

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Факультет истории, политологии и права

ВОЛГОГРАДСКИЙ ЦЕНТР СОЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

АКАДЕМИЯ ВОЕННЫХ НАУК

# **ИСТОРИЯ И МАТЕМАТИКА**

**Макроисторическая динамика  
общества и государства**

Настоящее исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 04-06-80225 и № 06-06-80459) и Фонда содействия отечественной науке

Альманах «История и Математика»

Редакционный совет альманаха: доктор исторических наук Л. И. Бородкин; доктор философских наук Л. Е. Гринин; доктор исторических наук А. В. Корстаев; доктор исторических наук А. П. Логунов; доктор физико-математических наук Г. Г. Малинецкий; доктор технических наук С. Ю. Малков; доктор философии (Ph.D.) П. В. Турчин; доктор физико-математических наук Д. С. Чернавский

### История и математика: Макроисторическая динамика общества и государства /

Отв. ред. С. Ю. Малков, Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев. — М.: КомКнига, 2007. — 184 с.

Альманах продолжает серию сборников, освещающих различные аспекты использования математических методов в исторических и обществоведческих исследованиях. Этот выпуск посвящен исследованию макроисторической динамики общества и государства на протяжении огромного периода истории, охватывающего время зарождения и существования Мир-Системы. Альманах представляет собой комплексное исследование ряда важнейших макроисторических процессов с использованием разнообразных аналитических и формально-математических методов. В частности, показаны линии политических изменений от самых примитивных государств до развитых и зрелых; линия урбанистических процессов от зарождения первых небольших городов до появления крупных, а затем сверхкрупных городов; также анализируются важнейшие демографические, технологические и социальные изменения. В результате, статьи, представленные в альманахе, убедительно показывают, что в долгосрочном глобальном развитии можно выделить определенную систему аттракторов и фазовых переходов; они также демонстрируют наличие подающихся математической интерпретации взаимосвязей и взаимозависимостей между анализируемыми политическими, урбанистическими, демографическими, технологическими и социоструктурными процессами. В статьях альманаха также уделено значительное внимание циклической компоненте исторической макродинамики. Наряду с этим представлены статьи, в которых изложено и развито теоретическое обоснование возможностей математического моделирования исторических процессов.

Книга рассчитана на исследователей разного профиля, а также на широкий круг читателей, интересующихся теоретической историей, новыми тенденциями в современной науке и проблемами интеграции естественных и социальных наук.

#### Ответственные редакторы:

доктор технических наук С. Ю. Малков,  
доктор философских наук Л. Е. Гринин,  
доктор исторических наук А. В. Коротаев

#### Рецензент:

доктор технических наук, профессор В. Л. Лукин

Издание осуществлено с готового оригинал-макета.

Издательство «КомКнига». 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, 9.  
Формат 60x90/16. Печ. л. 11,5. Зак. № 757.

Отпечатано в ООО «ЛЕНАНД». 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, д. ПА, стр. 11.

13-значный ISBN, вводимый с 2007 г.:

ISBN 978-5-484-00978-7

Соотв. 10-значный ISBN, применяемый до 2007 г.:

ISBN S-484-00978-2

© Коллектив авторов, 2007

© КомКнига, 2007

## Оглавление

<b>Введение.</b> Макроисторическая динамика общества и государства . . . . .	<b>4</b>
<i>Г. Г. Малинецкий</i> Теоретическая история и математика . . . . .	<b>7</b>
<i>А. В. Коротаев</i> Макродинамика урбанизации Мир-Системы: количественный анализ . . . . .	<b>21</b>
<i>Н. Н. Крадин</i> Предварительные результаты изучения урбанизационной динамики на территории Монголии в древности и средневековье . . . . .	<b>40</b>
<i>Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев</i> Политическое развитие Мир-Системы: формальный и количественный анализ . . . . .	<b>49</b>
<i>А. В. Коротаев, Л. Е. Гринин</i> Урбанизация и политическое развитие Мир-Системы: сравнительный количественный анализ . . . . .	<b>102</b>
<i>С. Ю. Малков</i> Логика эволюции политической организации государств . . . . .	<b>142</b>
<i>С. А. Нефедов, П. В. Турчин</i> Опыт моделирования демографически-структурных циклов . . . . .	<b>153</b>
<i>А. С. Малков, Г. Г. Малинецкий, Д. С. Чернавский</i> Система пространственных динамических моделей аграрных обществ . . . . .	<b>168</b>
<b>Сведения об авторах</b> . . . . .	<b>182</b>

**Введение.**  
**Макроисторическая динамика**  
**общества и государства**  
**(от редакционного совета)**

Данный альманах является второй монографией в серии, открытой альманахом *История и Математика: проблемы периодизации исторических макропроцессов* (Гринин, Коротаев, Малков 2006). Серия освещает различные аспекты применения математических методов в исторических и обществоведческих исследованиях. Основное тематическое направление данного альманаха - использование математических методов при исследовании макроисторических процессов, характерные времена которых исчисляются столетиями. На таких временах проявляются глубинные закономерности исторической динамики, очищенные от поверхностной ряби текущих событий в политической и экономической жизни общества. «В сравнении с этими фундаментальными реальностями все (или почти все) может показаться второстепенным», - считал выдающийся французский историк Фернан Бродель (1986: 41). Математические методы позволяют, как выявить эти закономерности, так и описать их логику.

Альманах представляет собой комплексное исследование ряда важнейших макроисторических процессов, с использованием разнообразных аналитических и формально-математических методов. В частности показаны линии политических изменений от самых примитивных государств до развитых и зрелых; линия урбанистических процессов от зарождения первых небольших городов до появления крупных, а затем сверхкрупных городов; анализируются также важнейшие демографические, технологические и социальные изменения. В результате, статьи, представленные в альманахе, убедительно показывают, что в долгосрочном глобальном развитии можно выделить определенную систему аттракторов и фазовых переходов; они также демонстрируют наличие подпадающих математической интерпретации взаимосвязей и взаимозависимостей между анализируемыми политическими, урбанистическими, демографическими, технологическими и социоструктурными процессами. В статьях альманаха также уделено значительное внимание циклической компоненте исторической макродинамики. Наряду с этим представлены статьи, в которых изложено и развито теоретическое обоснование возможностей математического моделирования исторических процессов.

Г. Г. Малинецкий в вводной статье «Теоретическая история и математика» анализирует проблемы, возникающие на пути создания математических моделей исторических процессов, обосновывает необходимость использования междисциплинарного подхода, говорит об актуальности данного научного направления, об имеющихся достижениях.

А. В. Коротаев в статье «Макродинамика урбанизации Мир-Системы: количественный анализ» на основании математической обработки исторических данных демонстрирует неравномерность развития процесса урбанизации, являющегося важным индикатором политического и экономического развития Мир-Системы. Выявляемая данной математической обработкой ярко выраженная смена периодов флуктуации в зонах притяжения аттракторов и относительно резких фазовых переходов позволяет предложить новые принципы периодизации макросоциальной эволюции.

В статье Н. Н. Крадина «Предварительные результаты изучения урбанизационной динамики на территории Монголии в древности и средневековье» городская динамика рассматривается на конкретном материале одной из важнейших областей Евразии, сыгравшей исключительно значимую роль в эволюции Мир-Системы в первой половине II тыс. н.э.

В статье «Политическое развитие Мир-Системы: формальный и количественный анализ» Л. Е. Гринин и А. В. Коротаев проводят анализ изменений в развитии политических структур от самых примитивных государств (и их аналогов) до развитых и зрелых государств. Предлагаются критерии различия последовательных стадий политического развития Мир-Системы, обосновывается логика перехода количественных изменений в качественные.

А. В. Коротаев и Л. Е. Гринин в статье «Урбанизация и политическое развитие Мир-Системы: сравнительный количественный анализ» устанавливают тесную связь между эволюцией политических структур и процессами урбанизации. Это исследование подтверждает, что в долгосрочном глобальном развитии можно выделить определенную систему аттракторов и фазовых переходов, а также показывает наличие подпадающей математической интерпретации взаимосвязи и взаимозависимости анализируемых процессов: политических, урбанистических, демографических, технологических и социоструктурных.

В статье «Логика эволюции политической организации государств» С. Ю. Малков с помощью математического моделирования исследует логику выявленной системы аттракторов и фазовых переходов в политической динамике Мир-Системы. Предложена математическая модель, описывающая процессы социальной самоорганизации и показывающая, что стабильность традиционных обществ существенно зависела от степени их централизации и способности аккумулировать налоговые ресурсы (к сходным результатам в своей статье приходят и С. А. Нефедов и П. В. Турчин). Модель позволяет объяснить чередование периодов флук-

туаций Мир-Системы в зонах притяжения аттракторов с периодами ее бурного развития в процессе фазовых переходов.

С. А. Нефедов и П. В. Турчин в статье «Опыт моделирования демографически-структурных циклов» на основе математического моделирования анализируют политико-демографические циклы, составляющие важнейшую компоненту долгосрочной исторической динамики. Показана логика их возникновения и протекания, рассмотрены факторы, влияющие на их интенсивность. Проведенный численный анализ показателей исторической динамики на основе предложенной математической модели подтверждает, что стабильность традиционных обществ зависела от степени их централизации и способности аккумулировать налоговые ресурсы.

В статье «Система пространственных динамических моделей аграрных обществ» А. С. Малков, Г. Г. Малинецкий и Д. С. Чернавский рассматривают методы моделирования пространственной исторической динамики на примере аграрных обществ. Основное внимание уделяется демографическим и экономическим процессам. Предложены методы моделирования этнических процессов в средневековой Европе и формирования трансграничных торговых путей (на примере Великого шелкового пути).

Исследования макроисторических динамических процессов с использованием формально-математических методов, которые представлены в настоящем сборнике, убедительно доказывают правомерность и обоснованность выявления и изучения устойчивых тенденций и закономерностей с использованием математических методов. Это указывает на перспективность использования методов математического моделирования в исследовании макросоциальной эволюции и, в целом, исторической динамики.

Данный выпуск альманаха подготовлен на основе переработанных текстов докладов, представленных для презентации на первой Международной конференции «История и математика» (Москва, Российский государственный гуманитарный университет, 20-22 декабря 2006 г.).

Авторы выражают признательность Российскому фонду фундаментальных исследований (проекты №04-06-80225 и №06-06-80459) и Фонду содействия отечественной науке за поддержку проводимых исследований, некоторые результаты которых публикуются в данном альманахе.

### Библиография

- Бродель, Ф. 1986. *Структуры повседневности: Возможное и невозможное*. Т. 1. М.: Прогресс.
- Гринив, Л. Е., А. В. Коротаев и С. Ю. Малков. 2006. (Ред.). *История и Математика: проблемы периодизации исторических макропроцессов*. М.: УРСС.

## Теоретическая история и математика

Г. Г. Малинецкий

Чем глубже вы заглядываете в прошлое, тем дольше в будущее вам удастся заглянуть.

У. Черчилль

*Математическая история* — новая область междисциплинарных исследований рождается у нас на глазах. Двадцатый век, вероятно, войдет в историю как «золотой век» в развитии научного знания. С одной стороны, от того, что делалось в лабораториях, на экспериментальных стендах, в тиши кабинетов ученых, зависели судьбы мира. С другой стороны, во второй половине XX века научные сверхдержавы - СССР и США - могли вести исследования по всему фронту, ученые занимались всем «до чего могли дотянуться». В историю вошла крылатая фраза академика Л. А. Арцимовича про то, что наука есть удовлетворение собственного любопытства за государственный счет.

Но эти времена прошли. В самом деле, сверхзадачами всей науки были прежде всего «проблема щита и меча» и разработка технологий для создания все новых и новых товаров и услуг. Однако оборонные комплексы ряда стран первую задачу уже решили с большим избытком - человечество может быть уничтожено многократно и различными способами. Для дальнейшего движения во втором направлении на Земле маловато ресурсов. И, вероятно, следующим поколениям придется в основном учиться делать то же самое, что и сейчас, только чище и дешевле, и от многого, существующего ныне, возможно, придется отказываться.

Кроме того наука стала гигантской индустрией, поэтому ни у одной страны нет возможности поддерживать все, что предлагают ученые. Поэтому вновь возникает необходимость выделять новые научные приоритеты в новой реальности, новые сверхзадачи для фундаментальной науки.

Судя по всему, таких сверхзадач будет три<sup>1</sup>.

Первая - *теория безопасности и управления рисками бедствий, кризисов и катастроф* в природной, техногенной и социальной сферах. Человечество стало настолько могущественным, что в XXI веке, чтобы этот век не стал последним, ему придется быть очень осмотрительным. И здесь очень многое зависит от результатов ученых.

<sup>1</sup> Этот взгляд высказывался в книге С. П. Капицы, С. П. Курдюмова и Г. Г. Малинецкого *Синергетика и прогнозы будущего* (2003) и в статье Г. Г. Малинецкого «Начало конца или конец начала» (2004).

Вторая - *нейронаука* или, более широко, *проблема человека*. Человек, его мозг, его организм, его способности остаются одной из самых волнующих загадок. Именно с человеком, с раскрытием его способностей, с пониманием его сущности связаны и самые большие угрозы, и самые большие надежды.

Третья - *теоретическая история*. Многие решения, принимаемые сейчас, меняют не только политические, экономические, технологические траектории стран, регионов, цивилизации в целом. Они необратимо меняют историческую траекторию, возможное будущее человечества. Поэтому возникает проблема не просто стратегического, а *исторического прогноза*. «Управлять - значит предвидеть», - утверждал Блез Паскаль. Поэтому, чтобы ответственно подходить к проблемам управления, надо представлять, между чем реально нам приходится делать выбор. Проблема была бы не так актуальна, если бы выбор делался между «хорошим» и «очень хорошим». Но, судя по всему, многим странам и всему человечеству придется выбирать между «плохим» и «очень плохим».

Мы не можем ни как Россия, ни как человечество учиться методом проб и ошибок. Для этого уже нет ни времени, ни ресурсов. Однако это означает, что в сферу науки должен войти исторический прогноз. Войти как одна из важнейших задач.

О глубине происходящих перемен можно судить по одному из центральных событий во всей истории человечества — *глобальному демографическому переходу*. Монах и экономист Мальтус считал, что человечество растет в геометрической прогрессии (по экспоненциальному закону, когда за одинаковое время численность увеличивается в одинаковое число раз). Данные палеодемографов показывают, что он был не прав. В течение всей истории человечества скорость роста его численности на Земле была пропорциональна квадрату числа людей. Это приводит совсем к другому режиму - *режиму с обострением*, когда изучаемая величина неограниченно возрастает за ограниченное время<sup>2</sup>.

В ходе *глобального демографического перехода*, который проходит сейчас в течение десятилетий, резко уменьшается прирост населения Земли. Модели, которые строятся в настоящее время, предсказывают стабилизацию числа людей на Земле к середине XXI века на уровне 9–12 млрд. человек<sup>3</sup>. Но представим себе, что из года в год, из десятилетия в

<sup>2</sup> Теория таких режимов, получившая мировое признание, была построена в научной школе чл.-корр. РАН С. П. Курдюмова (см. Малинецкий 1998).

<sup>3</sup> Существует несколько теорий, по-разному объясняющих механизмы и причины демографического перехода. В наиболее известной, построенной С.П. Капицей (1999), исходят из *демографического императива*, считая, что биологические особенности человека ставят предел дальнейшему росту человечества. В другой за основу берется *технологический императив* и изменение закона роста связывают с насыщением жизнеобеспечивающих технологий, с тем, что дальнейший прогресс не позволяет существенно уменьшить смертность и увеличить продолжительность жизни (Подлазов 2002). Наконец, появились модели и теории, исходящие из *культурного императива* (Коротаев, Малков, Халтурина 2005). В

десятилетие, из века в век в одном городе, в одной стране, в одном регионе живет одно и то же число людей. Чтобы это стало возможным, нужны совершенно другие технологии, другая культура, другая мораль. И науке и человечеству брошен вызов, равно которому в истории не было.

Если раньше люди говорили о новой и новейшей истории, то сейчас мы подошли к порогу *сверхновой истории* или *постыстории*.<sup>4</sup>

И на этом крутом повороте было бы крайне важно, чтобы история превратилась из описательной науки в область знания, обладающую предсказательной силой, способной давать исторический прогноз. «Предупрежден - следовательно вооружен», - гласит крылатый афоризм. Было бы очень важно, чтобы ученые, развивая теоретическую историю, смогли вооружить человечество.

Глобальный демографический переход и начало постыстории многое меняют. В самом деле, и либерализм, и марксизм в его классической версии исходили из представлений о неограниченных перспективах технического прогресса, неисчерпаемости ресурсов, которые можно было бы ввести в хозяйственный оборот, о беспредельных возможностях науки. И это было естественной экстраполяцией тенденций XIX века. «Технологический оптимизм» породил оптимизм исторический, мечты о светлом будущем, о мире материального изобилия, забывшем о войнах. В марксистской традиции это был коммунизм, в либеральном подходе идилия «конца истории», нарисованная Френсисом Фукуямой.

Однако, оглядываясь на XX век, можно сказать, что наука не оправдала радужных надежд. Она не смогла дать человечеству в достатке дешевой и чистой энергии, не смогла накормить голодных (как известно, в мире более миллиарда человек живут менее чем на доллар в день и примерно столько же - на сумму от 1 до 2 долларов). Но главное - она не смогла воплотить новых моделей жизнеустройства и социального управления. Мир осознал наличие глобальных - общих для всех проблем. В соответствии с выводами комиссии ООН, возглавлявшейся Гру Харлем Брундтланд, основным источником и следствием почти всех глобальных проблем является острое и растущее региональное, социальное, материальное и прочее неравенство.

Другими словами, в XXI мы можем оказаться в том времени, которое «уже проходили», в ситуации дефицита ограниченного ресурса. На новом уровне, с глобальными телекоммуникациями, ядерным оружием, другими чудесами и военной техникой могут повториться вечные исторические сюжеты. Это противостояние богатых и бедных (цивилизаций, регионов,

этом подходе считается, что культурные факторы так же существенны, как уровень технологий. Однако, несмотря на различия, все эти теории предсказывают стабилизацию численности населения Земли — наступление новой исторической эпохи (см. также: Гринин, Коротаев, Малков 2006).

<sup>4</sup> См. статьи Л. Е. Гринина и А. В. Коротаева на страницах данного альманаха (с. 21-39, 49-141), подготовленные с учетом данных Н. Н. Крадина (с. 40-48).

стран, классов), дальнейший рост, развитие и кризис бюрократических систем, делящих ресурс, борьба за передел сфер влияния (но уже не только в географическом, но и в информационном пространстве, в пространстве смыслов и ценностей), религиозная нетерпимость. И тут есть прямой смысл оглянуться назад, понять — а следовательно и смоделировать — историю.

Выдающийся историк XX века Арнольд Тойнби полагал, что во всемирной истории действовала 21 цивилизация. Многие успешно развились и прошли свой жизненный цикл, чтобы уступить свое место более молодым, сильным и успешным сообществам. Но многие оказались «остановлены» в силу внешних или внутренних причин. Ну а теперь представим, что успешно прошел процесс глобализации и мы живем как единая цивилизация. Но ведь тогда нас не устроят оба выделенные Тойнби варианта! Разумеется, мы не хотим быть «остановлены» ни природными факторами, ни разрушительной мощью собственных технологий, ни социальными катастрофами. Но и «завершив свой жизненный цикл» нам бы тоже не хотелось! Поэтому теоретическая история и проектирование будущего приобретают особый смысл в нашей реальности.

### Традиции и новации

Предмет истории - то в прошедшем, что не проходит, как наследство, урок, неоконченный процесс, как вечный закон.

*В.О. Ключевский*

Альберт Эйнштейн в одной фразе выразил идеал современной фундаментальной науки, заявив, что мы ничего не хотим знать, но все хотим понимать. Наверно, это относится ко всем областям науки. Начиная с Геродота, Фукидида, Плутарха, Светония, историки стремились увидеть смысл, извлечь мораль, сформулировать явно или неявно уроки для правителей и подданных. И это размышление, описание многочисленных фактов имело большой смысл - оно расширяло представление людей о доступных их пониманию интервалах времени и пространства.

Однако в середине XIX века количество перешло в качество. Пришло время обобщающих исторических (а не только экономических и социологических концепций).

Одним из самых выдающихся обобщений стал, выдвинутый Карлом Марксом и Фридрихом Энгельсом формальный подход, и построенный на этой основе исторический материализм. Ресурсы, экономика первичны. Они определяют производственные отношения, а те идеологию, культуру, мораль.

С другой стороны, к одной из наиболее глубоких и удачных концепций следует отнести цивилизационный подход, развитый выдающимся историком Арнольдом Тойнби (1991). Рассматривая цивилизации, суще-

ствующие и развивающиеся в историческом времени, Тойнби выделил фазы их развития и увидел поразительные аналогии. Аналогии в событиях, в проблемах, с которыми сталкивались разные общества, в способах их решения, в судьбах элит и отдельных людей.

Говоря математическим языком, исторический материализм определяет тренд, общую тенденцию. И, судя по огромному историческому материалу и многим социальным экспериментам XX века, определяет весьма точно. Но от общих тенденций хочется продвигаться дальше, к более глубокому пониманию, к конкретике и меньшим пространственным и временным масштабам.

В замечательной работе Арнольда Тойнби «Если бы Филипп и Артаксеркс уцелели» был поставлен вопрос об *альтернативности исторического развития*.

Галилей считал, что книга природы написана языком математики. Но, вероятно, не меньшую роль числа, уравнения, модели играют и в понимании динамики общества, исторических закономерностей. Без преувеличения можно сказать, что родоначальником количественной истории (*клиометрии*, как ее все чаще называют в честь музы истории Клио) стал выдающийся французский исследователь Фернан Бродель. Символично название одной из его книг, посвященной истории Средневековья - «*Структуры повседневности*» (Бродель 1986). В этой работе задаются простые вопросы о людях: сколько их было, что они ели, куда ездили. И *количественные* ответы на эти вопросы позволяют взглянуть на историю в другом свете. Оказывается, одни войны были проиграны не из-за бездарности полководцев: а просто потому, что на них не было денег. Другие величественные планы рухнули потому, что для их воплощения просто не хватало людей. Количественная история оказалась захватывающе интересным предметом!

Классик толковал, что мы можем продвинуться вперед и достичь вершин, потому что стоим на плечах гигантов.

Отвлечемся от того, кем и по какому поводу была сказана эта фраза. Будучи высказанными, эти слова начали жить собственной жизнью. Прежде всего потому, что они отражают существо научного познания. Поэтому, что следующее поколение исследователей наследует у предшественников идеи, понятия, язык, нерешенные проблемы, образцы жизни в науке.

И теоретическая история - третий, естественный этап в обобщении исторического материала, в установлении закономерностей - стала возможной, потому что состоялась предшествующие два. Первый - накопление и систематизация фактов. Второй - формулировка обобщений и начало количественного анализа.

Ну а третий? Его суть выросла из настоятельной общественной потребности представить свое будущее. Сегодня, чтобы разумно действовать, начиная программы вооружений, надо заглядывать по крайней мере на 30 лет вперед, достаточно ясно представляя армии того времени и за-

дачи, которые они должны быть в состоянии решать. Чтобы ответственно относиться к созданию атомных электростанций или к строительству плотин надо оперировать уже полувековым временным масштабом. В речах политиков, в суждениях ученых все чаще звучит термин «необратимость», то есть невозможность вернуться назад после того, как шаг будет сделан, «точка возврата» пройдена.

Поэтому жизненной необходимостью становится долговременный стратегический прогноз. Но для такого прогноза нужна серьезная научная основа. Этой-то основой должна стать теоретическая история, с ее концепциями, понятиями, математическими моделями.

Пожалуй, одна из первых попыток продвинуться в этом направлении была сделана более 30 лет назад по инициативе академика Н. Н. Моисеева. Вместе с коллегами с исторического факультета МГУ была построена нормативная (скорее балансовая, а не динамическая) модель Пелопонесских войн. Эта модель показала, каковы истинные экономические причины неудачи амбициозного проекта. На основе моделирования удалось, по косвенным данным, восстановить множество любопытных исторических деталей. Например, выяснить, сколько вина в среднем ежегодно выпивал раб в те времена. Другая замечательная модель была связана с имитационным моделированием Карибского кризиса (Моисеев 1979).

Эта работа, безусловно, опередила свое время. Она не была понята и принята историческим сообществом, увидевшим в ней не новые возможности, а покушение на свои профессиональные святыни.

Следующей вехой стала серия семинаров в Институте прикладной математики РАН, посвященная этой проблематике, и написанная на этой основе книга *Синергетика и прогнозы будущего*, выдержавшая к настоящему времени 5 изданий в России и США. В ней уже звучали слова о теоретической истории как основе для стратегического прогноза. В ней также подробно рассматривалась одна из моделей теоретической истории - модель глобального демографического перехода, построенная С. П. Капицей. Именно на фоне этого перехода, резкого уменьшения доли населения развитых стран по сравнению с развивающимися будут развиваться основные исторические события XXI века. Однако, как уже говорилось, основа любой науки - простые, наглядные модели, результаты исследования которых легко сравнивать с экспериментом, с наблюдениями.

И еще хочется обратить внимание на две важные детали. В науке очень большую роль играет традиция. Гейзенберг считал предтечей квантовых представлений и полевых теорий Платона. Великий греческий философ считал сущее несовершенным отражением мира идей и идеальных форм. И подобно этому свойства веществ определяются формой - функцией, которые являются решения уравнения Шредингера.

Во множестве книг по статистической физике в качестве основоположников атомизма и статистического взгляда на природу упоминается Демокрит и Лукреций. Мой учитель Сергей Павлович Курдюмов не раз

говорил, что на создание теории режимов с обострением, на построение и исследование модели тепловых структур его вдохновляла прошедшая через века и запомнившаяся со школьных лет фраза Гераклита. Фраза о том, что вселенная - это огонь, по своим законам вспыхивающий и угасающий.

Такой символ, идущий из глубины веков имеется и у теоретической истории. Это арабский мыслитель XIV века Ибн Халдун (см., например: Бадаева 1965; Игнатенко 1980; Алексеев, Халтурина 2004; Турчин 2007; Turchin 2003). На доступном ему материале он изучал процессы возвышения и упадка государств. В качестве одного из ключевых факторов он выделяет *асабиййу* - способность к коллективным действиям. По его мысли именно эта способность — основа государства.

Ибн Халдун исследует динамику *асабиййи*, механизмы роста и уменьшения *асабиййи*. Например, стремление к роскоши порождает конкуренцию внутри элиты, которая ведет к внутреннему конфликту («верхи не могут»). Глядя на становление и развитие династий Халдун формулирует «закон четырех поколений» - характерное время от становления до падения правящего дома. Другая выделенная им связь процветание — \*рост населения—> рост эксплуатации —> снижение *асабиййи* общества в целом—> крах.

Взгляды Ибн Халдуна оказались на удивление современны и междисциплинарны. И дело не только в крахе колониальных империй в XX веке и в крупнейшей геополитической катастрофе века - разрушении Советского Союза. Дело в том, что для общественных наук прошлого столетия был характерен экономический крен - производство, распределение, игры обмена. Однако происходящие на наш взгляд события, показывающие, что *асабиййа*, тот самый неуловимый «моральный дух», является важной и зримой материальной силой, заставляют искать более междисциплинарные и «уравновешенные теории».

### Междисциплинарность как точка опоры

Конечно, поиском фактов ради самих фактов можно заниматься сколь угодно долго. Однако рано или поздно ум человека, вооруженный обилием данных, неизбежно придет к заключению, что все это множество фактов необходимо некоторым образом упорядочить. Приходит черед синтеза и интерпретации накопленного.

*А. Тойнби*

Создание теоретической истории является междисциплинарным проектом. Это означает, что оно должно опираться на результаты, подходы и модели нескольких научных дисциплин. Оно должно использовать как традиционные для гуманитарного исследования инструменты, так и формализованные математические модели. Кроме того, очень желательна фи-

лософская рефлексия, чтобы соблюсти гармонию между первым и вторым.

Но, может быть, стоит пойти более простым, традиционным путем. Гипотеза исследования, затем раскопки или поиски в архивах, статьи, монографии, заслуженное признание... Примерно такие слова приходится регулярно слышать от многих историков, которые с недоверием и опаской относятся к количественному анализу или, тем более, к моделированию в своей науке.

Наполеон утверждал, что опираться можно только на то, что оказывает сопротивление. История, понимаемая, как «наука о мнениях» или даже как «наука о фактах» сопротивления не оказывает. Она допускает произвольное препарирование, многократное переписывание, «подсезонивание» и аранжировку различных событий прошлого «на злобу дня».

Стратегическое планирование, проектирование будущего должно опираться на конкретный формализованный исторический прогноз. Такой прогноз требует теоретической основы описания исторических процессов и соответствующих математических моделей. И то, и другое составляет содержание теоретической истории.

На описательной стадии развития науки исключительно важными представляются все детали (потому что на этом этапе еще не понятно, что же окажется главным). В ботанике это число пестиков и тычинок, в истории - генеалогия, хронология и хитросплетение дворцовых интриг. Известна классическая фраза Канта о том, что в каждой области исследований столько науки, сколько в ней математики. Однако не менее, а может быть, и намного более важным для любой науки является отделение ключевых факторов от второстепенных.

Вспомним Ньютона и Декарта. Оба - основоположники многих разделов современной математики, мыслители и философы. Однако Декарт считал, что мир очень сложен, что ничем пренебречь нельзя и что планеты, движущуюся вокруг Солнца подталкивают два следующих за ней вихря. Ньютон же верил в простоту, искал небольшое число ключевых измеряемых факторов (массы, скорости, расстояния). Именно эта надежда на простоту законов природы, стремление выразить предполагаемые взаимосвязи в математическом виде и найти эксперименты, позволяющие подтвердить или опровергнуть предложенную гипотезу, и позволила Ньютону создать *динамику* - основу физической парадигмы и научной картины мира.

Судя по всему, похожий путь предстоит пройти и многим другим наукам, в том числе и истории. Но каковы же эти параметры, взаимосвязи между которыми определяют историческую динамику? Коротко говоря, они «проходят по разным ведомствам» — одни связаны с демографией, другие с экономикой, с тем прибавочным продуктом, которое общество в состоянии получать от своей хозяйственной деятельности. Третьи, скорее, относятся к социологии, к доле богатства, присвоенного элитой, к стои-

мости и эффективности государственного аппарата. Четвертые - к социальной технологии.

И тут на помощь приходит *междисциплинарность*. Готовность искать взаимосвязь между переменными из разных сфер и находить образцы, своеобразные «заготовки», хорошо сработавшие в других областях.

Без преувеличения можно сказать, что становой хребет любой науки, ее скелет - это основные понятия и простейшие модели. В самом деле, вспомним школьную физику — маятники, наклонные плоскости, реостаты, линзы. В химии — простейшие кислоты, основания, соли, весы, спиртовки, лакмус. Наверно, мечта людей, которые занимаются моделированием исторических процессов, является такая же ситуация в истории. Как знать, может быть не так много времени осталось до того, как и студентам-историкам, и студентам-математикам будет читаться курс «математической истории».

Что же дает надежду на это? Прежде всего опыт развития междисциплинарных исследований в XX веке. В прошлом веке несколько различных областей исследований пережили «колебательную революцию». Прежде всего это радиотехника и электроника. Оказалось, что множество сложных инженерных проблем, связанных с приемом, генерацией и преобразованием электромагнитных волн, становится намного проще, если взглянуть на них с более общей математической точки зрения. Оказалось, что усилия инженеров во многом направлены на синтез с помощью ламп, емкостей, индуктивностей и сопротивлений динамических систем; аттракторами являются предельные циклы. Этот объект был открыт и довольно хорошо исследован математиками уже к началу XX века, но открытие того, что радиоинженеры «говорят прозой» - ищут именно такие объекты - дало огромный импульс и физике, и электронике, и самой математике, а также многим другим областям исследований. При этом математическими моделями, позволяющими объяснить и описать большинство интересующих процессов оказались системы двух нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений. В СССР основоположниками теории колебаний (прежде всего физических систем) были Л. И. Мандельштам (1972), А. А. Андронов, А. А. Витт и С. Э. Хайкин (1959). В других странах в корифеях могут числить других ученых. Но наука каждой страны, самостоятельно создавшей свою радиоэлектронику, непременно проходила через этот «колебательный период».<sup>5</sup>

Одним из самых выдающихся экспериментов XX века считается открытие колебательной реакции Белоусова-Жаботинского. В видимом противоречии с «термодинамической интуицией» после того как два вещества сливались в пробирку, получившийся раствор начинал периодически и

<sup>5</sup> Об этом героическом периоде прекрасно рассказано в книгах представителей Саратовской научной школы в области синергетики и теории колебаний (Трубецков 2003, 2004; Безручко и др. 2005).



в течение весьма долгого времени менять цвет. И вновь оказалось, что мы имеем дело с уже хорошо знакомыми предельными циклами и двумя обыкновенными дифференциальными уравнениями. И здесь тоже произошла «колебательная революция»<sup>6</sup>. И хотя она произошла гораздо быстрее, но и здесь изменение взгляда на предмет оказалось принципиальным. Историки науки, исследуя развитие химической кинетики, были поражены. Монография, посвященная колебательным процессам в химии, опубликованная в довоенные годы, имела библиографию почти из 1 000 работ. Но несмотря на это она осталась незамеченной и непонятой. Понимание, опирающееся на простые модели, радикально изменило картину.

Потом пришла колебательная революция в биофизике и экологии. Оказалось, что и тут периодические процессы, и соответствующие предельные циклы играют ключевую роль. Огромную роль в развитии и внедрении «колебательных идей» в биологию, физиологию, медицину сыграл сотрудник Физического института Академии наук, профессор МГУ им. М. В. Ломоносова Дмитрий Сергеевич Чернавский<sup>7</sup> и один из лидеров Пушинской научной школы Альберт Макарьевич Молчанов. И здесь тоже за многообразием и сложностью множества нелинейных явлений обнаружили простота и внутреннее единство.

Замечу, что во всех случаях признаком того, что «получилось», «сложилось», «удалось» оказывались не совместные семинары, сборники, конференции. Это процесс. Результат же - освоение общего языка. Причем радикальный сдвиг начинается, когда строить модели, проводить эксперименты, пересматривать прежние воззрения начинают представители конкретной предметной области - инженеры, химики, биологи.

Для истории периодические, циклические процессы очень естественны и органичны (см., например: Нефедов 2003; Коротаев, Комарова, Халтурина 2006; Турчин 2007, а также статью С. А. Нефедова и П. В. Турчина на страницах данного альманаха [с. 153-167]). В них возникает естественный временной масштаб - *период колебаний*. И простейшими математическими объектами, описывающими выход на установившийся периодический режим являются системы двух обыкновенных дифференциальных уравнений. И, конечно, имея в виду бритву Оккама, хочется на первых порах строить наиболее простые модели.

Но каковы же переменные в этих простейших моделях и соответствующие периоды циклических изменений? В одних случаях они кажутся почти очевидными. Например, в финансово-демографической модели это число людей и ресурсы, которые производит общество. В других это также население и политическая стабильность. Точность оценок первой переменной существенно возросла благодаря усилиям демографов в по-

следние десятилетия. Вторую переменную можно оценить по числу и интенсивности внутренних конфликтов.

Наконец, в других случаях в качестве динамических переменных выступают *геополитическая мощь* и исключительно важна переменная, о которой уже говорилось выше - *асабийя*. В соответствии с концепцией арабского мыслителя XIV века Ибн Халдуна, эта характеристика общества отражает «способность защитить себя, оказывать сопротивление и предъявить свои требования» (Turchin 2003; Турчин 2007). Геополитическую мощь для аграрных государств, которые рассматриваются в этом альманахе, можно связать с площадью, занимаемой государством. Способ измерить *асабийю* еще предстоит найти.

Характерные времена соответствующих циклических процессов составляют несколько сот лет. Но самое важное состоит в том, что сейчас результаты моделирования можно сравнить с имеющимися данными. На этой основе можно проверять и отбрасывать гипотезы так же, как это делается в физике, химии, биологии. Другими словами, по своей методологии, история может сейчас оказаться ближе к естественным наукам, чем когда либо раньше!

Идеи математического моделирования в истории уже с десятков лет развиваются в ассоциации «История и компьютер», а также на семинарах Леонида Иосифовича Бородинки на историческом факультете МГУ им. М. В. Ломоносова. В Вычислительном центре Академии наук более тридцати лет назад по инициативе академика Н.Н. Моисеева были начаты работы по исследованию исторических процессов на основе имитационного моделирования, теории исследования операций, своеобразных «командно-штабных» игр, позволяющих с помощью людей и компьютеров «проиграть» и лучше осмыслить различные исторические ситуации и соответствующие альтернативы. В настоящее время эти работы продолжены чл.-корр. РАН Ю. Н. Павловским, Н. В. Белотеловым и другими сотрудниками ВЦ им. А. А. Дородницына РАН (Павловский и др. 2005).

Исторические процессы на уровне макроэкономики и динамики экономико-социальной структуры общества анализируются в научной школе профессора Д. С. Чернавского, сложившейся в Физическом институте им. П. Н. Лебедева РАН.

В Институте прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, насколько я знаю, впервые в России по специальности «Теоретические основы математического моделирования, численные методы и комплексы программ» была защищена кандидатская диссертация по исторической тематике. Это работа А. С. Малкова по динамике аграрных обществ.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Его статья «Система пространственных динамических моделей аграрных обществ» (подготовленная им совместно с Д. С. Чернавским и автором этих строк) публикуется на страницах данного альманаха (с. 168-181).

<sup>6</sup> Об этом с современных позиций рассказывается в книге В. И. Быкова *Критические явления в химической кинетике* (2006).

<sup>7</sup> Он является одним из авторов статьи «Система пространственных динамических моделей аграрных обществ», публикуемой на страницах данного альманаха (с. 168-181).

А. В. Коротаев и Д. А. Халтурина активно занимаются математическим моделированием в истории и стремятся через эту призму взглянуть на проблемы сегодняшнего дня в Институте Африки РАН, в Российском государственном гуманитарном университете, в Российской академии государственной службы при Президенте РФ (Коротаев, Комарова, Халтурина 2006; Коротаев, Малков, Халтурина 2006).

Анализ исторических процессов дает и новый взгляд на проблемы стратегической стабильности. Это наглядно показывают работы Сергея Юрьевича Малкова (1998а, 1998б, 2004а, 2004б, 2004в) из 4-го Центрального института Министерства обороны РФ (см. также его статью на страницах данного альманаха [с. 142-152]).

Своеобразную «историческую социальную психологию», опирающуюся на математические модели, предсказывающие смены архетипов в общественном сознании, развил сотрудник Института философии РАН Владимира Григорьевич Буданов.

Однако речь идет не только о Москве. География значительно шире. По инициативе член-корр. РАН Дмитрия Ивановича Трубецкого - главы Саратовской синергетической школы - в Саратове несколько раз организовывались блестящие конференции, посвященные междисциплинарному анализу и математическому моделированию исторических процессов.

Своеобразный взгляд, связанный с *семиодинамикой* - теорией изменения знаковых систем и смыслов — развивал в Ленинграде, а ныне Санкт-Петербурге - профессор матмеха Рэм Георгиевич Баранцев с единомышленниками. Большую известность получили работы С. А. Нефедова из Екатеринбурга (1999, 2000, 2001, 2002а, 2002б, 2003, 2005).<sup>9</sup> Оригинальный взгляд на историю науки и культуры, связанный с теорией репликаторов, развивается в Томске на семинаре Б. П. Познера.

Большой интерес к использованию идей синергетики в социологии, футурологии, к моделированию исторических процессов проявляет один из патриархов синергетики Герман Хакен и другие немецкие исследователи.

Особого упоминания заслуживают исследования П. В. Турчина (Коннектикутский университет, США), вносящие фундаментальный вклад в развитие математического моделирования исторической динамики (Turchin 2003, 2005; Турчин 2007).<sup>10</sup>

С позиций теории сложности смотрят на историю коллеги из Института сложности в Санта-Фе и, в частности, лауреат Нобелевской премии Брайен Артур. Работы по футурологии, количественному анализу исторических процессов, исследованию альтернатив развития удавались

<sup>9</sup> См. также подготовленную им совместно с П. В. Турчиным статью «Опыт моделирования демографически-структурных циклов» на страницах данного альманаха (с. 153-167),

<sup>10</sup> См. также подготовленную им совместно с С. А. Нефедовым статью «Опыт моделирования демографически-структурных циклов» на страницах данного альманаха (с. 153-167).

Нобелевских премий. Мир очень широк! У нас очень много коллег и друзей в нем!

## Библиография

- Алексеев, И. Л., и Д. А. Халтурина. 2004.** Ибн Халдун и теория демографических циклов в современных социальных науках // *Школа молодого востоковеда - 2004* / Отв. ред. И. М. Стеблин-Каменский, И. М. Дьяков, А. А. Маслов, Х. Р. Усоян, с. 129-133. Санкт Петербург: СПбГУ.
- Андронов Л. А., А. А-Витт и С. Э. Хайкин. 1959.** *Теория колебаний.* М.: Государственное издательство физико-математической литературы.
- Башиева, С. М. 1965.** *Историко-социологический трактат Ибн Халдуна «Мукаддима».* М.: Наука.
- Безручко, Б. П., Л. А. Короновский, Д. И. Трубецкий, и А. Е. Храмов. 2005.** *Путь в синергетику. Экскурсы в десятилетиях.* М.: УРСС.
- Бьков, В. И. 2006.** *Критические явления в химической кинетике.* М., УРСС.
- Бродсь, Ф. 1986.** *Структуры повседневности: Возможное и невозможное.* Т. 1. М.: Прогресс.
- Гринин, Л. Е., А. В. Коротаев и С. Ю. Малков. 2006. (Ред.).** *История и Математика: проблемы периодизации исторических макрпроцессов.* М.: УРСС.
- Игнатенко, А. А. 1980.** *Ибн-Хальдун.* М.: Мысль.
- Капица, С. П. 1999.** *Сколько людей жило, живет и будет жить на Земле. Очерк теории роста человечества.* М.: Международная программа образования.
- Капица, С. П., С. П. Курдюмов и Г. Г. Малинецкий. 2003.** *Синергетика и прогнозы будущего.* 3-е издание. М.: УРСС.
- Коротаев, А. В., Л. Н. Комарова и Д. А. Халтурина. 2006.** *Законы истории. Вековые циклы и тысячелетние тренды. Демография. Экономика. Войны.* М.: УРСС.
- Коротаев, А. В., А. С. Малков и Д. А. Халтурина. 2005.** *Законы истории. Математическое моделирование исторических макрпроцессов. Демография, экономика, войны.* М.: УРСС.
- Коротаев, А. В., А. С. Малков и Д. А. Халтурина. 2006.** *Законы истории. Математическое моделирование развития Мир-Системы. Демография. Экономика. Культура.* М.: УРСС.
- Малинецкий, Г. Г. 1998. (Ред.).** *Режимы собстрением. Эволюция идеи: Законы коэволюции сложных структур.* М.: Наука.
- Малинецкий, Г. Г. 2004.** Начало конца или конец начала. *Компьютерра* 528: 20-26.
- Малков, С. Ю. 1998а.** Использование методов исследования устойчивости сложных систем для анализа условий стабильного развития стран европейского региона. *Стратегическая стабильность* (2): 81-92.
- Малков, С. Ю. 1998б.** Политика с точки зрения синергетики. *Стратегическая стабильность* (3): 90-99.
- Малков, С. Ю. 2004а.** Дилемма «Запад - Восток»: закономерности различий. *Стратегическая стабильность* (3): 9-18.
- Малков, С. Ю. 2004б.** Математическое моделирование исторической динамики: подходы и модели. *Моделирование социально-политической и экономической динамики* I Ред. М. Г. Дмитриев, с. 76-188. М.: РГСУ.

- Манков, С. Ю. 2004в. Этические системы: история и российская действительность. *Рефлексивные процессы и управление* 4(1): 48-61.
- Мандельштам, Л. И. 1972. *Лекции по теории колебаний*. М.: Наука.
- Моисеев, Н. Н. 1979. *Математика ставит эксперимент*. М.: Наука.
- Нефедов, С. А. 1999. *Метод демографических циклов в изучении социально-экономической истории допромышленного общества*. Автореферат диссертации... кандидата ист. наук. Екатеринбург: Уральский государственный университет.
- Нефедов, С. А. 2000. О законах истории и математических моделях. *Известия Уральского государственного университета* 15: 15-23.
- Нефедов, С. А. 2001. Метод демографических циклов. *Уральский исторический вестник* 7: 93-107.
- Нефедов, С. А. 2002а. Опыт моделирования демографического цикла. *Информационный бюллетень ассоциации «История и компьютер»* 29: 131-142.
- Нефедов, С. А. 2002б. О теории демографических циклов. *Экономическая история* 8: 116-121.
- Нефедов, С. А. 2003. Теория демографических циклов и социальная эволюция древних и средневековых обществ Востока. *Восток* (3): 5-22.
- Нефедов, С. А. 2005. *Демографически-структурный анализ социально-экономической истории России. Конец XV - начало XX века*. Екатеринбург: Издательство УГТУ.
- Павловский, Ю. Н., Н. В. Белотелое, Ю. И. Бродский в Н. Н. Оленев. 2005. *Опыт имитационного моделирования при анализе социально-экономических явлений*. М.: МЗПресс.
- Подлазов, А. В. 2002. Теоретическая демография. Модели роста народонаселения и глобального демографического перехода. *Новое в синергетике. Взгляд в третье тысячелетие!* Ред. Г. Г. Малинецкий, С. П. Курдюмов, с. 324-345. М.: Наука.
- Тойнби, А. Дне 1991. *Постижение истории*. М.: Прогресс.
- Трубецков, Д. И. 2003. *Введение в синергетику. Колебания и волны / Синергетика: от прошлого к будущему*. 2-е изд. - М.: УРСС.
- Трубецков, Д. И. 2004. *Введение в синергетику. Хаос и структуры. Синергетика: от прошлого к будущему*. 2-е изд. М.: УРСС.
- Турчин, П. В. 2007. *Историческая динамика. Нанутик теоретической истории*. М.: УРСС (в печати).
- Turchin, P. 2003. *Historical Dynamics: Why States Rise and Fall*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Turchin, P. 2005. *War and Peace and War: Life Cycles of Imperial Nations*. New York, NY: Pi Press.

## Макродинамика урбанизации Мир-Системы: количественный анализ<sup>1</sup>

А. В. Коротаев

Оценки динамики роста численности городского населения Мир-Системы<sup>2</sup> до 1990 г. могут быть графически представлены следующим образом (см. рис. 1):

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект № 06-06-80459а) и Фонда содействия отечественной науке.

<sup>2</sup> Речь здесь идет о системе, зародившейся в начале голоцена на Ближнем Востоке в непосредственной связи с начавшейся там аграрной («неолитической») революцией и постепенно охватившей собой весь мир. Вслед за А. Г. Франком (Frank 1990, 1993; Frank and Gills 1993) мы называем эту систему Мир-Системой. Отметим, что, как было показано нами ранее (Коротаев, Малков, Халтурина 2005а, 2005б, 2006), именно с развитием Мир-Системы связано наличие гиперболического тренда роста народонаселения мира. Наличие гиперболического тренда свидетельствует о том, что большая часть соответствующей общности (а в последнем случае, напомним, речь идет о народонаселении мира) имела определенное системное единство, и нам представляется, что в нашем распоряжении имеется достаточно данных для того, чтобы утверждать, что подобное системное единство действительно в рассматриваемую эпоху реально наблюдалось. Действительно, в нашем распоряжении имеется достаточно данных о систематическом распространении важнейших инноваций (доместичированных злаков, крупного и мелкого рогатого скота, лошади, плуга, колеса, металлургии меди, бронзы, а в дальнейшем и железа, и т. д.) с Ближнего Востока по всей североафриканско-евразийской ойкумене, начавшемся за много тысяч лет до н. э. (см., например: Чубаров 1991). В результате данных процессов эволюция обществ данного макрорегиона уже в это время не может рассматриваться как полностью независимая. Здесь представляется необходимым и следующий комментарий. Конечно, у нас не было бы оснований говорить о Мир-Системе, простирающейся от Атлантики до Тихого океана, даже для начала I тыс. н. э., если бы мы применяли критерий «массовых товаров» ("bulk-good" criterion), предложенный И. Валлерстайном (WaUerstein 1974, 1987, 2004), потому что в это время какое-либо движение массовых товаров, скажем, между Китаем и Европой полностью отсутствовало (и мы ни имеем никаких оснований не согласиться с И. Валлерстайном в его классификации попадавшего в данное время в Европу китайского шелка как предмета роскоши, но никак не массового товара). Однако Мир-Система I века н. э. (и даже X-I тыс. до н. э.) может вполне быть классифицирована именно как Мир-Система, если мы применим здесь более мягкий критерий «информационной сети», предложенный К. Чейз-Данном и Т. Д. Холлом (Chase-Dunn and Hall 1997; см. также, например: Четкое 1999). Подчеркнем, что, как было показано нами ранее (Коротаев, Малков, Халтурина 2005а, 2005б), наличие информационной сети, охватывающей всю Мир-Систему, является совершенно достаточным условием, которое делает возможным рассматривать всю Мир-Систему как единое развивающееся целое. Да, в I тыс. до н. э. какие-либо массивные товаропотоки между Тихоокеанским и Атлантическим побережьями Евразия были принципиально невозможны. Однако Мир-Система достигла к этому времени такого уровня интеграции, который уже делал возможным распространение по всей Мир-Системе принципиально важных технологий за промежуток времени, заметно меньше тысячелетия. Другим важным моментом может представляться то обстоятельство, что даже в I в. н. э. Мир-Система охватывала замет-

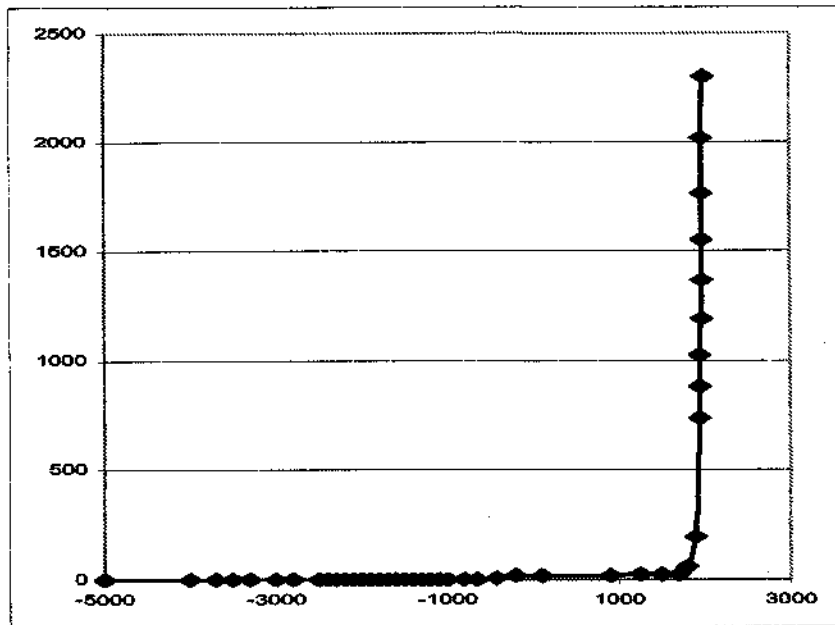


Рис. 1. Динамика численности городского населения мира, млн. чел., для городов с населением больше 10 000 чел. (5000 г. до н. э. – 1990 г. н. э.)

ПРИМЕЧАНИЯ. Источники данных: Modelski 2003; Gruebler 2006; UN Population Division 2006. Дж. Моделски приводит свои оценки численности городского населения мира (для городов с не менее, чем 10 000 обитателей) до 1000 г. до н. э., А. Грюблер – с 900 г. н. э. по 1950 г., Отдел народонаселения ООН – с 1950 г. Оценка численности городского населения мира за период 1000 г. до н. э. – 900 г. н. э. произведена нами на основе данных Т. Чэндлера (Chandler 1987) по численности городского населения мира, обитавшего в крупных городах (> 40 000 жителей).

но менее половиной всей обитаемой земной суши. Однако гораздо более важным здесь представляется другое обстоятельство: уже к началу I в. н. э. более 90 % населения мира жило именно в тех регионах Земли, которые обладали поразительно сходным общим уровнем и характером социокультурной сложности и которые были интегральными частями Мир-Системы (Средиземноморье, Средний Восток, Южная, Центральная и Восточная Азия) (см., например: Dugand 1977: 256), и при этом почти все городское население мира концентрировалось именно в рамках Мир-Системы. За несколько тысячелетий перед этим мы имеем дело с поясом культур, также характеризовавшимся удивительно сходным уровнем и характером социокультурной сложности, протянувшимся от Балкан вплоть до границ долины Инда, на территории которого проживала большая часть населения мира (см., например: Peregine and Ember 2001a, 2001b; Peregine 2003). Таким образом, уже несколько тысяч лет динамика населения мира, мировой урбанизации, мировой политической централизации и т. п. отражает, прежде всего, именно динамику населения, урбанизации, политической централизации и т. п. Мир-Системы, что и делает возможным ее описание при помощи математических макромоделей.

Как было показано ранее (см., например: Коротаев 2006; Korotayev, Malkov, and Khalitourina 2006b), общая динамика численности городского населения мира вплоть до 90-х гг. XX в. (и в особенности до 1960 г.) хорошо описывается квадратично-гиперболическим уравнением:

$$U_t = \frac{C}{(t_0 - t)^2}, \quad (1)$$

где  $U_t$  – городское население мира в момент времени  $t$ , а  $C$  и  $t_0$  – константы; при этом  $t_0$  соответствует абсолютному пределу («сингулярности»), когда численность городского населения мира стала бы бесконечной, если бы наблюдавшаяся вплоть до 60-х (или, скажем, 90-х) гг. прошлого века тенденция продолжилась бы и далее.

Так, для периода 5000 г. до н. э. – 1990 г. н. э. корреляция между генерируемой уравнением (1) динамикой и эмпирическими оценками выглядит следующим образом (см. рис. 2):

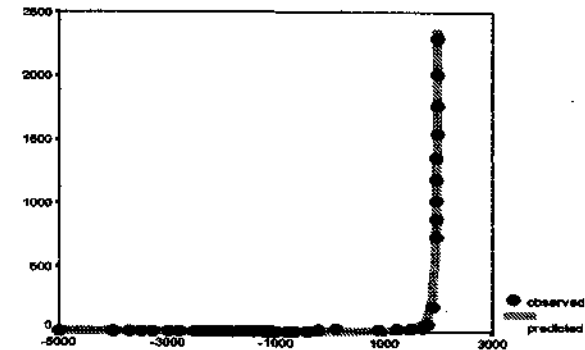


Рис. 2. Динамика численности городского населения мира, млн. чел., для городов с населением больше 10 000 чел. (5000 г. до н. э. – 1990 г. н. э.): соответствие предикций квадратичной гиперболической модели эмпирическим оценкам

ПРИМЕЧАНИЯ.  $R = 0,998$ ,  $R^2 = 0,996$ ,  $\alpha \ll 0,0001$ . Черные маркеры соответствуют эмпирическим оценкам Моделски (Modelski 2003), Грюблера (Gruebler 2006) и Отдела народонаселения ООН (UN Population Division 2006). Сплошная серая кривая сгенерирована следующим уравнением:

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

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



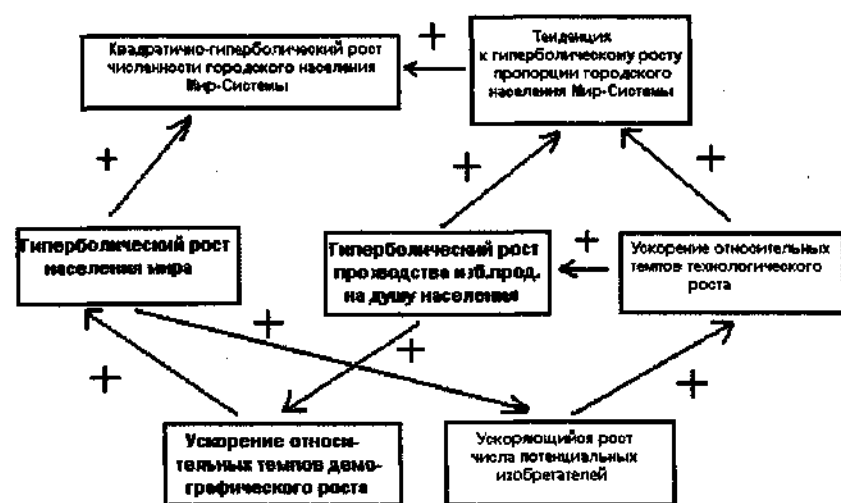


Рис. 5. Блок-схема нелинейной положительной обратной связи, генерирующей тенденцию к квадратично-гиперболическому росту численности городского населения Мир-Системы

Наибольшее соответствие динамики, генерируемой квадратично-гиперболическим уравнением (1), эмпирическим оценкам численности городского населения мира наблюдается для периода до 1965 г. Для этого периода уравнение (1) описывает более 99,88 % всей макровариации данного показателя ( $R = 0,9994$ ,  $R^2 = 0,9988$ , при следующих значениях параметров:  $C = 2\,610\,000$  [млн. чел.],  $t_0 = 2010$ ). Между прочим, приведенное выше значение параметра ( $t_0 = 2010$  [г. н. э.]) показывает, что если бы наблюдавшаяся вплоть до середины 60-х гг. прошлого века тенденция роста городского населения мира продолжилась бы и дальше, то численность городского населения нашей планеты стала бы бесконечной уже в 2010 г. Поэтому неудивительно, что с середины 60-х гг. прошлого века начинается выход развития Мир-Системы по этому параметру из режима с обострением. С 60-х гг. начинается снижение относительных темпов роста городского населения мира (UN Population Division 2006), а по прогнозам (см., например: Gruebler 2006) в ближайшие десятилетия начнется и снижение абсолютных темпов прироста городского населения, с последующей стабилизацией численности городского населения мира в XXII в. на уровне порядка семи миллиардов человек (см. рис. 6):

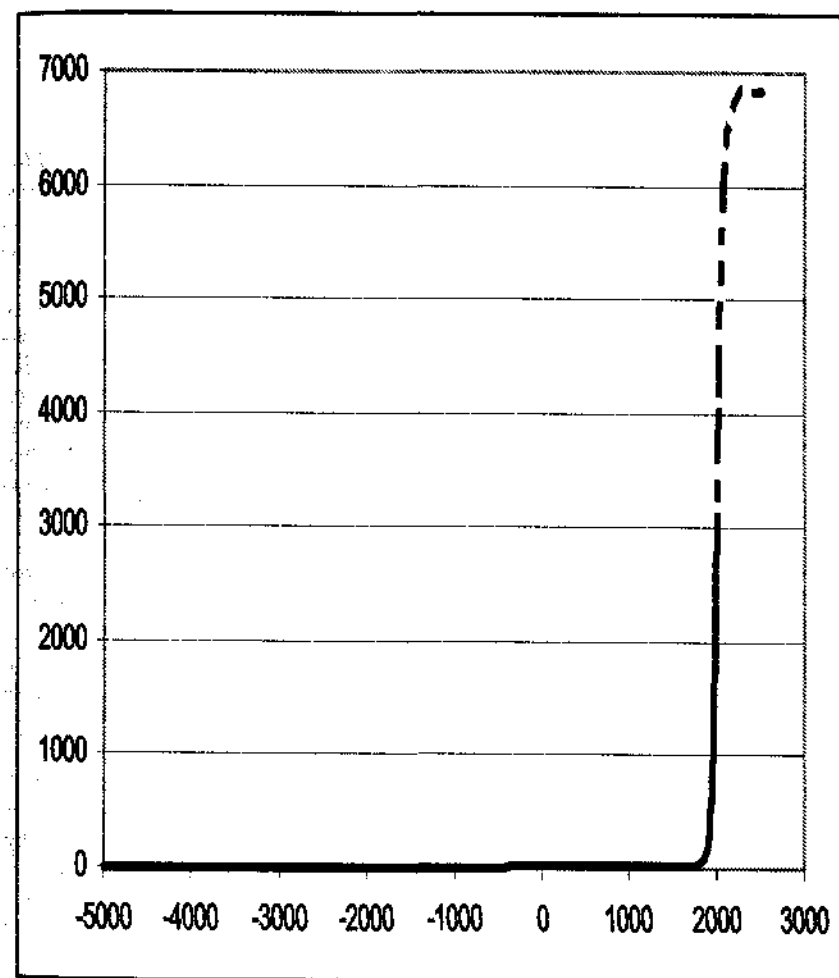


Рис. 6. Динамика численности городского населения мира, в млн. чел., для городов с населением больше 10 000 чел. (5000 г. до н. э. – 2005 г. н. э.), с прогнозом до 2350 г.

ПРИМЕЧАНИЯ. Источники данных: Modelski 2003; Gruebler 2006; UN Population Division 2006. Кривая на 2006–2350 гг. рассчитана на основании среднего варианта прогноза А. Грюблера по динамике пропорции городского населения и нашего прогноза динамики численности населения мира на этот период (Коротаев, Малков, Халтурица 2005а, 2006).

Общая макродинамика урбанизации Мир-Системы может быть математически описана при помощи следующего дифференциального уравнения:

$$\frac{du}{dt} = aSu (u_{\text{lim}} - u), \quad (2)$$

где  $u$  – доля городского населения («индекс урбанизации»),  $S$  – «избыточный» продукт, производимый при данном уровне технологического развития Мир-Системы на одного человека,  $a$  – константа, а  $u_{\text{lim}}$  – предельно возможная доля городского населения (которая может быть оценена, как находящаяся в пределах 0,8–0,9, и может рассматриваться в данном контексте как «уровень насыщения»).

При низких значениях  $u$  ( $< 0,3$ ) его динамика определяется прежде всего гиперболическим ростом  $S$ ,<sup>4</sup> в результате чего и динамика урбанизации оказывается близкой к гиперболической, что в сочетании с гиперболическим ростом населения Мир-Системы (закономерно наблюдающимся как раз для эпохи, соответствующей низким значениям мировой урбанизации) и ведет к тому, что общая макродинамика численности городского населения мира для этой эпохи хорошо описывается квадратично-гиперболическим уравнением. При более высоких значениях индекса урбанизации начинает сказываться эффект насыщения, и при приближении к уровню насыщения темпы роста мировой урбанизации начинают все более замедляться, что и наблюдается в настоящее время – система начинает выходить из режима с обострением.

Трудно не заметить, что история мировой урбанизации вплоть до XIX в. выглядит на рис. 1–2 и 6 исключительно «уныло», создавая впечатление практически полной стагнации<sup>5</sup>, на смену которой приходит взрывообразный современный рост численности городского населения. На самом деле, последний просто не дает рассмотреть на приведенных выше графиках то, что и многие участки досовременной эпохи характеризовались относительно не менее драматическим динамизмом. Ощущение досовременной урбанистической стагнации, создаваемое вышеприведенными диаграммами, является в самом прямом смысле этого слова иллюзией, порождаемой именно квадратично-гиперболической тенденцией роста численности городского населения мира, наблюдавшейся вплоть до середины 60-х гг. прошлого века. Для того, чтобы это увидеть, достаточно рассмотреть рис. 1 в логарифмическом масштабе (см. рис. 7):

<sup>4</sup> Системы уравнений, описывающие этот гиперболический рост, генерируемый нелинейной положительной обратной связью второго порядка между технологическим развитием Мир-Системы и демографическим ростом, см., например, в следующих работах: Коротаев, Малков, Халтурина 2005а, 2005б, 2006; Korotaev, Malkov, and Khaltourina 2006а, 2006б.

<sup>5</sup> При этом применительно к периоду до 1000 г. в. э. стагнация эта выглядит уже просто абсолютной.

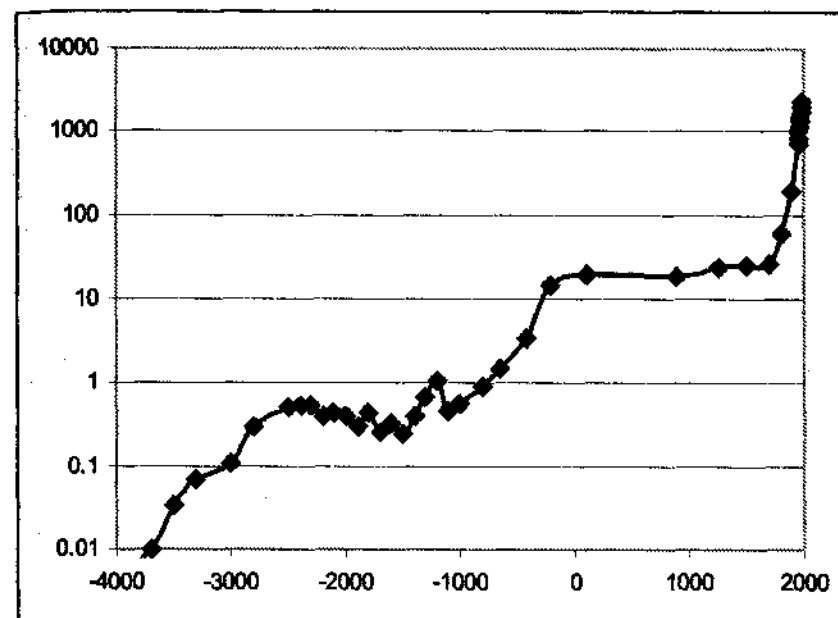


Рис. 7. Динамика численности городского населения мира, млн. чел., для городов с населением больше 10 000 чел. (5000 г. до н. э. – 1990 г. н. э.), логарифмический масштаб

Как мы видим, структура кривой роста городского населения Мир-Системы оказывается значительно сложнее, чем это можно было бы подумать при первом взгляде на рис. 1–2 и 6. Во-первых, достаточно четко выделяются три периода относительно быстрого роста численности городского населения мира: (A1) вторая половина IV – первая половина III тысячелетия до н. э., (A2) I тыс. до н. э. и (A3) XIX–XXI вв. Наряду с этим отчетливо видны и два периода относительно медленного роста численности городского населения мира: (B1) середина III тыс. до н. э. – конец II тыс. до н. э. и (B2) I–XVIII вв. н. э. Как мы увидим ниже, к этим эпохам оказываются по сути своей ближе также период B0, непосредственно предшествовавший середине IV тыс. до н. э. (когда численность городского населения не росла просто потому, что города еще не появились), и период B3, который должен начаться в XXII в., когда по прогнозам численность городского населения снова перестанет заметно расти (в связи с выходом урбанизации Мир-Системы на уровень насыщения, а также в связи со стабилизацией численности населения мира) (см., например: Gruebler 2006; Коротаев, Малков, Халтурина 2006; Коротаев, Комарова, Халтурина 2006).

Как видно на рис. 7, в период В1 (во второй половине III – II тыс. до н. э.) численность городского населения мира флуктуировала в районе уровня, достигнутого к концу предыдущего периода (А1), при этом трендовая динамика прокладывала себе дорогу с очень большим трудом через преобладавшую циклическую динамику (см., например: Modelski 2003; Frank and Thompson 2005, 2006: 140–143; Harper 2007). На рис. 7 не прослеживается циклическая компонента для динамики численности городского населения мира в период В2 (I–XVIII вв.), что объясняется просто тем, что соответствующий отрезок диаграммы был составлен на основе БД Грюблера, дающей нам для этого периода небольшое число точек данных, недостаточное для выявления циклической компоненты изучаемого процесса. Эта циклическая компонента для периода В2 будет заметна, если мы воспользуемся другой базой данных – Т. Чэндлера, дающей для периода В2 значительно большее число точек данных (Chandler 1987: 460–510)<sup>6</sup> (см. рис. 8):

<sup>6</sup> Эта БД представляет собой списки крупнейших городов мира для разных временных точек с оценкой численности населения соответствующих городов на соответствующий момент времени. Т. Чэндлер приводит данные для следующих временных точек (числа в скобках обозначают численность городского населения в тысячах, города с населением не менее которой учтены в сводке данных на соответствующий год) – 2250 г. до н. э. (20), 2000 г. до н. э. (20), 1800 г. до н. э. (20), 1600 г. до н. э. (20), 1360 г. до н. э. (20), 1200 г. до н. э. (20), 1000 г. до н. э. (20), 800 г. до н. э. (20), 650 г. до н. э. (30), 430 г. до н. э. (30), 200 г. до н. э. (30) и далее для следующих годов н. э.: 100 (30), 361 (40), 500 (40), 622 (40), 800 (40), 900 (40), 1000 (40), 1100 (40), 1150 (40), 1200 (40), 1250 (40), 1300 (40), 1350 (40), 1400 (45), 1450 (45), 1500 (45), 1550 (50), 1575 (50), 1600 (60), 1650 (58), 1700 (60), 1750 (68), 1800 (20), 1825 (90), 1850 (116), 1875 (192), 1900 (30), 1914 (455), 1925 (200), 1950 (200) и 1970 (1930). Главная проблема с использованием базы данных Чэндлера в контексте этого исследования заключается в том, что сведения по динамике численности городского населения мира по ней нельзя получить простым суммированием численности населения городов, учтенных в ней на соответствующие годы. Действительно, при таком простом суммировании мы получим, скажем, для 1825 года данные по численности населения, обитавшего в городах с количеством жителей более 90 тыс. чел., для 1850 – с числом жителей более 116 тыс., для 1875 – с более чем 192 тыс. жителей, для 1900 – с более чем 30 тыс. жителей, для 1914 – с более чем 455 тыс. жителей, и такой ряд чисел будет нам мало о чем говорить. Конечно же, если за один год в нашем распоряжении есть данные по городам с числом жителей более 80 тыс., за другой – с числом жителей более 120 тыс., а за третий – с числом жителей более 100 тыс., мы можем проследить динамику численности городского населения, обитавшего в городах с более чем 120 тыс. жителей. Но в это не решает полностью всей проблемы. Действительно, для последних веков осмысленный ряд чисел при использовании БД Чэндлера получается только при учете сверхкрупных городов (с не менее чем 200 тыс. жителей). Однако при таком подходе мы все равно не можем получить общей картины динамики численности городского населения мира за весь период, охватываемый БД Чэндлера (т. е. с 2250 г. до н. э.), так как подобные сверхкрупные города появляются только в середине I тыс. до н. э. Наиболее длинный динамический ряд здесь оказывается возможным получить (в особенности в сочетании с БД Моделски) при использовании данных по городам с числом жителей не менее 40 тыс. Однако в этом случае мы можем его дотянуть только до 1350 г. н. э. Поэтому ниже при использовании БД Чэндлера вам придется давать данные по численности жителей крупных городов (не менее 40 тыс. жителей) для периода 3300 г. до н. э. – 1350 г. н. э. (с использованием данных Моделски для периода до

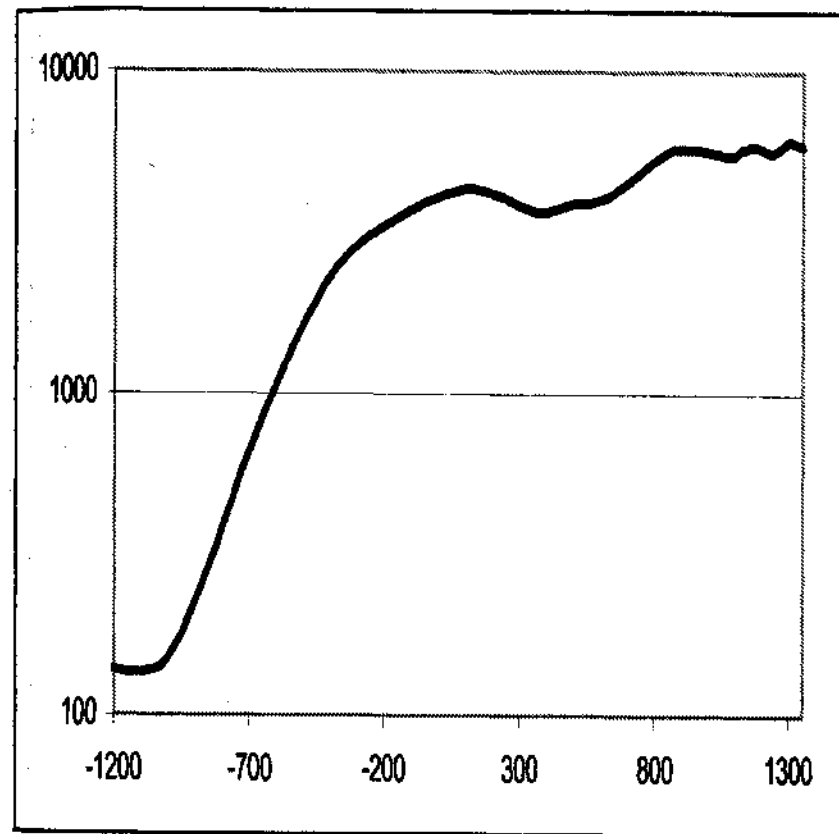


Рис. 8. Динамика численности городского населения мира, тыс. чел., для городов с населением больше 40 000 чел. (1200 г. до н. э. – 1350 г. н. э.), логарифмический масштаб

Как мы видим, на этом графике для периода В2 не только отчетливо прослеживается циклическая компонента<sup>7</sup>, но и более четко виден восходящий тренд. Этот тренд будет прослеживаться еще более отчетливо, если мы нанесем на график данные Чэндлера по динамике численности жителей городов с населением более 200 тыс. чел. (что позволит нам учесть и период после 1350 г.) (см. рис. 9):

2250 г.) и данные по численности жителей сверхкрупных городов (не менее 200 тыс. жителей) для периода 430 г. до н. э. – 1950 г. н. э.

<sup>7</sup> В особенности с 1100 г. н. э., что связано просто с тем обстоятельством, что начиная с этого года расстояние между точками данных в БД Чэндлера сокращается со 100 лет до 50.



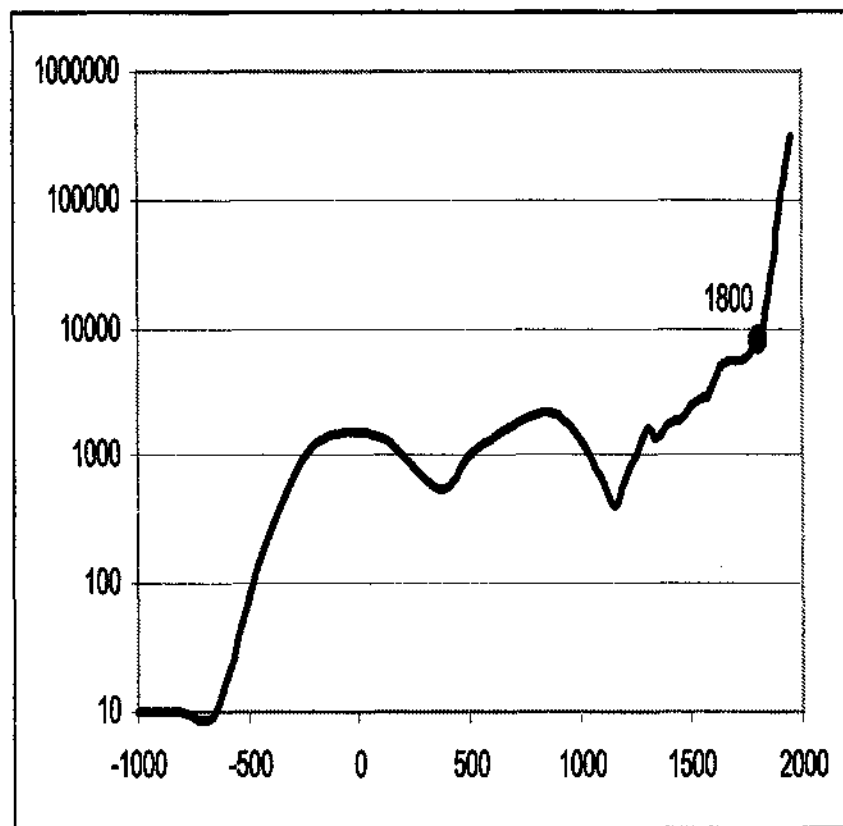


Рис. 9. Динамика численности городского населения мира, тыс. чел., для городов с населением больше 200 000 чел. (1000 г. до н. э. — 1950 г. н. э.), логарифмический масштаб

Как мы видим, устойчивый восходящий тренд здесь прослеживается в течение нескольких веков еще до 1800 г. Вместе с тем здесь нужно принимать в расчет то обстоятельство, что достаточно быстрый рост численности городского населения наблюдался в этот период на фоне гиперболически ускорявшегося роста общего населения мира (см., например: Коротяев, Малков, Халтурина 2005а, 2005б, 2006). Поэтому более ясная картина в высшей степени драматичной макродинамики мировой урбанизации будет нами получена, если мы нанесем на график оценки динамики собственно индекса урбанизации — пропорции городского населения в общей численности населения мира (см. рис. 10):

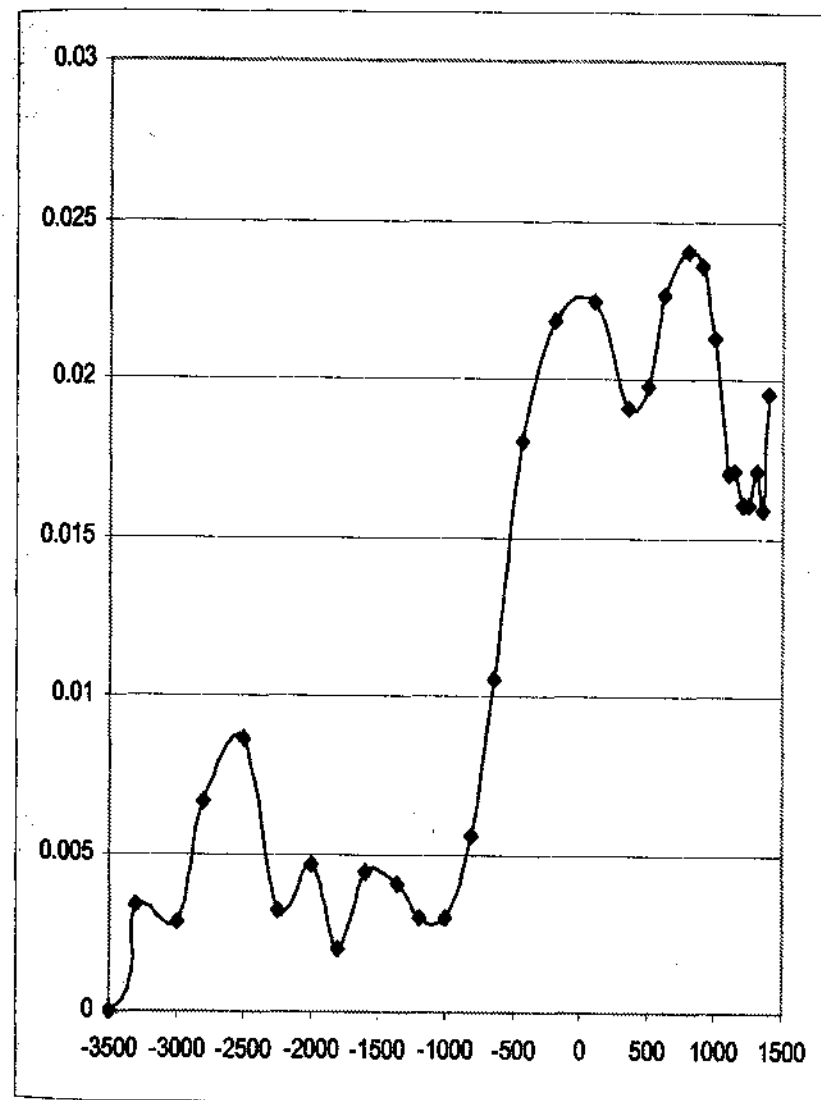


Рис. 10. Динамика индекса макроурбанизации (пропорции населения, обитающего в крупных, больше 40 000 жителей, городах в общем населении мира) по материалам баз данных Моделски и Чэндлера (3500 г. до н. э. — 1400 г. н. э.)

Как уже говорилось, база данных Чэндлера не дает возможности проследить динамику макроурбанизации после 1400 г.<sup>8</sup> Поэтому для того, чтобы представить себе общую картину урбанизации, придется для периода В2 обратиться к оценкам А. Грюблера (напомним, что при этом из-за малого числа точек данных на графиках не получает отражения циклическая компонента динамики макроурбанизации):

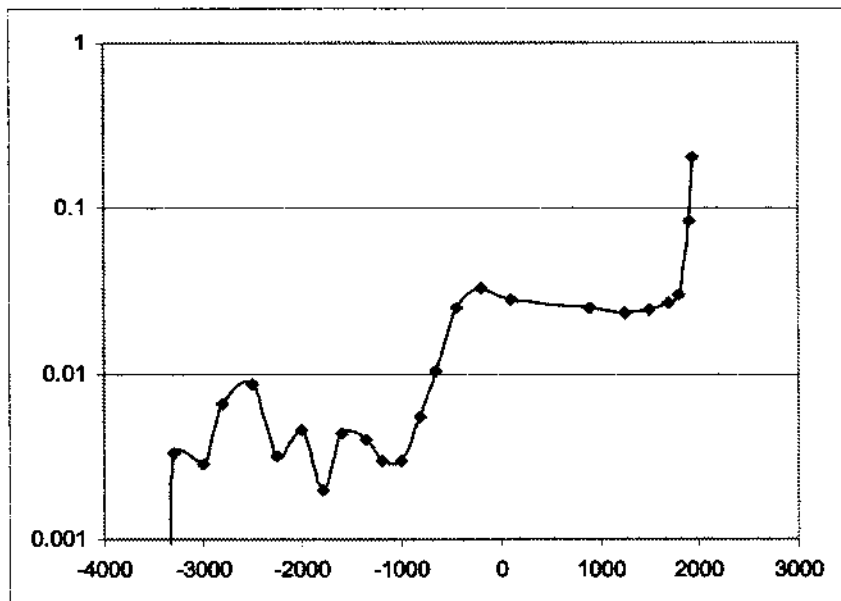


Рис. 11. Динамика индекса макроурбанизации (пропорции населения, обитающего в сверхкрупных, больше 40 тыс. жителей, городах в общем населении мира) по материалам баз данных Моделски, Чэндлера и Грюблера (4000 г. до н. э. – 1950 г. н. э.), логарифмический масштаб

Проделанный анализ дает определенное представление об общей картине долгосрочной динамики макроурбанизации. В период А1 появляются первые крупные города, и пропорция их населения достигает порядка десятых долей процента от общей численности населения мира. В период В1 эта величина флуктуирует в пределах данного порядка, пока в период А2 она не переходит в следующий порядок, на уровень единиц процентов. В пределах этого порядка данная величина и флуктуирует в период В2, пока в период А3 она не переходит в следующий (и отметим – последний

<sup>8</sup> Собственно говоря, уже на 1400 г. она здесь дает несколько искаженные данные, так как фиксирует на этот год численность населения, обитавшего в городах с населением более 45 (а не 40) тыс. чел.

из возможных) порядок, на уровень десятков процентов. Вместе с тем стоит отметить, что для II тыс. н. э. база данных Грюблера фиксирует отчетливый гиперболический тренд динамики макроурбанизации, описываемый моделью (2) (см. рис. 12):

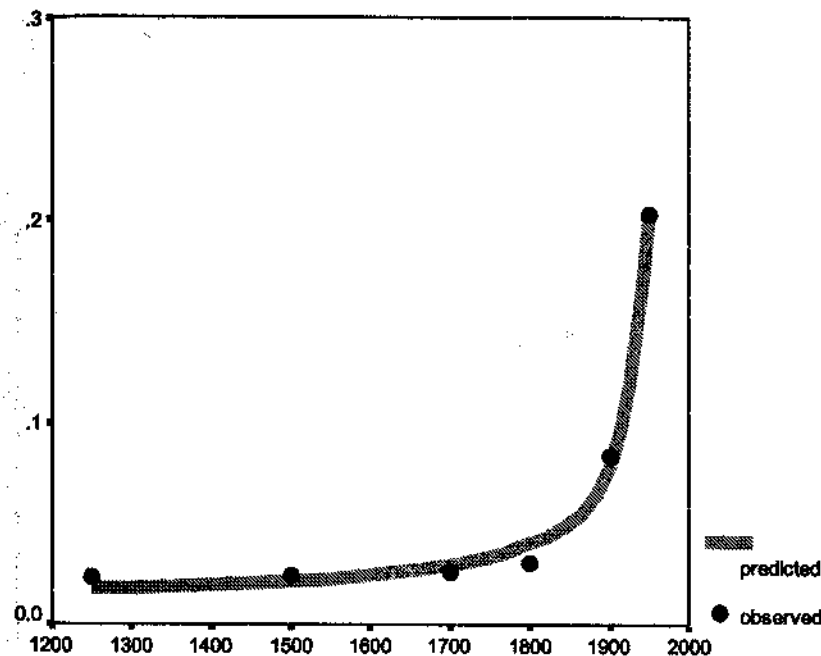


Рис. 12. Динамика мировой макроурбанизации, 1250–1950 гг.: соответствие предикций гиперболической модели эмпирическим оценкам

ПРИМЕЧАНИЯ.  $R = 0,997$ ,  $R^2 = 0,994$ ,  $\alpha < 0,0001$ . Черные маркеры соответствуют эмпирическим оценкам Грюблера (Gruebler 2006). Сплошная серая кривая сгенерировала следующим уравнением:

$$u_t = 0,01067 + \frac{5,203}{(1977 - t)}$$

Параметры  $C(5,203)$ ,  $t_0(1977)$  и константа  $(0,01067)$  определены методом наименьших квадратов.

Отметим, что прослеженная выше динамика мировой урбанизации хорошо коррелирует с динамикой политической организации Мир-Системы (см. статью Л. Е. Гринина и А. В. Коротаева в этом альманахе [с. 49–101]). Отметим также, что отмеченные синхронные фазовые переходы к новым порядкам уровня мировой урбанизации и новым порядкам сложности политической организации Мир-Системы совпадают по времени и с фазо-

выми переходами к более высоким порядкам политической централизации Мир-Системы, выделенным Р. Таагапера и приходящимся по его расчетам как раз на периоды А1, А2 и А3. Отметим, что динамику политической централизации Мир-Системы Таагапера оценивает через такой показатель, как «эффективное число политий», который является обратным по отношению к индексу политической централизации (принимающему значения в диапазоне от 0 до 1, где 1 соответствует максимальному уровню политической централизации мира, т. е. объединению всего мира в одну политию). Таким образом, на приводимой ниже диаграмме (рис. 13) нисходящий тренд соответствует как раз росту политической централизации мира:

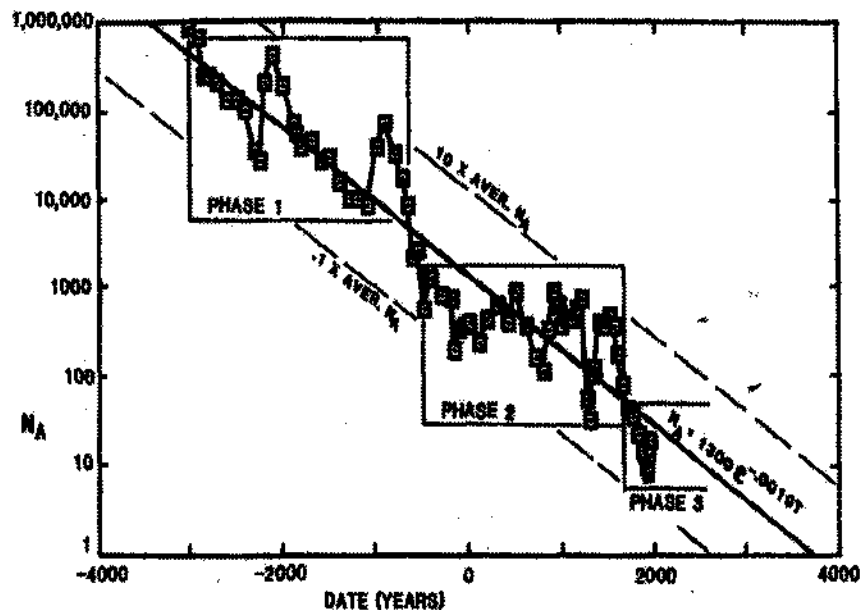


Рис. 13. Динамика «эффективного числа политий», рассчитанная по территории, контролируемой политиями (Taagapera 1997: 485, Fig. 4)

Сходные фазовые переходы наблюдаются, по всей видимости, и в макродинамике мировой грамотности. Действительно, в период А1 мы видим появление первых грамотных людей, процент которых в общем населении Мир-Системы к концу этого периода достигает десятых долей процента и флуктуирует на этом уровне на протяжении периода В1. В течение периода А2 мировая грамотность растет на порядок и достигает уровня процентов от общего населения мира, после чего она на протяжении периода В2 флуктуирует на этом уровне вплоть до конца XVIII в., когда начина-

ется период А3, в ходе которого мировая грамотность вырастает до десятков процентов и к началу периода В3 (предположительно в XXII в.) она по прогнозам может стабилизироваться на уровне 100 % (см., например: Дьяконов 1994; Мельянцева 1996; Коротаев, Малков, Халтурина 2005а, 2006).

Собственно говоря, отмеченные выше фазовые переходы можно считать разными сторонами серии единых фазовых переходов: соответственно от среднесложных к сложным аграрным обществам (А1), от сложных аграрных обществ к суперсложным (А2), и наконец – от суперсложных аграрных обществ к постиндустриальным (А3) (при этом период индустриального общества оказывается периодом фазового перехода В2 – В3).

\*\*\*

Таким образом, история Мир-Системы с VI тыс. до н. э. может быть описана как движение от аттрактора среднесложного аграрного общества (период В0) через фазовый переход (А1) к аттрактору сложного аграрного общества (В1) и далее через фазовый переход (А2) к аттрактору суперсложного аграрного общества (В2), и далее через фазовый переход (А3) к аттрактору постиндустриального общества (В3). При этом индустриальный период может рассматриваться как период фазового перехода от доиндустриального общества к постиндустриальному.

### Библиография

- Дьяконов, И. М. 1994. Пути истории. От древнего человека до наших дней. М.: Восточная литература.
- Коротаев, А. В. 2006. Периодизация истории Мир-Системы и математические макромоделли социально-исторических процессов. *История и Математика. Проблемы периодизации исторических макропроцессов* / ред. Л. Е. Гринян, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, с. 116–167. М.: УРСС, 2006.
- Коротаев, А. В., Комарова, Л. Н., Халтурина, Д. А. 2006. *Законы истории. Вековые циклы и тысячелетние тренды. Демография, экономика, войны*. М.: УРСС.
- Коротаев, А. В., Малков, А. С., Халтурина, Д. А. 2005а. *Законы истории. Математическое моделирование исторических макропроцессов. Демография, экономика, войны*. М.: УРСС.
- Коротаев, А. В., Малков, А. С., Халтурина, Д. А. 2005б. Компактная математическая макромоделль технико-экономического и демографического развития Мир-Системы (1–1973 гг.). *История и синергетика: Математическое моделирование социальной динамики* / ред. С. Ю. Малков, А. В. Коротаев, с. 6–48. М.: УРСС.
- Коротаев, А. В., Малков, А. С., Халтурина, Д. А. 2006. *Законы истории. Математическое моделирование развития Мир-Системы. Демография, экономика, войны*. М.: УРСС.

- Мельянецов, В. А. 1996.** *Востоки Запада во втором тысячелетии*. М.: МГУ.
- Подлазов, А. В. 2000.** *Теоретическая демография как основа математической истории*. М.: ИПМ РАН.
- Подлазов, А. В. 2001.** *Основное уравнение теоретической демографии и модель глобального демографического перехода*. М.: ИПМ РАН.
- Подлазов, А. В. 2002.** Теоретическая демография. Модели роста народонаселения и глобального демографического перехода. *Новое в синергетике. Взгляд в третье тысячелетие* / ред. Г. Г. Малинецкий, С. П. Курдюмов, с. 324-45. М.: Наука.
- Чешков, М. А. 1999.** *Глобальный контекст постсоветской России: Очерки теории и методологии мироцелостности*. М.: МОНФ.
- Чубаров, В. В. 1991.** Ближневосточный локомотив: темпы развития техники и технологии в древнем мире. *Архаическое общество: узловые проблемы социологического развития* / ред. А. В. Коротаев, В. В. Чубаров, т. 1, с. 92-135. М.: Институт истории СССР АН СССР.
- Aghion, P., and P. Howitt. 1992.** A Model of Growth through Creative Destruction. *Econometrica* 60: 323-352.
- Aghion, P., and P. Howitt. 1998.** *Endogenous Growth Theory*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Chandler, T. 1987.** *Four Thousand Years of Urban Growth: An Historical Census*. Lewiston, NY: Mellen.
- Chase-Dunn, C., and T. Hall. 1997.** *Rise and Demise: Comparing World-Systems*. Boulder, CO.: Westview Press.
- Cohen, J. E. 1995.** Population Growth and Earth's Carrying Capacity. *Science* 269(5222): 341-346.
- Durand, J. D. 1977.** Historical Estimates of World Population: An Evaluation. *Population and Development Review* 3(3): 255-296.
- Frank, A. G. 1990.** A Theoretical Introduction to 5,000 Years of World System History. *Review* 13(2): 155-248.
- Frank, A. G. 1993.** The Bronze Age World System and its Cycles. *Current Anthropology* 34: 383-413.
- Frank, A. G. and B. K. Gills. 1993. (Eds.).** *The World System: Five Hundred Years of Five Thousand?* London: Routledge.
- Frank, A. G., and W. R. Thompson. 2005.** Afro-Eurasian Bronze Age Economic Expansion and Contraction Revisited. *Journal of World History* 16: 115-172.
- Frank, A. G., and W. R. Thompson. 2006.** Early Iron Age Economic Expansion and Contraction Revisited. *Globalization and Global History I* / Ed. by B. K. Gills and W. R. Thompson, pp. 139-162. London: Routledge.
- Grossman, G., and E. Helpman. 1991.** *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gruebler, A. 2006.** Urbanization as Core Process of Global Change: The Last 1000 Years and Next 100. Paper presented at the International Seminar "Globalization as Evolutionary Process: Modeling, Simulating, and Forecasting Global Change", International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria, April 6-8.
- Harper, A. 2007.** The Utility of Simple Mathematical Models in the Study of Human History. *Social Evolution & History* 6 (forthcoming).

- Jones, Ch. I. 1995.** R & D-Based Models of Economic Growth. *The Journal of Political Economy* 103: 759-784.
- Jones, Ch. I. 2003.** Population and Ideas: A Theory of Endogenous Growth. *Knowledge, Information, and Expectations in Modern Macroeconomics: In Honor of Edmund S. Phelps* / Ed. by P. Aghion, R. Frydman, J. Stiglitz, and M. Woodford, pp. 498-521. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Jones, Ch. I. 2005.** The Shape of Production Functions and the Direction of Technical Change. *The Quarterly Journal of Economics* 120: 517-549.
- Komlos, J., and S. Nefedov. 2002.** A Compact Macromodel of Pre-Industrial Population Growth. *Historical Methods* 35: 92-94.
- Korotayev, A., A. Malkov, and D. Khaltourina. 2006a.** *Introduction to Social Macrodynamics: Compact Macromodels of the World System Growth*. Moscow: URSS.
- Korotayev, A., A. Malkov, and D. Khaltourina. 2006b.** *Introduction to Social Macrodynamics: Secular Cycles and Millennial Trends*. Moscow: URSS.
- Kremer, M. 1993.** Population Growth and Technological Change: One Million B.C. to 1990. *The Quarterly Journal of Economics* 108: 681-716.
- Kuznets, S. 1960.** Population Change and Aggregate Output. *Demographic and Economic Change in Developed Countries I* / Ed. by G. S. Becker, pp. 324-40. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Modelski, G. 2003.** *World Cities: -3000 to 2000*. Washington: Faros 2000.
- Péregine, P. 2003.** Atlas of Cultural Evolution. *World Cultures* 14: 2-88.
- Péregine, P. and M. Ember. 2001a. (Eds.).** *Encyclopedia of Prehistory. 4: Europe*. New York, NY: Kluwer.
- Péregine, P. and M. Ember. 2001b. (Eds.).** *Encyclopedia of Prehistory. 8: South and Southwest Asia*. New York, NY: Kluwer.
- Podlázov, A. V. 2004.** Theory of the Global Demographic Process. *Mathematical Modeling of Social and Economic Dynamics* / Ed. by M. G. Dmitriev and A. P. Petrov, pp. 269-72. Moscow: Russian State Social University.
- Simon, J. 1977.** *The Economics of Population Growth*. Princeton: Princeton University Press.
- Simon, J. 1981.** *The Ultimate Resource*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Simon, J. 2000.** *The Great Breakthrough and its Cause*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- Taagapera, R. 1997.** Expansion and Contraction Patterns of Large Polities: Context for Russia. *International Studies Quarterly* 41: 475-504.
- Tsirel, S. V. 2004.** On the Possible Reasons for the Hyperexponential Growth of the Earth Population. *Mathematical Modeling of Social and Economic Dynamics* / Ed. by M. G. Dmitriev and A. P. Petrov, pp. 367-369. Moscow: Russian State Social University.
- UN Population Division. 2006.** United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Population Division (<http://www.un.org/esa/population>).
- Wallerstein, I. 1974.** *The Modern World-System. Vol. 1. Capitalist Agriculture and the Origin of the European World-Economy in the Sixteenth Century*. New York: Academic Press.
- Wallerstein, I. 1987.** World-Systems Analysis. *Social Theory Today I* / Ed. by A. Giddens and J. Turner, pp. 309-324. Cambridge: Polity Press.
- Wallerstein, I. 2004.** *World-Systems Analysis: An Introduction*. Durham, NC: Duke University Press.