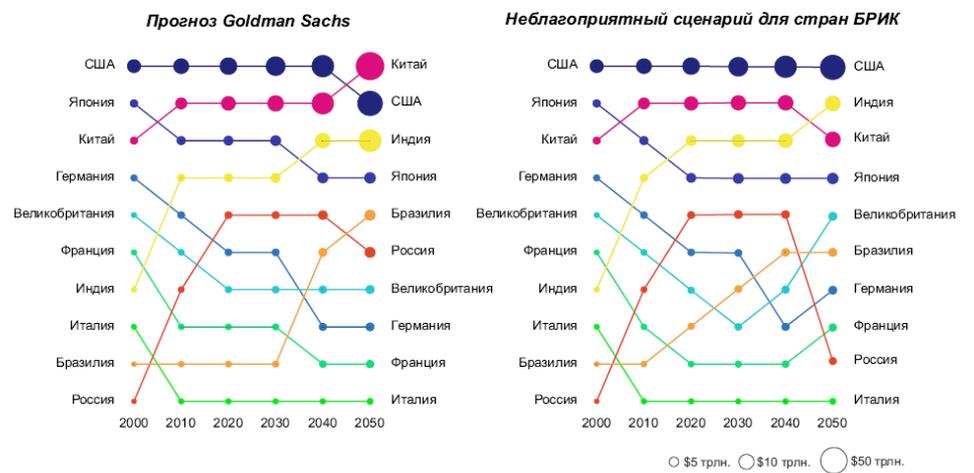


Рисунок 3.19  
Сравнение неблагоприятного прогноза для стран БРИК с прогнозом Goldman Sachs

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.

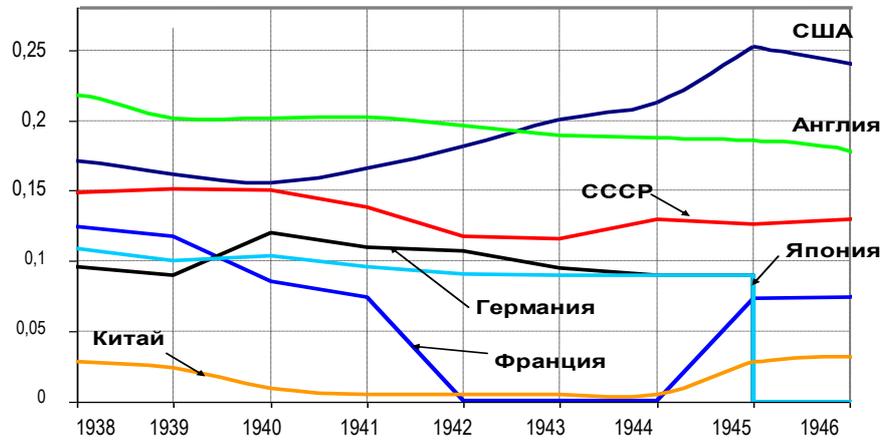


Рисунок 3.20  
Статусы ведущих стран мира в период 1938–1946 гг.

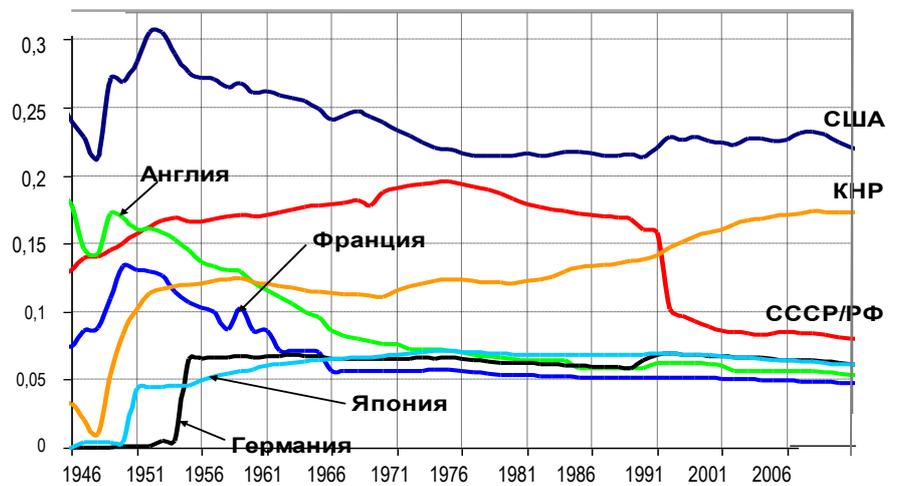


Рисунок 3.21  
Статусы ведущих стран мира в период 1946–2010 гг.

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.

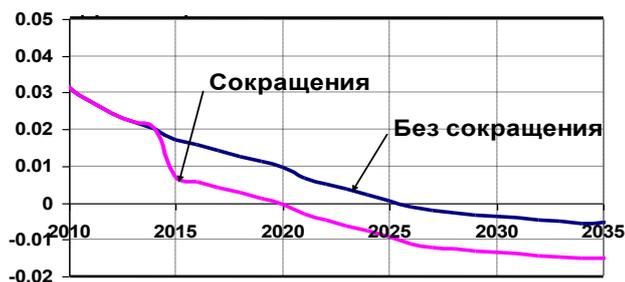


Рисунок 3.23

**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 [[Sternman, 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:

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

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;  $\lambda$  – скорость реакции запаздывания предложения от спроса;  $k$  – скорость реакции запаздывания фактических индуцированных капиталовложений от решения об инвестициях;  $s$  – коэффициент сбережений;  $v$  – мощность акселератора;  $\mu$  – 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 ( $\gamma$ );  $Y_F$  – 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.

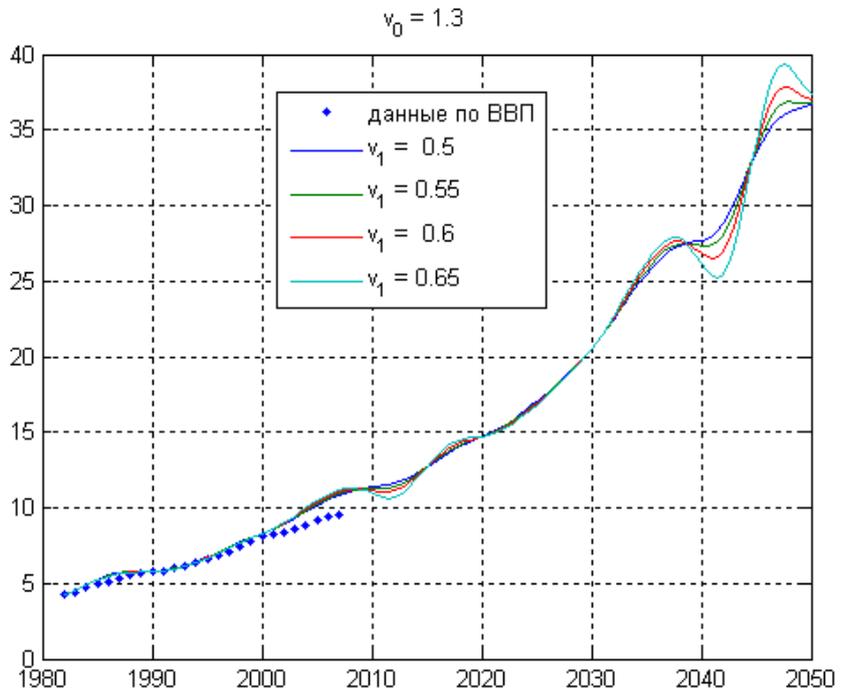


Рисунок 3.24  
Прогноз динамики ВВП США до 2050 г.

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.

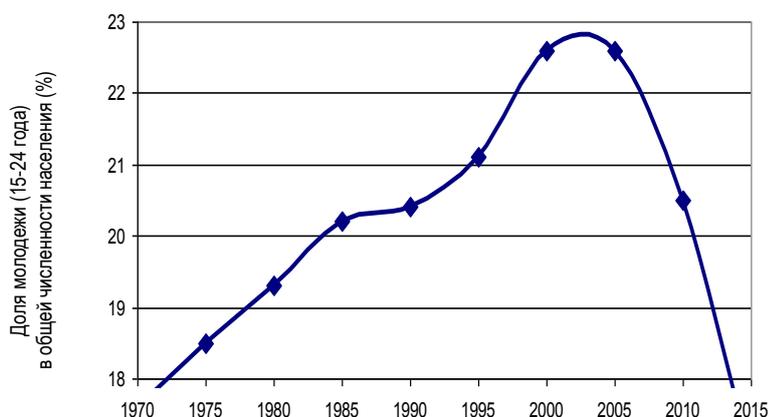
Примером индикатора-предвестника, указывающего на возможность **политической нестабильности** в развивающихся странах, является возникновение так называемого «молодежного бугра», т.е. временного увеличения доли молодежи в населении страны. Основная идея заключается в том, что в странах, проходящих стадию 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  $\tau$  в момент времени  $t$  записываются следующим образом:

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

где  $u(\tau, t)$  – количество лиц возраста  $\tau$  в момент времени  $t$ ,  $b(\tau, t)$  – интенсивность рождения детей у женщин возраста  $\tau$  в момент времени  $t$ ,  $d(\tau, t)$  – возрастной коэффициент смертности для лиц возраста  $\tau$  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. (%)

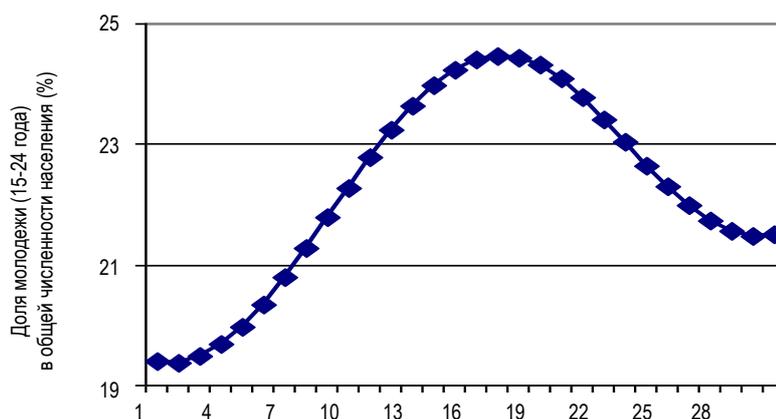


Рисунок 3.26

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.

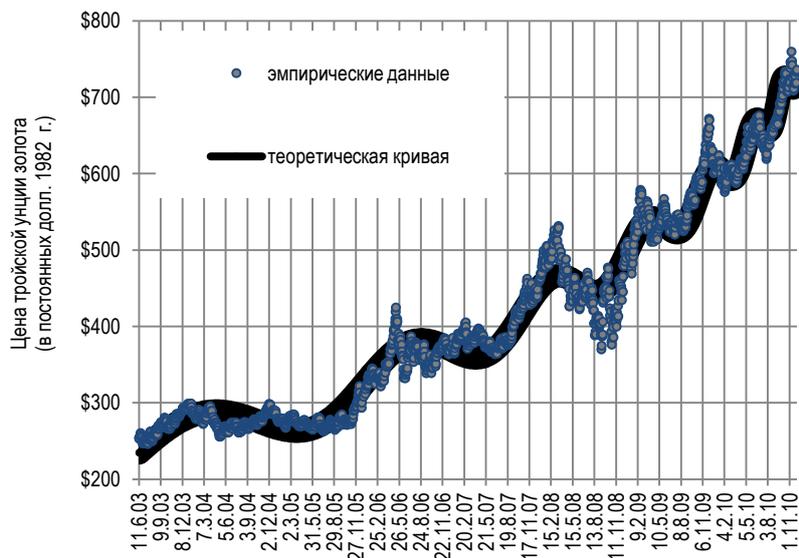


Рисунок 3.27  
Лог-периодические колебания мировых цен на золото

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

**О**дной 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.

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.

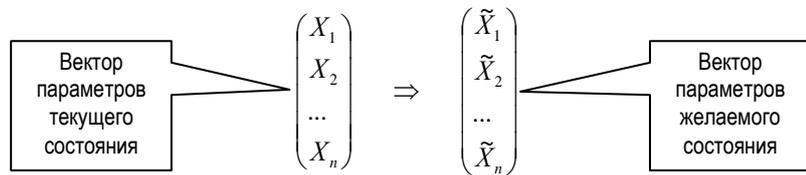
На основе видения будущего разрабатываются *стратегии* его достижения как на общегосударственном (федеральном) уровне, так и на уровне отраслей (министерств и ведомств) и регионов. В ходе выработки *стратегий* определяется оптимальный порядок перевода социальной системы и ее подсистем в желаемое состояние.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

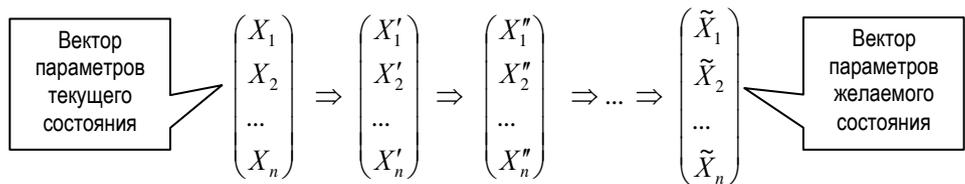
В *программах и планах* положения стратегий конкретизируются в виде системы практических мер, согласованных по целям, задачам, срокам, ресурсному обеспечению в привязке к конкретным сферам деятельности. При этом решаются вопросы:

- 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).



Цель стратегического управления: перевод системы в желаемое состояние



промежуточные состояния (в соответствии с частными целями)

Последовательность перевода системы в желаемое состояние (посредством реализации частных целей)

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).

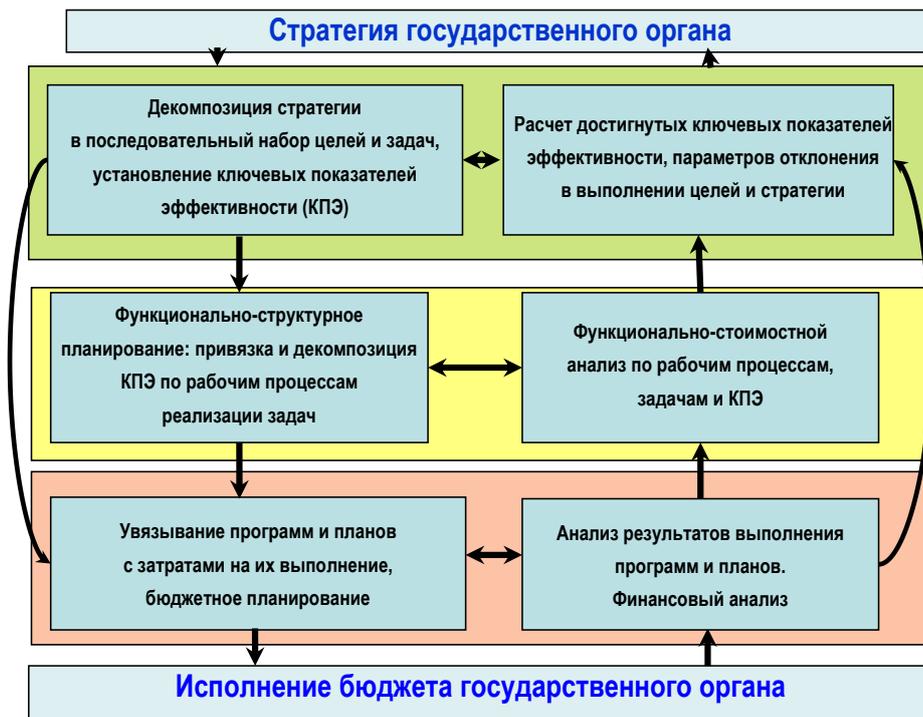


Рисунок 4.2  
Циклический процесс координации и контроля мероприятий по реализации стратегий

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 *целесолагания* 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, Садовничий 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 основываться 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 «темп 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 [Кнопп 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.

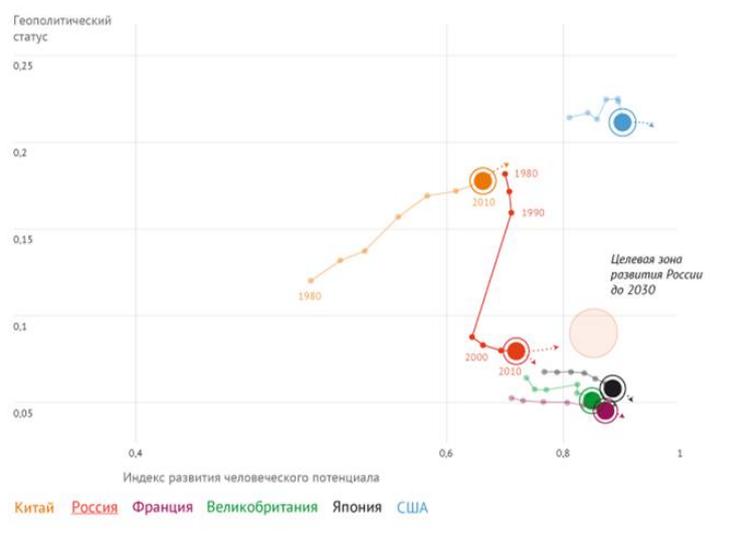
Например, согласно работе [Винокуров, Коняхин, Подкорытов 2008] общая формула расчета статуса имеет вид:  $S(t) = FA(t) \cdot G(t)$ , где  $S(t)$  – статус в момент времени  $t$ ;  $FA$  – «функция влияния», определяющая совокупное влияние указанных выше факторов, не связанных явно с геополитическим 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 существенные 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  $\Phi_i$  (см. рис. 4.4) [Сулакшин 2009].

Соответственно, КЖС может быть представлен в виде функции указанных качественных показателей  $\Phi_i$ :

$$KЖС = f(\Phi_i), \quad (4.1)$$

В свою очередь агрегированные показатели  $\Phi_i$  являются функциями частных показателей  $\varphi_{ij}$ , 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  $\varphi_{ij}$ ) 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, хорошие результаты 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).

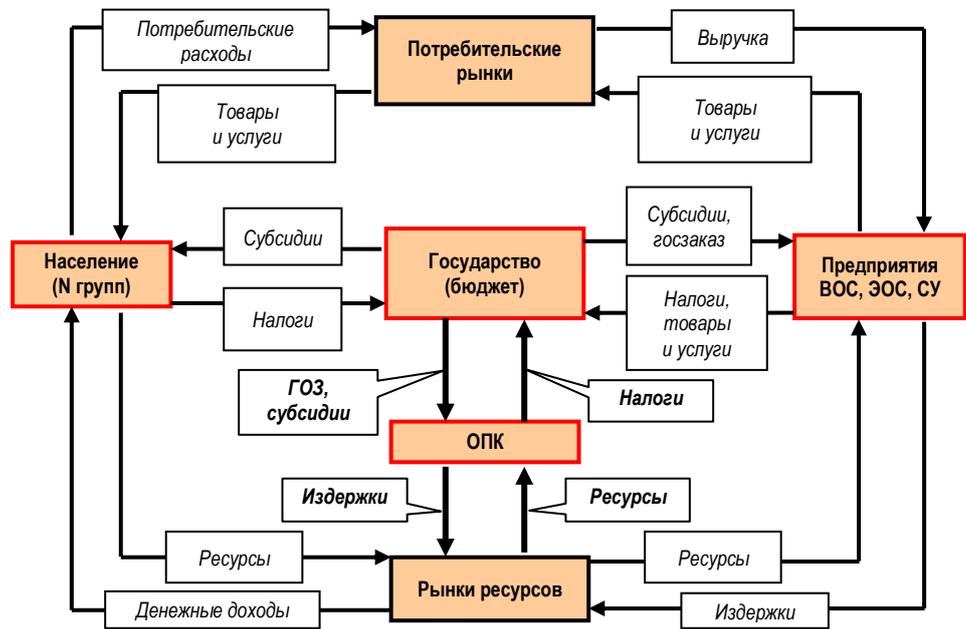


Рисунок 4.5

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.

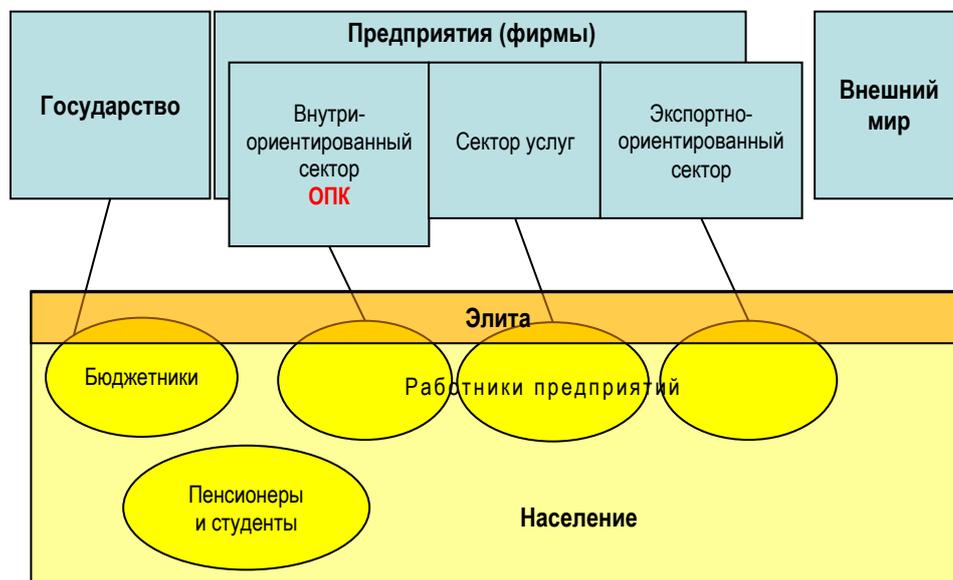


Рисунок 4.6  
Структура экономики и населения, используемая в модели

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 геновая 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 по возрастной 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.

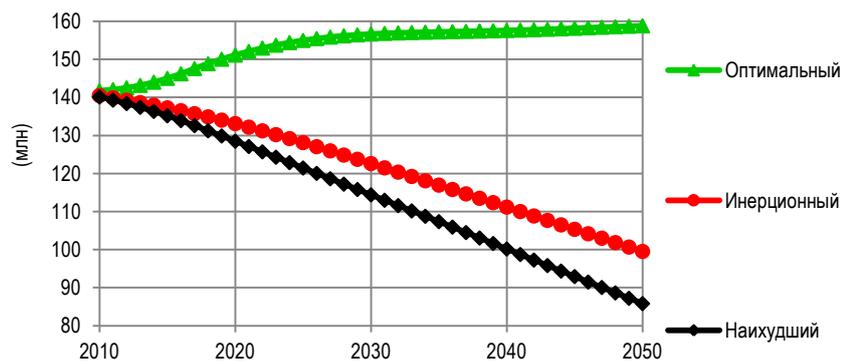


Рисунок 4.7

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.

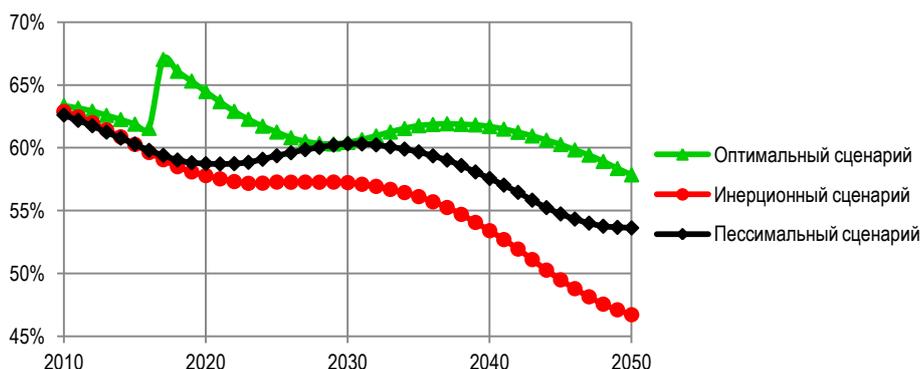
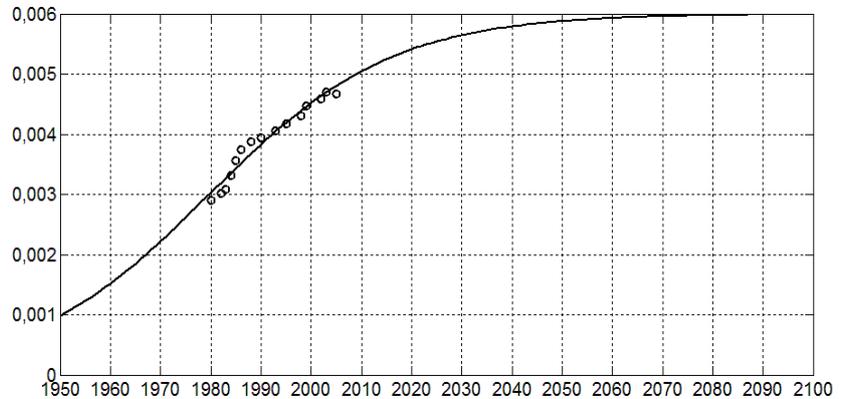


Рисунок 4.8  
Динамика доли трудоспособного населения России в 2010–2050 гг.

#### 4.2.3. Перспективы технологического развития в развитых и развивающихся странах мира

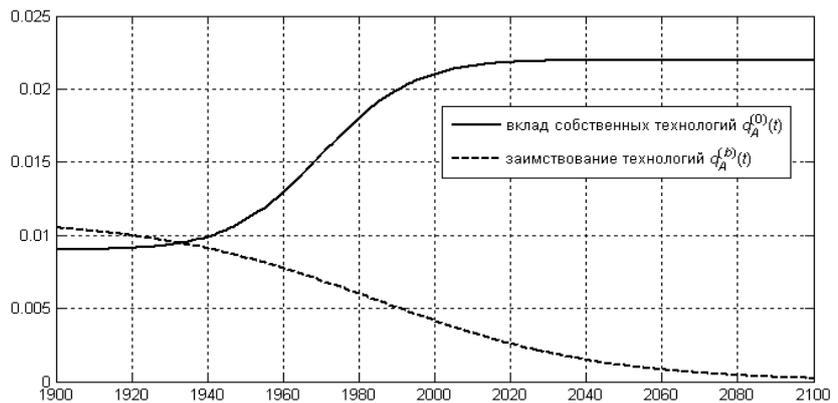
Снижающаяся демографическая динамика характерна не только для России, но и для многих других стран в связи с происходящим в настоящее время глобальным демографическим переходом. В связи с этим решающим фактором экономического роста становится технологическое развитие. Модели, описывающие технологический 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  $l_A$  (сплошная линия)**

На основе соотношения, описывающего динамику технического прогресса, и построенной логистической функции  $l_A$  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.

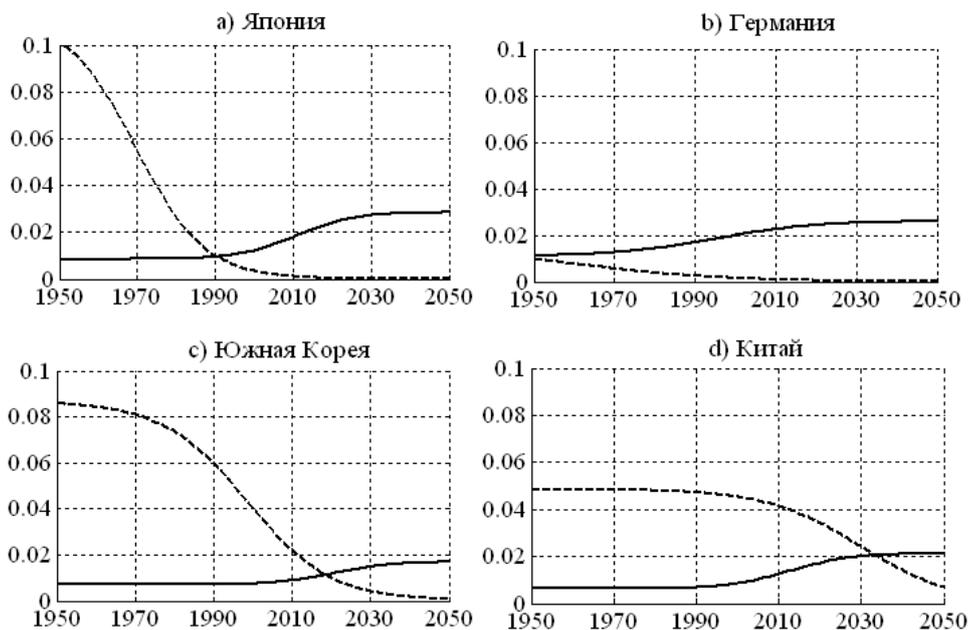


Рисунок 4.11

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

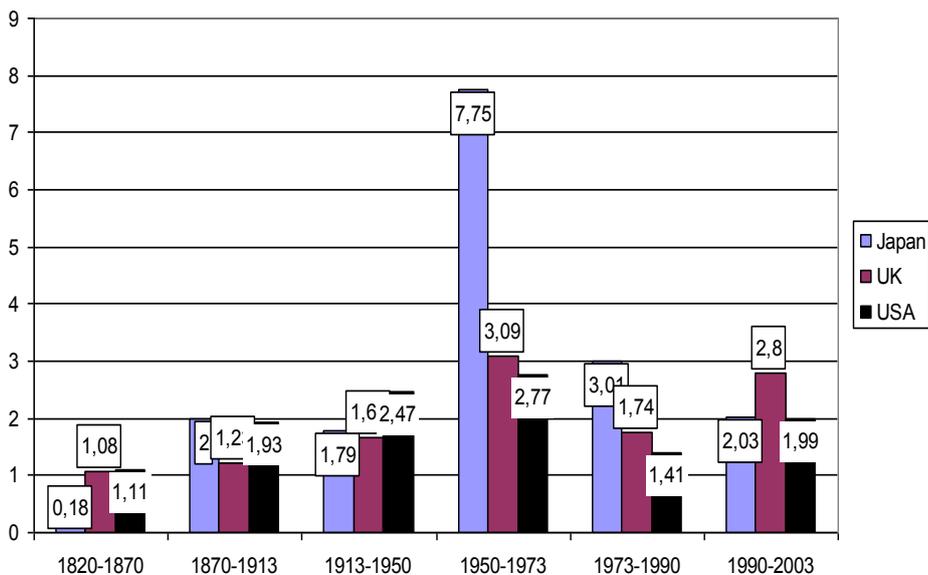
«плану Маршалла». На примере Японии (рис. 4.11a) мы видим, что в послевоенные годы она очень эффективно осуществляла заимствование технологий для обеспечения высоких темпов экономического роста вплоть до 1990-х гг., тогда как собственные технологические разработки Японии играли весьма скромную роль. 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.

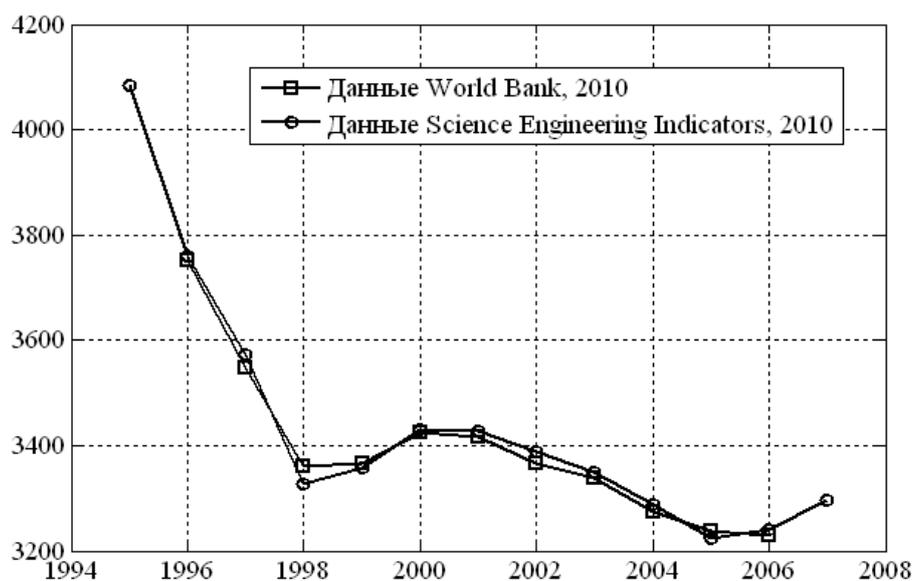


Рисунок 4.13  
Доля занятых в НИОКР в России (тыс. на млн чел.)

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).

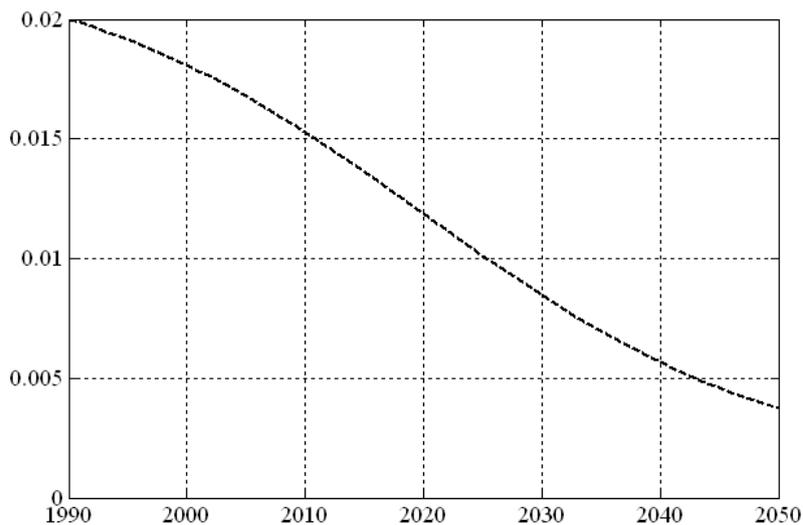


Рисунок 4.14  
Динамика технического прогресса,  
обусловленная собственными технологиями России

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.

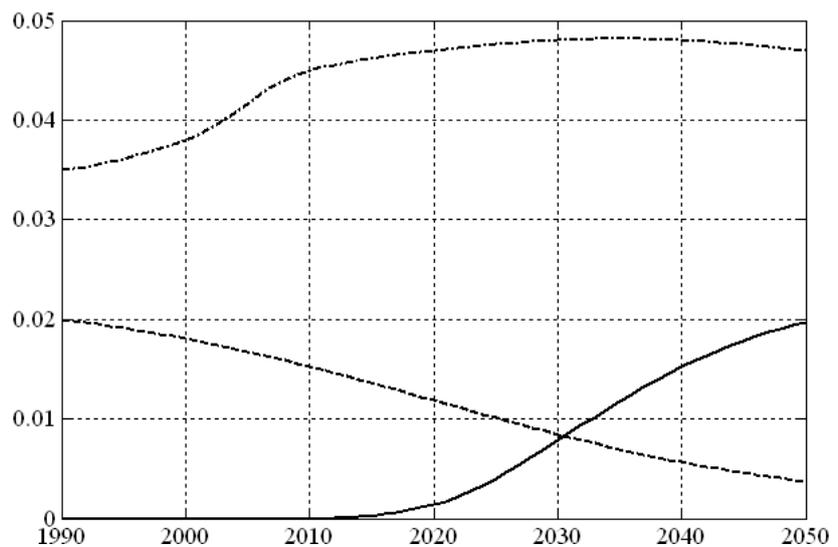


Рисунок 4.15  
**Темпы технического прогресса,  
 обусловленные заимствованными и собственными технологиями,  
 для экономики России**

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.

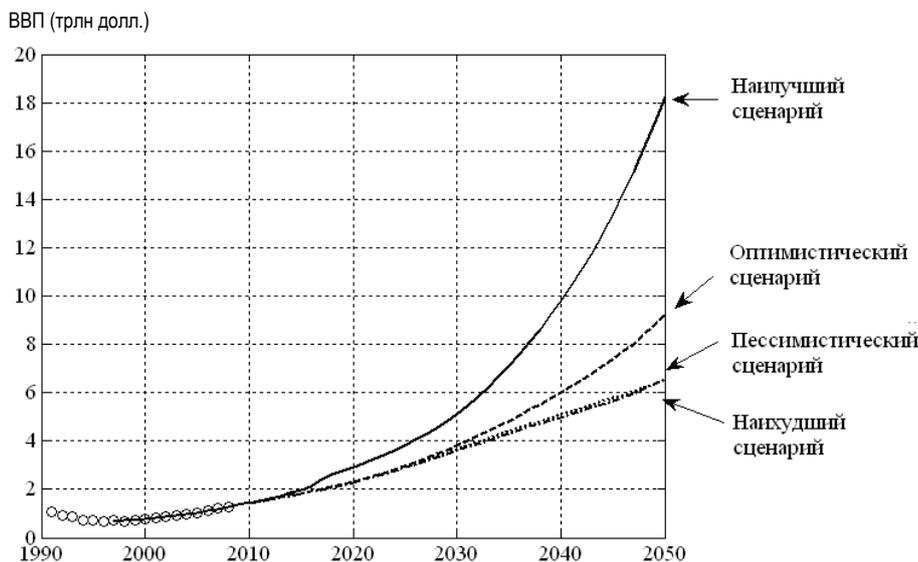


Рисунок 4.16

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 ( $\sim 39$  трлн долл.) и США ( $\sim 36$  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.

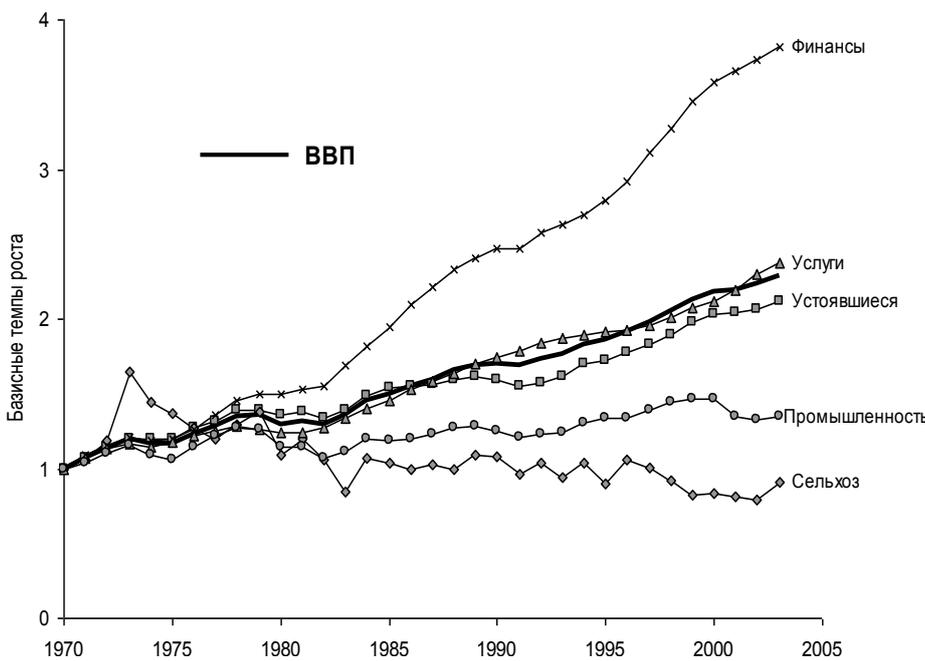


Рисунок 4.17  
Динамика реального ВВП и основных отраслей экономики США

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.

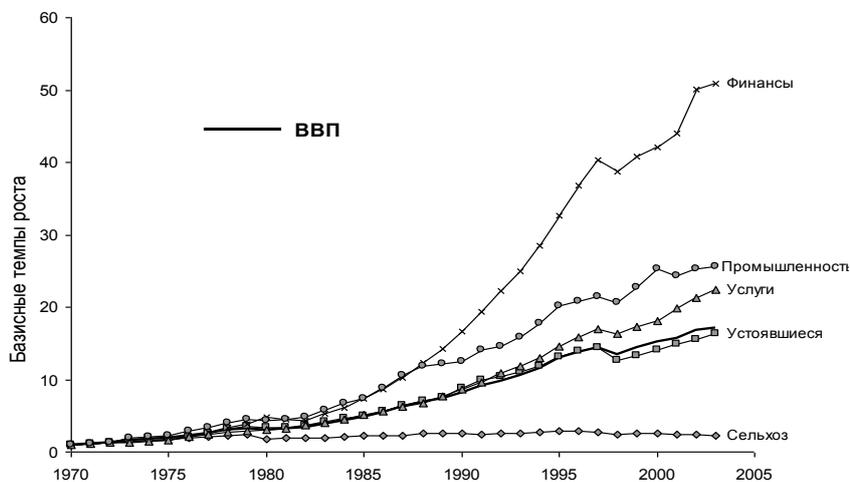


Рисунок 4.18

**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. сосредоточится 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 чем темпы 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 экспортноориентированных 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 конкурентоспособность, 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 перемишек. 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.

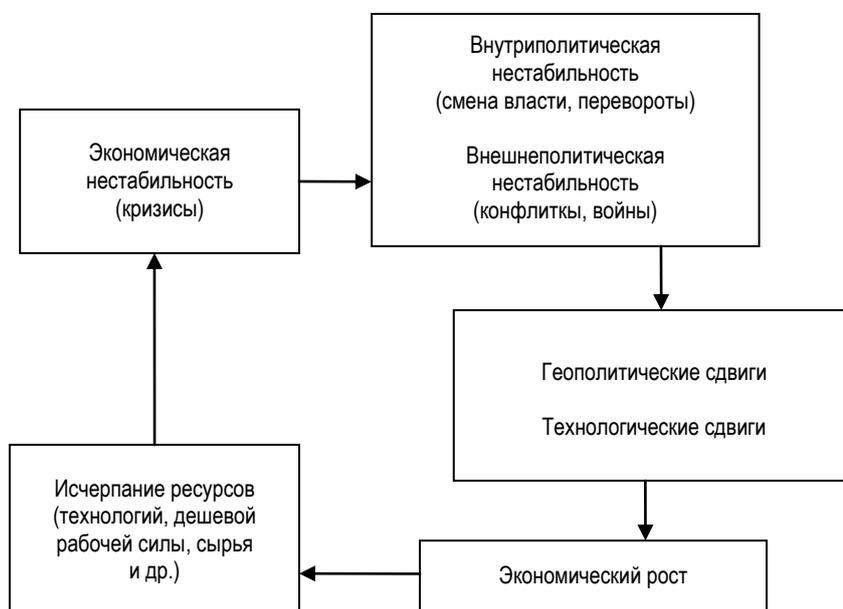


Рисунок 4.19

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 пришелся 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 пришлись 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 устарелых 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 понижительная волна. Наступает период неустойчивого экономического роста, прерываемого глубокой кризисной рецессией и последующей длительной депрессией. При этом понижительная 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 понижительных 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 понижительных волн циклов Кондратьева. Было также обнаружено структурное соответствие между понижительными 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.

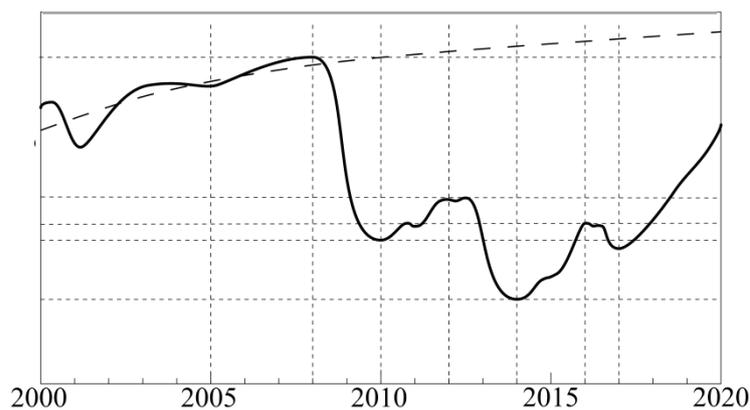


Рисунок 4.20

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 предупредил 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

