
СОЦИАЛЬНАЯ ФИЛОСОФИЯ И ФИЛОСОФИЯ ИСТОРИИ

А. Л. ГРИНИН, Л. Е. ГРИНИН,
И. А. АЛЕШКОВСКИЙ, А. В. КОРОТАЕВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И КОНКУРЕНЦИЯ В ЦИВИЛИЗАЦИЯХ ПОЗДНЕГО СРЕДНЕВЕКОВЬЯ И НОВОГО ВРЕМЕНИ: КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ*

В статье представлен количественный анализ показателей инновационной деятельности и конкуренции в технологической сфере в цивилизациях позднего Средневековья и Нового времени (до конца XX в.). Авторы рассматривают конкуренцию в инновационной сфере в двух аспектах. В первом разделе статьи показан рост числа инноваций за полувековые интервалы в цивилизациях Европы и Азии. Сегодня общепризнано, что к началу 2-го тыс. н. э. западноевропейская цивилизация значительно отставала от цивилизаций Востока не только в плане развития производительных сил, но и по многим другим важным параметрам. По некоторым данным, Европа не смогла обогнать Китай (по темпам научно-технического прогресса) не только в XII или XIII, но даже в XIV в. С другой стороны, авторы показывают осязаемое ускорение темпов технологического развития западноевропейской цивилизации с XII в. с еще одним ускорением в XIII в. (когда средневековая Европа открыла миру свои первые изобретения, изменившие научную парадигму – речь в первую очередь идет об

* Работа выполнена при поддержке Программы развития МГУ, проект № 24-Ш05-12 «Цивилизации как объект математического моделирования».

Для цитирования: Гринин А. Л., Гринин Л. Е., Алешковский И. А., Коротаев А. В. Технологическая деятельность и конкуренция в цивилизациях позднего Средневековья и Нового времени: количественный анализ // *Философия и общество*. 2026. № 1. С. 5–37. DOI: 10.30884/jfio/2026.01.01.

For citation: Grinin A. L., Grinin L. E., Aleshkovsky I. A., Korotanev A. V. Technological Activity and Competition in the Late Medieval and Modern Civilizations: A Quantitative Analysis // *Filosofiya i obshchestvo = Philosophy and Society*. 2026. No. 1. Pp. 5–37. DOI: 10.30884/jfio/2026.01.01 (in Russian).

Философия и общество, № 1 2026 5–37

DOI: 10.30884/jfio/2026.01.01

изобретении очков и механических часов). А в XV в. западноевропейская цивилизация в технологическом плане определенно опередила цивилизации Востока.

После такого исторического прорыва очень важно проследить, как в этом отношении сменилось лидерство в рамках самой западноевропейской цивилизации. Этому аспекту посвящены второй и последующие разделы статьи. Здесь авторы рассматривают динамику технологических изобретений в Европе с XV по XIX в. Проведенный анализ динамики таких инноваций показывает следующее.

Во-первых, Британия смогла занять лидирующие позиции только во второй половине XVII в.; ранее она явно отставала от Италии и Германии. Таким образом, в течение двух первых веков промышленной революции Британия впитывала достижения других европейских обществ, и только тогда ей удалось начать свое собственное восхождение на вершину инноваций.

Во-вторых, хотя мы наблюдаем очевидное лидерство Британии в технологических инновациях на временном отрезке со второй половины XVII до первой половины XIX в., большую часть этого периода общие показатели инновационной деятельности «остального Запада» были выше, чем у Великобритании. Первенство Британии в области технологических изобретений было абсолютным только в течение относительно короткого периода во второй половине XVIII и начале XIX в., то есть в период заключительной фазы промышленной революции.

В-третьих, к первой половине XIX в. британские эндогенные темпы технологического роста практически застопорились на фоне очень быстрого роста этих темпов во Франции, Германии и США, в результате чего данные страны догнали Великобританию.

В-четвертых, во второй половине XIX в. Великобритания окончательно утратила технологическое лидерство, так как в конце XIX в. количество крупных изобретений, сделанных в США, Германии и Франции, превысило количество британских изобретений.

Ключевые слова: технологии, технологические инновации, изобретения, промышленная революция, цивилизации Азии, западноевропейская цивилизация, лидерство, количественный анализ.

The article presents a quantitative analysis of innovative activity and competition in the technological sphere during the Middle Ages and the Modern Period (until the end of the 20th century). The authors consider two aspects of the innovative competition.

The first section of the present paper shows the growth in the number of innovations over half-century periods in Europe and Asia. As is widely accepted today, by the early 2nd millennium CE, Europe lagged far behind the major

eastern countries not only in terms of the development of productive forces, but also in many other relevant aspects. According to some data, Europe failed to outrun China (in terms of scientific and technological growth rates) not only in the 12th and 13th centuries but even in the 14th century. However, the authors show a rather vigorous acceleration of those rates in Europe since the 12th century, with another acceleration in the 13th century (when Medieval Europe produced its first paradigm-changing inventions – initially, the invention of spectacles and mechanical clocks). In the 15th century, Western Europe definitely outpaced Eastern civilizations in technological terms.

After such a historical breakthrough, it is very important to trace how leadership changed in this respect within Western European civilization. The second and following sections of the article are devoted to this aspect. Here, the authors consider the dynamics of technological innovations in Europe from the 15th to the 19th centuries. The analysis of the technological innovation dynamics reveals the following:

Firstly, the British leadership began to show up only in the second half of the 17th century; whereas previously, Britain clearly lagged behind Italy and Germany. Thus, during the first two centuries of the Industrial Revolution, Britain absorbed the achievements of other European societies and only then succeeded in starting its own innovative rise.

Secondly, though we observe the British evident leadership in technological innovation from the second half of the 17th century to the first half of the 19th century, for most part of that period, overall innovation activity in 'the rest of the West' was higher than in Britain. The primacy of Britain in the field of technological invention was absolute only during a relatively short period in the second half of the 18th century and early 19th century, i.e. the period of the final phase of the Industrial Revolution.

Thirdly, by the first half of the 19th century, the British endogenous technological growth rate had virtually stagnated against the background of a very fast increase in those rates in France, Germany and the USA, as a result of which these countries caught up with Britain to a rather considerable extent.

Fourthly, in the second half of the 19th century Britain finally lost its technological lead, since in the late 19th century the number of major inventions made in the USA, Germany, and France exceeded the number of British inventions.

Keywords: *technology, technological innovations, inventions, Industrial Revolution, Asian civilizations, Western civilization, leadership, quantitative analysis.*

Российская школа цивилизационного анализа, особенно в лице А. А. Акаева, С. Ю. Малкова, Ю. В. Яковца и др., внесла суще-

ственный вклад в построение моделей, позволяющих анализировать историческую макродинамику с опорой на количественные параметры [Акаев 2019; Акаев и др. 2011; Гринин 1998; 2011; Гринин, Коротаев 2016а; 2016б; Коротаев, Гринин и др. 2025; Коротаев, Халтурина 2009; Коротаев и др. 2010; 2019; 2022; Малков, Давыдова 2024; Яковец 2001; 2018; 2021; Akaev *et al.* 2023; Grinin *et al.* 2016; 2020; Grinin, Korotayev 2024; Korotayev *et al.* 2023]. Цивилизации при этом рассматриваются как исторические системы, обладающие внутренним ритмом развития, в том числе технологическими, демографическими и экономическими циклами [Гринин 1998; 2011; Яковец 2001; 2018; 2021]. При этом были разработаны модели описания глобальных цивилизационных процессов, в которых ключевую роль играют темпы технологического роста и устойчивость цивилизационно-институциональных структур [Гринин, Коротаев 2016а; 2016б; Коротаев и др. 2025; Grinin *et al.* 2016].

Настоящее исследование продолжает и развивает эту линию, предлагая количественную оценку технологически-инновационной активности и конкуренции в цивилизациях позднего Средневековья и Нового времени**.

Как известно, по темпам индустриально-технологических инноваций западноевропейская цивилизация накануне раннего Нового времени опередила цивилизации Востока. Но, с одной стороны, по некоторым направлениям Европа продолжала отставать от Азии вплоть до XVII–XVIII вв. [подробнее см.: Гринин, Коротаев 2016а; 2020; Grinin, Korotayev 2015], а с другой стороны, западноевропейской цивилизации потребовалось более трех столетий, чтобы совершить прорыв в раннем Новом времени. В первом разделе настоящей работы эта технологическая конкуренция показана с точки зрения роста числа инноваций в Европе и Азии за полувековые отрезки времени. Во втором и последующих разделах показаны рост количества инноваций в Европе в период промышленной революции, начавшейся в XV в., и смена лидеров в инновационной гонке. Становится очевидным, что британский прорыв в XVIII в., когда случилась промышленная революция, был основан на общеевропейских достижениях. Это также показывает тот факт, что во второй половине XIX в. Британия уступила лидерство другим евро-

** Наше определение цивилизации и другие важные детали см.: [Гринин 1998; Гринин А. Л. 2024; 2025; Чумаков и др. 2024].

пейским странам и нарождавшейся североамериканской цивилизации.

1. Общий анализ развития Азии и Европы

В настоящее время общепризнано, что к началу 2-го тыс. западноевропейская цивилизация значительно отставала от основных цивилизаций Востока по развитию производственно-хозяйственных сил, государственности, урбанизации, потребительской культуры, научным достижениям и другим параметрам [см.: Гринин, Коротаев 2020; Grinin, Korotayev 2014; 2018; Crone 1989; Abu-Lughod 1991; Pomeranz 2000; Maddison 2001; 2010; Christian 2004; Goldstone 2009; Lucas 2005; Saliba 2007; Reinert 2007; de Vries 2013; Grinin, Korotayev 2015; Grinin L. E., Grinin A. L. 2016], тогда как, по некоторым оценкам, ВВП на душу населения в развитых странах Востока был по крайней мере в два раза выше, чем в Западной Европе [см.: Мельянцев 1996: 74]. Согласно другим оценкам, даже в XI в. Западная Европа не достигла уровня производства в Римской империи I в. н. э. [см.: Cameron 1989; Maddison 2001; 2010]. В экспорте из европейских стран на восток преобладали мех, серебро и древесина [Abu-Lughod 1991: 47; Postan 1987]. Восточная Европа экспортировала не только ценный мех, но и мед, воск, а также шкуры и большое количество рабов [Gieysztor 1987; Postan 1987; Ali 1999], в то время как восточный экспорт в Европу состоял в основном из готовых промышленных (кустарных) изделий и предметов роскоши [Abu-Lughod 1991: 47; Postan 1987; Ali 1999]. Иными словами, в начале 2-го тыс. Европа выглядела как отсталая периферийная зона азиатского и североафриканского мир-системного ядра.

Отдельно рассмотрим, как западноевропейская цивилизация отстала от цивилизаций Востока по такому чрезвычайно важному показателю, как интенсивность развития науки и техники. Для обеспечения корректности результатов анализа в данной работе мы используем базу данных по научным открытиям и технологическим изобретениям А. Хеллеманса и Б. Банча [Hellemans, Bunch 1988; Bunch, Hellemans 2004]. Для начала рассмотрим уровень инновационной активности цивилизаций Востока и Запада в течение первых 11 веков нашей эры (Рис. 1).

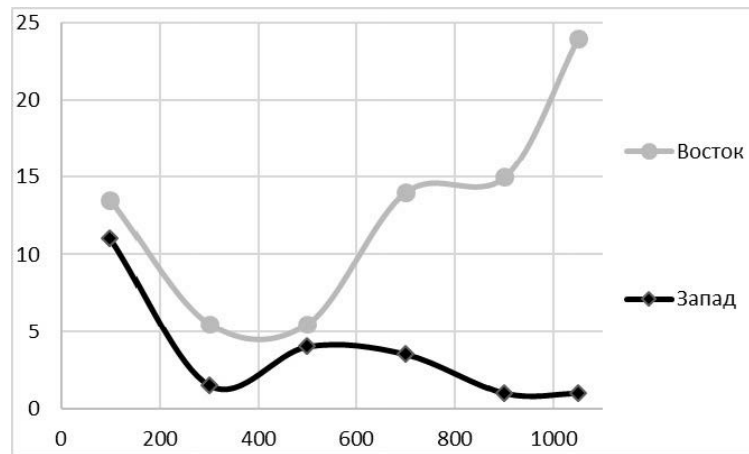


Рис. 1. Изобретения и открытия на Западе и Востоке в течение столетия, 1–1100 гг. н. э. (дивергенция 1-го тыс. н. э.)

Примечание: в рамках периода с 1 по 1000 г. н. э. диаграмма показывает среднее число изобретений и открытий, сделанных за каждое столетие. Например, число 11, соответствующее точке 100 г. на европейской линии, указывает на то, что среднее число изобретений и открытий, сделанных в I и II вв. н. э., составляло 11. Две последние точки (1050 г. н. э.) соответствуют числу изобретений и открытий, сделанных в Европе и на Востоке в XI в.

Как мы видим, в начале 1-го тыс. н. э. уровни инновационной деятельности в цивилизациях Востока и западной (античной) цивилизации были довольно близки. Как на Востоке, так и на Западе кризис Мир-Системы, начавшийся во второй половине II в. н. э. с пандемией Антониновой чумы [см.: Коротаев 2006; Коротаев и др. 2010; Korotayev 2006; Vagreiros 2025], привел к значительному снижению темпов инновационного развития в области науки и техники. Однако во второй половине 1-го тыс. в цивилизациях Востока (но не в только еще нарождавшейся западноевропейской цивилизации) наблюдался значительный рост числа серьезных изобретений и открытий [см. также: Коротаев и др. 2025], в результате чего они сумели вывести свою научно-технологическую деятельность на докризисный уровень и к XI в. существенно повысить его. По этому показателю в первых 11 веках н. э. наблюдается явное расхождение между показателями Европы, с одной стороны, и Азии и Северной Африки – с другой (не в пользу Европы), что, несомненно, привело к отставанию западноевропейской цивилизации от цивилизаций Востока, которое к XI в. стало существенным.

Однако если западноевропейская цивилизация значительно отставала от развитых цивилизаций Востока, то к XI в. она имела некоторые потенциальные преимущества; прежде всего, у нее было больше стимулов для инвестиций в трудосберегающие технологии и она была лучше обеспечена источниками энергии [см.: Гринин, Коротаев 2020; Chaunu 1979; Wigelsworth 2006]. Конечно, эти потенциальные преимущества могли быть реализованы только при определенных условиях. Такие условия начали складываться в странах западноевропейской цивилизации в последующие столетия; важную роль сыграла готовность некоторых западноевропейских стран заимствовать технологии у цивилизаций Востока и совершенствовать их. В то же время в цивилизациях Востока в раннее Новое время даже давно известные методы механизации не могли быть широко применены; более того, их применение иногда сокращалось [см. в отношении индийской цивилизации: Ванина 1991: 96–98; в отношении китайской цивилизации: Landes 2006; в отношении японской цивилизации: Allen 2011].

Технический и научный подъем позднего Средневековья в западноевропейской цивилизации и вопрос о «ранней индустриальной революции»

В период между 1100 и 1400 гг., а особенно в XV–XVI вв., европейские трудосберегающие тенденции были наиболее полно реализованы [про XVI и последующие столетия см.: Huang 2002], что привело к достаточно быстрому развитию технологий и появлению ряда ключевых изобретений (подробнее о них см. ниже, а также на Рис. 2) и развитию процесса разделения труда. Этот технологический подъем, имевший место в западноевропейской цивилизации между 1100 и 1600 гг., был замечен давно – еще в 1930-х гг., начиная с работ Льюиса Мамфорда [Mumford 1934], Марка Блоха [Bloch 1935], Элеоноры Карус-Уилсон [Carus-Wilson 1941], и активно изучался историками экономики примерно в 1950–1980 гг. [Lilley 1976; Forbes 1956; Armytage 1961; Gille 1969; White 1978; Gimpel 1992; см. также: Hill 1955; Johnson 1955; Bernal 1965; Braudel 1973; подробнее см.: Lucas 2005]. Этот период также по праву считается временем научного прорыва, а точнее, ряда революционных прорывов в таких областях, как математика, астрономия, география, картография и т. д. [см.: Singer 1941].

Анализ базы данных Хеллеманса – Банча позволяет предположить, что с учетом темпов научно-технологического роста запад-

ноевропейская цивилизация уже в XII в. догнала цивилизации Востока, а во второй половине XIII в., возможно, и обогнала их (см. Рис. 2).

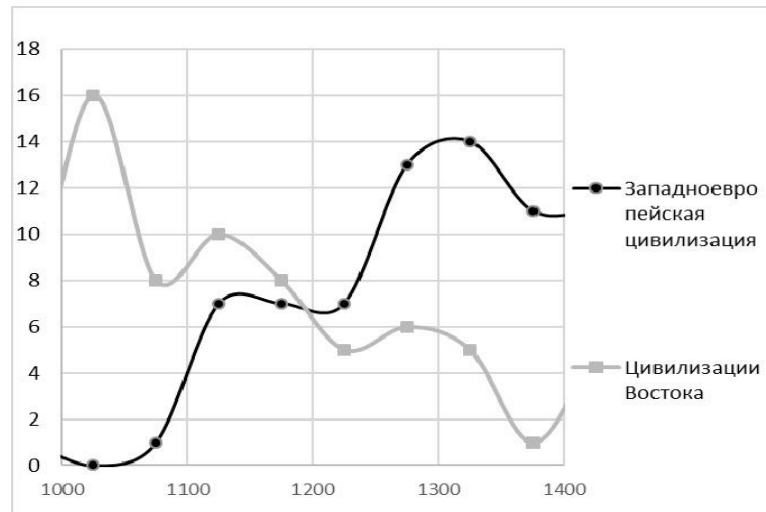


Рис. 2. Изобретения и открытия в западноевропейской цивилизации и на Востоке за полвека, 1000–1400 гг. н. э.

Примечание: каждая точка на графике обозначает число изобретений и открытий, сделанных за половину столетия. Например, число 14, соответствующее точке на европейской линии для 1325 г., указывает на то, что число изобретений и открытий, сделанных в период между 1300 и 1350 гг. в западноевропейской цивилизации, составило 14.

Источник: [Hellemans, Bunch 1988; Bunch, Hellemans 2004].

Так или иначе, нужно учитывать следующий фактор. Дело в том, что А. Хеллеманс и Б. Банч, кажется, были слишком увлечены учетом внезапно усилившегося начиная с XII в. потока европейских инноваций, потому они и стали уделять намного меньше внимания учету научно-технологических инноваций цивилизаций Востока. Поэтому есть все основания полагать, что снижение темпов научно-технической деятельности, представленное на Рис. 2, на самом деле может быть результатом неточной оценки всех показателей. В связи с этим оказалось необходимым исследование данных о динамике числа инноваций в науке и технике Китая в период между X и XIX вв. [Goldstone 2009: 122]. Применение этих данных дает результат (см. Рис. 3), который представляется более достоверным, чем тот, который приведен на Рис. 2.

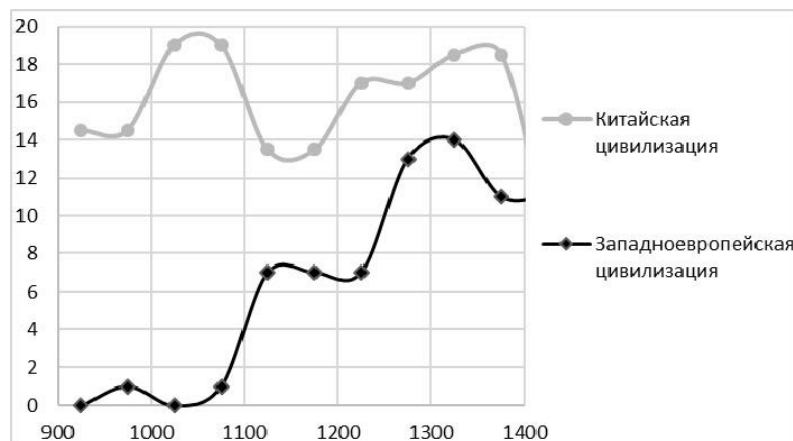


Рис. 3. Изобретения и открытия в западноевропейской и китайской цивилизациях за половину тысячелетия, 900–1400 гг. н. э.

Источники: [Hellemans, Bunch 1988; Bunch, Hellemans 2004; Goldstone 2009: 122].

Согласно этим данным, западноевропейской цивилизации не удалось обогнать китайскую (в плане темпа научно-технологического развития) не только в XII или XIII, но и в XIV в. Однако графики, приведенные выше, свидетельствуют о значительном ускорении темпов развития Европы с XII в. с еще одним ускорением в XIII в. (когда средневековая западноевропейская цивилизация дала миру свои первые действительно прорывные изобретения; речь идет прежде всего об изобретении очков и механических часов).

В XV в. западноевропейская цивилизация определенно обогнала цивилизации Востока. Таким образом, с XII по XV в. общая тенденция выглядит так: наиболее развитые европейские страны догоняли наиболее развитые страны Востока, а по некоторым параметрам даже оставили их позади. И что касается этих направлений (которые включали в себя науку, военно-морские технологии и некоторые направления инженерии), разрыв между цивилизациями Востока и западноевропейской цивилизацией продолжал расти все раннее Новое время. Однако до определенного момента это превосходство еще не перешло в подавляющее доминирование Запада.

Таким образом, раннее Новое время характеризуется двойным процессом. С одной стороны, мы наблюдаем процесс конвергенции, но с другой – во многих отношениях видим и частичное продвижение западноевропейской цивилизации вперед по сравнению с наи-

более развитыми цивилизациями Востока. Эта дуальность (с одной стороны, более высокий уровень общего развития на Востоке, с другой – рост преимуществ Запада в некоторых сферах) привела к многочисленным спорам, в которых каждая из сторон по-своему права. Именно поэтому мы предпочитаем обозначать ранний период Нового времени как период «догоняющей дивергенции». Действительно, в этот период западноевропейская цивилизация все еще отставала от Востока в целом, но также уже происходила конвергенция по многим пунктам. Так, это было сближение в ряде аспектов (таких как грамотность, урбанизация, государственность, национальная культура, производительность, объемы промышленного производства), а также дивергенция некоторых военно-технических и научных аспектов, распространения знаний и т. д. Очень важно учитывать тот факт, что в раннее Новое время конвергенция не могла быть достигнута западноевропейской цивилизацией за счет быстрого роста населения (напротив, до середины XIX в. разрыв в численности населения между Китаем и Западной Европой только увеличивался, см. Рис. 4).

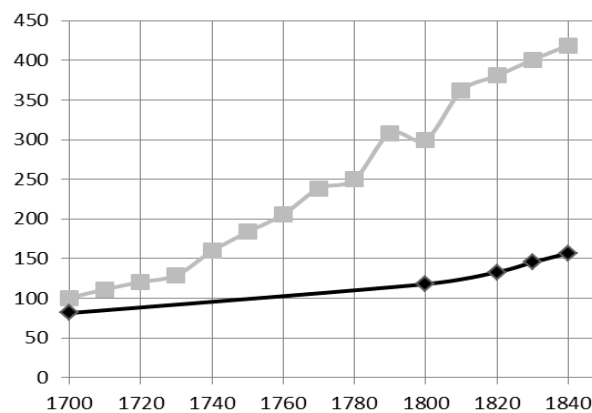


Рис. 4. Демографическая динамика китайской (серая линия) и западноевропейской (черная линия) цивилизаций, 1700–1840 гг., млн человек

Источники: [Durand 1960; Zhao Wenlin, Xie Shujun-zhu 1988; Korotayev *et al.* 2006; Cipolla 1981: 4; The Fontana... 1972: 36; Clark 1968: 64; Maddison 1991: 226–227; 2001; 2010; McEvedy, Jones 1978: 49, 51, 107].

Таким образом, доминирование западноевропейской цивилизации прослеживается только с XVIII в., и в следующем столетии оно становится окончательным.

2. Промышленная революция как общеевропейское достижение

Здесь очень важно обратить внимание на то, как изменилась ситуация внутри западноевропейской цивилизации, как менялось технологическое лидерство среди европейских стран.

Важно отметить, что теория ранних индустриальных революций, предшествовавших промышленной революции XVIII в., имеет довольно прочный фундамент [Lilley 1976; Forbes 1956; Armytage 1961; Gille 1969; White 1978; Gimpel 1992; Lucas 2005; см. также: Hill 1955; Johnson 1955; Bernal 1965; Braudel 1973]. Однако впоследствии эта теория была (без всяких разумных оснований) отодвинута на периферию исторического мейнстрима (например, исследователи Калифорнийской школы едва ли упоминают о ранней европейской индустриальной революции). Но ее игнорирование, на наш взгляд, оказывается контрпродуктивным в решении многих важных проблем, в том числе и поиске причин, по которым промышленная революция произошла в Великобритании [Гринин, Коротаев 2016а; 2020; Grinin, Korotayev 2015; Grinin *et al.* 2020; 2024; подробнее см. также: Grinin 2007; 2012; Гринин 2006; Гринин Л. Е., Гринин А. Л. 2015]. Кроме того, этот вопрос был искусственно отделен от более общего вопроса о причинах технологического прорыва в рамках западноевропейской цивилизации на ранних этапах Нового времени. На наш взгляд, идея ранней индустриальной революции очень важна с научной точки зрения, но требует разработки собственной концепции, позволяющей трактовать эту раннюю революцию не как отдельное изолированное явление, а именно как начальную фазу индустриальной революции. Тогда индустриальный прорыв XVIII в. следует рассматривать как завершающую фазу индустриальной революции. Надо сказать, что промышленная революция продолжалась по крайней мере в течение трех веков [см.: Там же], и, несмотря на многовековую предысторию, предшествующую данным трем векам, это был сравнительно короткий, довольно революционный период.

Это может быть очень схематично изложено следующим образом. Промежуток с 1100 по 1450 г. можно рассматривать как подготовительный период промышленной революции с достаточно ярким проявлением ранних капиталистических отношений и форм производства в некоторых регионах Европы (Северная Италия, Южная Германия, Нидерланды, Южная Франция [см., например: Pirenne 1920–1932; Wallerstein 1974; Postan 1987; История... 1991; Lucas 2005]).

Период с конца XV до начала XVII в. (часто называемый «долгим XVI веком») – начальный этап промышленной революции, связанный с развитием судоходства, машиностроения и механизации на основе водяных мельниц, распространением и усовершенствованием различных механизмов, развитием разделения труда. В это время в разных частях Европы произошли значительные прорывы в различных направлениях, которые к концу периода сформировались в общую западноевропейскую систему [Johnson 1955; Braudel 1973; Wallerstein 1974; Барг 1993; Ястребицкая 1993; Davies 1996]. Изменения в одной стране обычно оказывали существенное влияние на экономику и жизнь в других странах – через распространение инноваций, издание специализированной технической литературы, поездки технических специалистов в разные страны, внедрение королями и императорами в своих странах различных изобретений и новшеств и т. д. Поэтому мы наблюдаем впечатляющие достижения в области механизации горнодобывающей промышленности в Южной Германии и Богемии; серьезный вклад в развитие судоходства, географические открытия и мировую торговлю, сделанный испанцами и португальцами, а также британцами; значительные разработки технологий производства в итальянских и фламандских городах; существенные перемены в сельском хозяйстве на севере Франции и в Нидерландах; важные естественно-научные и математические открытия, сделанные учеными в Италии, Франции, Польше, Англии; и, наконец, новые финансовые технологии, разработанные в Италии [Hale 1993; Davies 1996; 2001; Early... 2006; Goldstone 2009; 2012; Ferguson 2011; Comparative... 2012]. Но все это, так или иначе, быстро стало общим наследием Европы.

Период с начала XVII по вторую треть XVIII в. является средней фазой, когда можно наблюдать формирование сложного промышленного сектора и капиталистической экономики с нарастающей механизацией и углублением разделения труда. Это эпоха торгового лидерства голландцев, наследников гегемонии Испании и Португалии. В Нидерландах произошло беспрецедентное развитие отрасли судостроения, механизированного портового хозяйства и рыболовства [Boxer 1965; Jones 1996; de Vries, van der Woude 1997; Rietbergen 2002; Israel 1995; Allen 2009]. Однако XVII в. стал временем очень больших изменений в военных технологиях, науке и инженерном деле; тогда в результате войн и других событий Нидерланды потеряли свое лидерство, которое постепенно переходило к Великобритании [Rayner 1964; Boxer 1965; Snooks 1997; Jones 1996; de Vries, van der Woude 1997; Rietbergen 2002].

В итоге период между 1760 и 1830 гг. можно определить как завершающий этап промышленной революции, также сопровождавшийся созданием секторов машинного цикла производства и использованием энергии пара. Хотя здесь Великобритания явно была лидером, мы также наблюдаем в этот период ряд важных процессов, которые можно идентифицировать как общеевропейские (в том числе развитие военной техники, торговли, науки, общеевропейский торговый и промышленный кризис второй половины XVIII в., начало демографического перехода). Здесь мы отчетливо видим результат коллективных достижений различных стран западноевропейской цивилизации, это своего рода эстафета достижений в рамках промышленной революции (см. ниже).

3. Технологическая инновационная деятельность в Великобритании и других странах западноевропейской цивилизации (1400–1900 гг.)

Как было показано выше, по темпам научно-технических инноваций западноевропейская цивилизация в XV в. опередила китайскую (и Восток в целом) – см. Рис. 5, который подтверждает нашу идею о том, что промышленная революция началась в странах западноевропейской цивилизации в XV в.

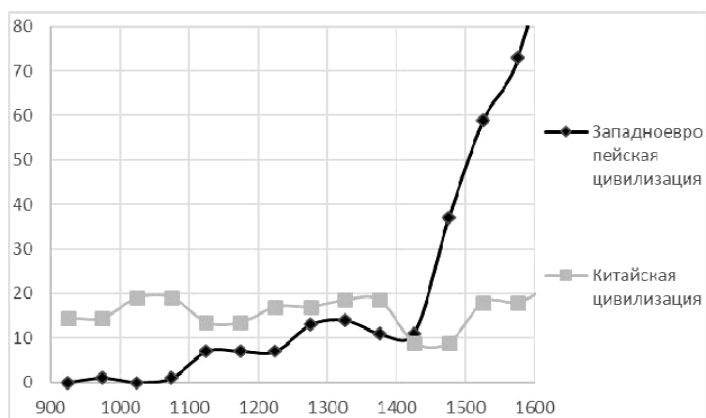


Рис. 5. Количество инноваций в области науки и техники в Европе и Китае за полвека, 900–1600 гг. н. э.

Источник: [Hellemans, Bunch 1988; Bunch, Hellemans 2004; Goldstone 2009: 122].

Эта революция началась на территории, которая включала в себя Нидерланды, Южную Германию, Северную Италию, а также

некоторые регионы Франции, Испании и Португалии. Последнюю треть XV в. и XVI в. мы предлагаем считать начальным этапом промышленной революции. В течение XVI и первой половины XVII в. достижения различных стран западноевропейской цивилизации консолидировались и распространялись, формируя тем самым почву для роста. Этот этап модернизации (с точки зрения изобретений) можно разделить на две части: первая характеризуется сопоставимым уровнем технологической инновационной деятельности в ряде европейских стран; вторая – безусловным лидерством Великобритании.

Если говорить о технологических инновациях, то сравнение Великобритании с ее европейскими соседями очень ясно показывает, что британское первенство начало проявляться только во второй половине XVII в. (см. Рис. 6–11; на Рис. 9–10 это особенно четко видно). До этого Британия явно отставала от Италии, Германии и (на какой-то период) Нидерландов. Таким образом, очевидно, что в течение двух первых веков индустриальной революции она впитала в себя достижения других стран/субсистем западноевропейской цивилизации и только тогда смогла начать собственное инновационное восхождение. Лидерство Великобритании постепенно укреплялось, пока не достигло своего пика во второй половине XVIII в. Но так не могло продолжаться слишком долго. Уже в первые десятилетия XIX в. стало заметно, что некоторые другие зоны/страны западноевропейской цивилизации и нарождавшаяся североамериканская цивилизация предпринимали активные попытки догнать Британию (Рис. 11–12), а во второй половине XIX в. (с 1860-х гг.) она перестала быть технологическим лидером и от десятилетия к десятилетию играла все менее значительную роль в мировом технологическом изобретательском процессе. Роль технологического лидера стала выполнять североамериканская цивилизация (см. Рис. 12–13).

Следует подчеркнуть, что, с одной стороны, на протяжении двух столетий (с первой половины XVII до первой половины XIX в.) мы наблюдаем очевидное инновационно-технологическое лидерство Великобритании; но, с другой стороны, на протяжении большей части этого периода общая инновационная активность остальных зон западноевропейской цивилизации была выше, чем у Британии (Рис. 14–15). Таким образом, первенство последней в области технологических изобретений было относительным, за исключением лишь одного довольно короткого периода – второй половины XVIII и начала XIX в., то есть финальной фазы промышленной революции, когда лидерство Британии было абсолютным (Рис. 14–15).

Методология

Основная база данных, используемая для расчетов, приведенных ниже в данном исследовании, построена на основе данных, представленных в следующих работах: [Hellemans, Bunch 1988; Bunch, Hellemans 2004; Kondratieff 1926; 1935; 1984; Usher 1954; Hausteин, Neuwirth 1982; Duijn 1983; Рыжов 1999; Silverberg, Verspagen 2003; Ballhausen, Kleinlumern 2008; Challoner 2009]. Для Рис. 6–15 мы учли только технологические изобретения, исключая чисто научные открытия (обратите внимание, что на Рис. 1–3 и 5 мы попытались количественно оценить инновационную динамику в науке и технике, – следовательно, там мы учитываем как технологические изобретения, так и научные открытия). Кроме того, мы учитываем только те изобретения, которые действительно были реализованы в течение столетия (то есть мы не принимаем в расчет те наброски Леонардо да Винчи, которые остались только на бумаге). Что касается научных открытий, то исключение сделано лишь для тех из них, которые имеют непосредственное технологическое значение.

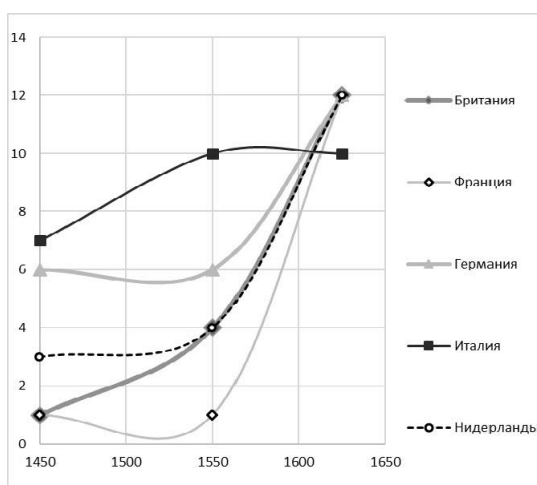


Рис. 6. Динамика технологических изобретений (= темпы эндогенного технологического роста) в пяти ведущих странах западноевропейской цивилизации раннего Нового времени, 1400–1650 гг.

Примечание: точка за 1450 г. на графике обозначает XV в., точка за 1550 г. – XVI в., за 1625 г. – первую половину XVII в. На диаграмме указано количество зафиксированных в нашей базе данных важных технологических нововведений, сделанных в соответствующих странах за столетие. Если на графике указана точка данных за полвека, то мы показываем темпы эндогенного технологического роста в пересчете на столетие (для обеспечения сопоставимости всех точек данных).

Таким образом, для Нидерландов точка 1450 г., указывающая на 3, означает, что в нашей базе данных за XV в. значатся три изобретения (что дает темпы роста три изобретения за столетие), в XVI в. они увеличиваются до четырех изобретений за столетие; в первой половине XVII в. в нашей базе данных зарегистрировано шесть изобретений в Нидерландах, что дает этой стране за 1600–1650 гг. темпы эндогенного технологического роста 12 изобретений за столетие.

Для начального этапа промышленной революции и первой половины ее промежуточного этапа (XV, XVI и XVII в.) мы выделили пять основных игроков на поле технологических инноваций: Италия, Германия, Франция, Нидерланды и Великобритания (Рис. 6–9). Конечно, некоторые важные технологические изобретения были сделаны и в других европейских странах (см. Рис. 11–13), а их общее количество в XV и XVI вв. превысило зафиксированное для Франции. Но в целом они не играли значимой роли до начала XVIII в. После этого их роль начала возрастать, что подтверждает нашу идею формирования единого общеевропейского пространства для внедрения и развития инноваций во время промышленной революции. На Рис. 11, 12 и 13 наглядно показано, что в XVIII в. общее число крупных изобретений, сделанных в остальных европейских странах (включая Россию), превысило количество инноваций в одной из бывших стран-лидеров в этой сфере, а именно в Германии, где на тот момент инновационная активность замедлилась.

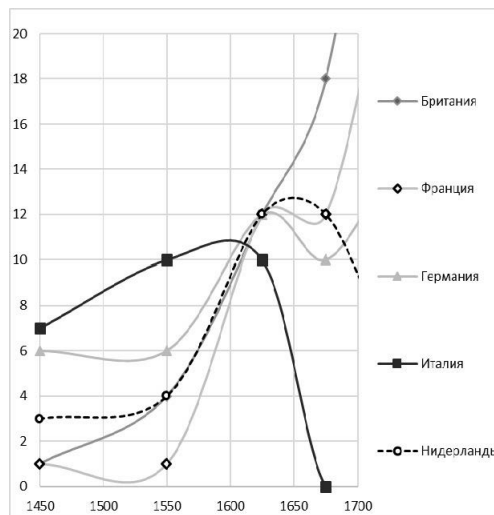


Рис. 7. Динамика технологических изобретений (= темпы эндогенного технологического роста) в пяти ведущих зонах западноевропейской цивилизации раннего Нового времени, 1400–1700 гг.

Примечание: точки 1625 и 1675 гг. на графике относятся к первой и второй половине XVII в. соответственно. Напомним, что в таких случаях мы по-прежнему измеряем темпы эндогенного технологического роста в количестве изобретений в пересчете на столетие (чтобы сделать все точки отсчета сопоставимыми). Так, например, за первую половину XVII в. в нашей базе данных зарегистрировано шесть изобретений в Германии, что за 1600–1650 гг. дает Германии темпы эндогенного технологического роста в размере 12 изобретений за столетие. Во второй половине XVII в. в Германии зарегистрировано пять крупных изобретений, что дает этой стране в 1650–1700 гг. темпы эндогенного технологического роста в размере 10 изобретений за столетие, и т. д.

Более полутора веков (до начала XVII в.) Италия оставалась лидером в области технологических инноваций. Это также соотносится со следующим важным фактом – именно в Италии (особенно в Венеции) в XV и XVI вв. можно было наблюдать самые передовые законодательные акты и практику регистрации изобретений. Однако рост ее активности прекратился в середине XVI в., в то время как другие страны догоняли Италию. Стагнация инновационной активности в Италии достаточно четко коррелировала с началом экономического и политического кризиса, связанного с изменением мировых торговых путей, неспособностью страны изменить модель проведения в сфере политического развития и решения внешнеполитических задач. В то же время отметим, что крупные лидеры инновационной деятельности, Великобритания и Франция, в начале раннего Нового времени сильно отставали от Италии и Германии (Рис. 6–9).

На Рис. 6–10 показан довольно интересный момент, так как в начале XVII в. четыре западноевропейские державы сошлись по количеству важных инноваций на страну; это подтверждает мысль о том, что вполне можно говорить о технологической инновационной активности общеевропейского уровня в XVII в. Несмотря на то что дальнейшее развитие инновационной активности в разных странах было разным, очевидно, что была создана серьезная база, необходимая для начала нового прорыва, нового этапа индустриальной революции. Также на Рис. 8 и 9 отчетливо видна стагнация Италии, где в XVII в. темпы инновационной активности в технологической сфере упали почти до нуля, и это достаточно явно коррелировало с политическим и социальным упадком страны. Инновационная активность с Юга Европы переместилась на Северо-Запад (включая Францию) (см. Рис. 7).

В первой половине XVIII в. наблюдалась определенная дивергенция на Северо-Западе Европы. Эндогенные темпы технологиче-

ского инновационного развития существенно выросли во Франции, и еще больше – в Великобритании (см. Рис. 8).

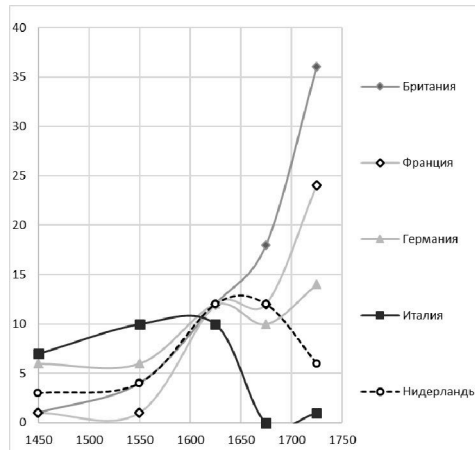


Рис. 8. Динамика технологических изобретений (= темпы эндогенного технологического роста) в пяти ведущих странах западноевропейской цивилизации раннего Нового времени, 1400–1750 гг. Смена лидеров

Таким образом, уже в первой половине XVIII в. британское технологическое лидерство стало очевидным. Но абсолютным оно оказалось только во второй половине XVIII в. (см. Рис. 9).

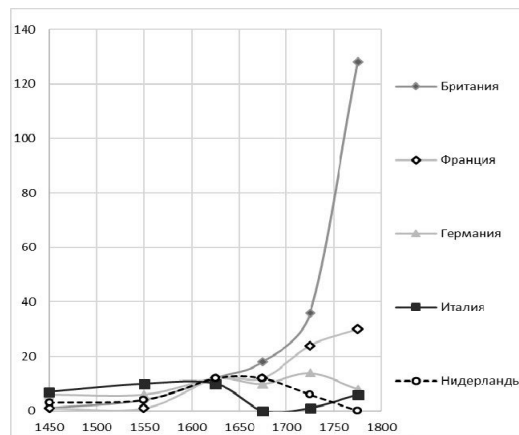


Рис. 9. Динамика технологических изобретений (= темпы эндогенного технологического роста) в пяти ведущих странах Европы раннего Нового времени, 1400–1800 гг. Абсолютное технологическое лидерство Британии в конце XVIII в.

Как видим, во второй половине XVIII в. в Великобритании темпы эндогенного технологического роста увеличились более чем на 250 %. Это произошло на фоне довольно медленного роста данного показателя во Франции, слабого подъема в Италии, явного снижения в Германии и особенно в Нидерландах. В результате технологическое лидерство Великобритании стало почти абсолютным – во второй половине XVIII в. подавляющее большинство важных технологических изобретений было сделано в Великобритании (см. Рис. 14). Огромное преимущество Британии по сравнению с другими технологическими лидерами начала раннего Нового времени становится особенно заметным, если исключить из графика линию Франции (см. Рис. 10).

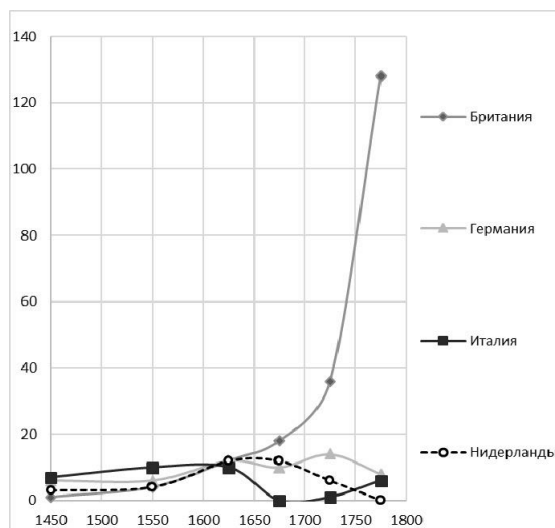


Рис. 10. Динамика технологических изобретений (= темпы эндогенного технологического роста) в четырех ведущих странах западноевропейской цивилизации раннего Нового времени, 1400–1800 гг. При исключении Франции абсолютное технологическое превосходство Британии в сравнении с Германией, Нидерландами и Италией в конце XVIII в. видно еще отчетливее

Однако такое безусловное техногенное господство Британии продолжалось всего полвека. Уже в первой половине XIX в. ее эндогенный технологический рост практически застыл на фоне очень быстрого роста этих темпов во Франции, в Германии и североамериканской цивилизации (США), в результате чего эти страны

почти догнали Британию (см. Рис. 11), в то время как количество значительных изобретений, сделанных за пределами Великобритании, существенно превышало число британских (см. Рис. 15).

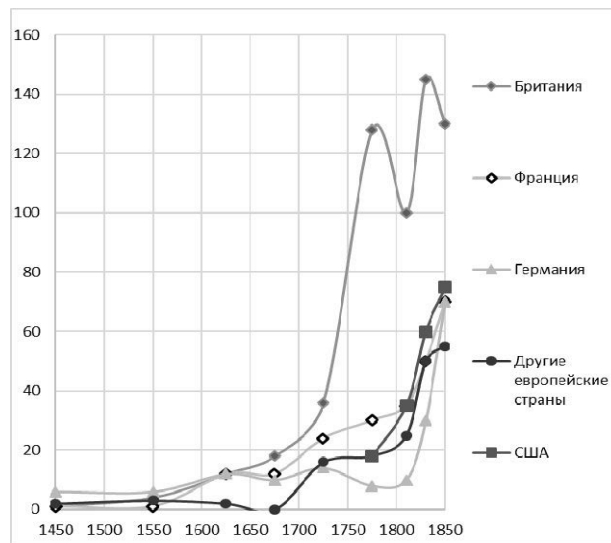


Рис. 11. Динамика технологических изобретений (= темпы эндогенного технологического роста) в странах западноевропейской и североамериканской (США) цивилизаций, 1400–1850 гг. Некоторые западные страны заметно приближаются к Великобритании в первой половине XIX в.

В первой половине XIX в. завершилась промышленная революция. Рис. 6–11, а также Рис. 14–15 в различных проекциях хорошо подтверждают нашу идею о том, что промышленная революция с XV по XIX в. проходила через три фазы: начальную, промежуточную и финальную.

Во второй половине XIX в. Великобритания окончательно утратила технологическое лидерство, так как в конце XIX в. количество значительных изобретений, сделанных в Германии, Франции и североамериканской цивилизации (США), превышало количество британских изобретений (см. Рис. 12), тогда как в 1880–1900-е гг. количество значительных изобретений, сделанных в Великобритании, составляло лишь около 10 % от всех значительных изобретений, сделанных на Западе (см. Рис. 15). Технологическое лидерство к концу XIX в. явно перешло к североамериканской цивилизации (см. Рис. 12).

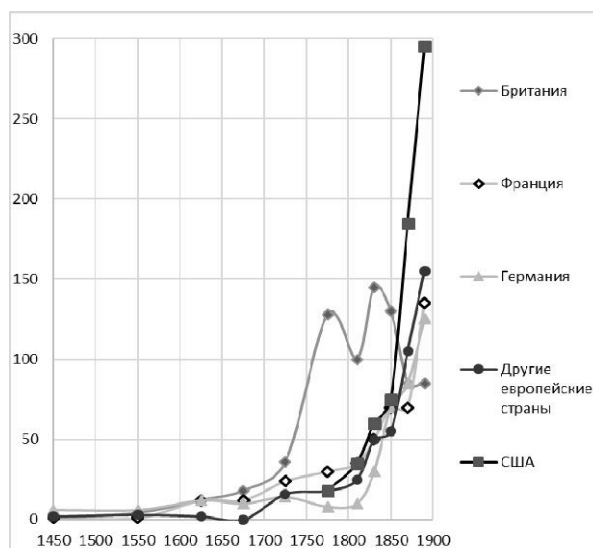


Рис. 12. Динамика технологических изобретений (= темпы эндогенного технологического роста) в западноевропейской и североамериканской цивилизациях, 1400–1900 гг. Сближение между ведущими европейскими странами и США во второй половине XIX в.

Мы продолжаем говорить о трех фазах промышленной революции как о взаимосвязанном процессе, в ходе которого, однако, менялись технологические лидеры, что достаточно четко отражено на Рис. 12 и 13. На начальном этапе (1450–1600 гг.) уже виден довольно высокий уровень технологической инновационной активности (особенно по сравнению с более ранними периодами, предшествовавшими началу промышленной революции), который еще более вырос во второй половине XVI в. Это указывает на переход к промежуточной фазе, когда фундамент промышленной революции значительно укрепился. Как уже было сказано выше (см. Рис. 6–9), на этом этапе технологическими лидерами были Италия и Германия, но наблюдался и постепенный рост значения некоторых других западноевропейских стран: Англии, Франции и Нидерландов. Однако в конце XVI в. еще не было ясно, какая страна в будущем станет технологическим лидером в рамках западноевропейской цивилизации. Промежуточный этап характеризовался появлением новых центров технологических инноваций, а также распространением и совершенствованием предшествующих инноваций. Были усовершенствованы изобретения, сыгравшие немаловажную роль в будущем промыш-

ленной революции. Динамика процесса не была линейной, так как дальнейшее развитие технологической базы требовало серьезных политических изменений. Это хорошо видно на диаграммах (например, на Рис. 8 и 14). Во-первых, мы видим общее продолжение роста инновационной активности в первой половине XVII в. (за исключением Италии, изобретательская активность в которой замедлилась – хотя и все еще оставалась на достаточно высоком уровне) и сближение эндогенных темпов технологического роста во всех ведущих странах западноевропейской цивилизации. Во второй половине XVII в. в странах Западной Европы (за исключением Великобритании) технологическая изобретательская активность замедлилась или даже снизилась, но в целом оставалась выше, чем на предыдущем (начальном) этапе промышленной революции. В Германии после некоторого спада в 1650–1700 гг. она заметно возросла в первой половине XVIII в., но на тот момент Германия уже не являлась одним из технологических лидеров Европы. Реальный подъем технологически-инновационной активности начался там только с первой половины XIX в. Однако в этот период (XVII и первая половина XVIII в.) был сделан ряд важных нововведений в военной тактике и стратегии, а также в международных отношениях, которые, однако, не могли быть отражены в наших расчетах. Во всяком случае, в XVII в. в Британии (несмотря на политическую революцию и гражданскую войну) технологическая изобретательская активность не застопорилась и даже не снизилась; более того, она значительно возросла, что свидетельствует о назревавшем в стране технологическом прорыве (в некоторой степени это было также связано с законодательством о патентах и монополиях, принятом в начале XVII в.).

Тем не менее очевидно (см. Рис. 14 и 15), что в XVII в. и даже в первой половине XVIII в. общая изобретательская активность континентальной зоны западноевропейской цивилизации была значительно выше, чем отдельно взятая изобретательская активность Британии. Кроме того, в XVII в. появились еще два новых лидера в области технологических инноваций – Нидерланды и Франция, что отразило хорошо известную в этом столетии гегемонию Нидерландов в Мир-Системе [см.: Braudel 1981–1984; Arrighi 1994; Modelski 1987, 2006; Modelski, Thompson 1996], а также военно-политическое развитие Франции (это, в свою очередь, отражало ее растущую мощь как ведущей континентальной державы, которая первой в Европе создала новый тип государства, а именно зре-

лое государство [см.: Гринин 2011; Grinin 2012; Grinin, Korotayev 2006].

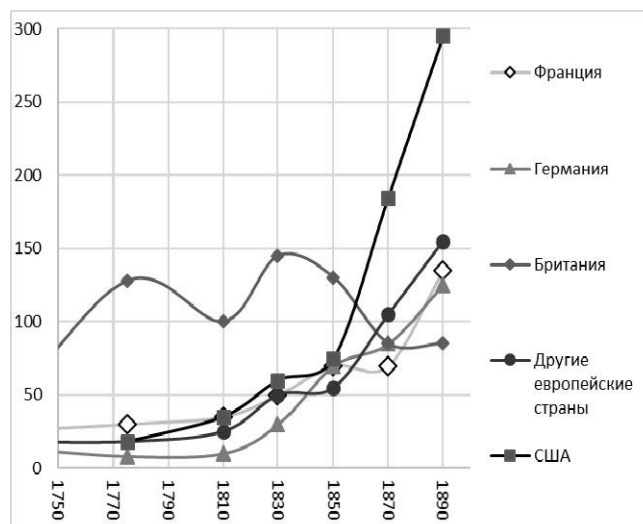


Рис. 13. Динамика технологических изобретений (= темпы эндогенного технологического роста) в западноевропейской и североамериканской цивилизациях, 1750–1900 гг.

Вернемся к теме сопоставления показателей Британии с остальными странами западноевропейской цивилизации (Рис. 14 и 15). Как видно, до 1650 г. число крупных изобретений, сделанных в Британии, было в несколько раз меньше, чем в остальной части западноевропейской цивилизации; в 1650–1750 гг. этот разрыв значительно сократился, но все же количество крупных изобретений, сделанных в континентальной зоне западноевропейской цивилизации, существенно превышало число таких изобретений, сделанных на Британских островах. Еще раз обращаем внимание на то, что в период после Тридцатилетней войны общий рост инноваций в континентальной Европе значительно замедлился (а в Великобритании, несмотря на революцию, технологически-инновационная активность продолжала расти). Новая волна роста изобретательской активности началась в континентальной зоне западноевропейской цивилизации в первой половине XVIII в. (см. Рис. 14). Однако во второй половине XVIII в. в континентальной Европе не наблюдалось чего-либо сопоставимого со взрывным ростом основных технологических изобретений, наблюдавшимся в Британии в этот период (кор-

релируя с промышленной революцией). Во второй половине XVIII в. Великобритания стала абсолютным мировым технологическим лидером, главным двигателем мирового технологического прогресса. Но если посмотреть на Рис. 15, то становится ясно, что в общей картине промышленной революции период, когда Великобритания имела почти полное мировое превосходство в области технологических инноваций, когда там было сделано больше технологических изобретений, чем в остальном мире, оказался относительно коротким. Уже в первой половине XIX в. североамериканской цивилизации, а также нескольким странам западноевропейской цивилизации удалось значительно сократить отставание от Британии, и к концу XIX в. США, Германия и Франция ее опередили. Только благодаря тому, что многие страны континентальной зоны западноевропейской цивилизации (а также североамериканская цивилизация) были готовы использовать те возможности, которые открыла промышленная революция, она смогла так повлиять на мировую историю.

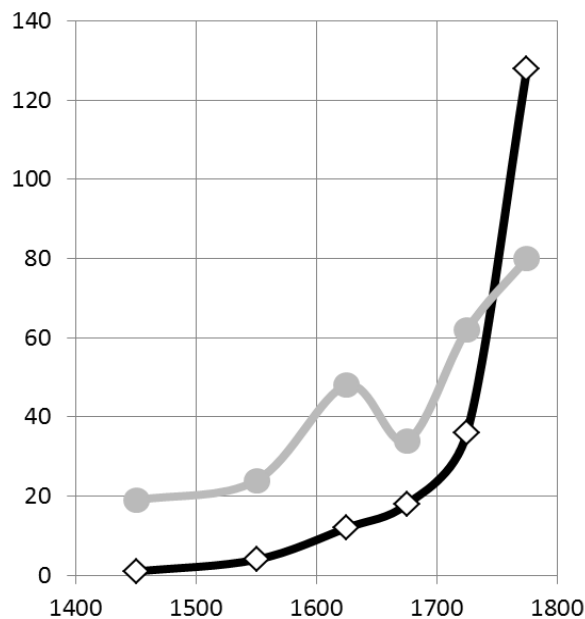


Рис. 14. Сравнение темпов инновационно-технологического роста в Великобритании (черная линия) и остальных зонах западноевропейской цивилизации + североамериканской цивилизации (серая линия), 1400–1800 гг.

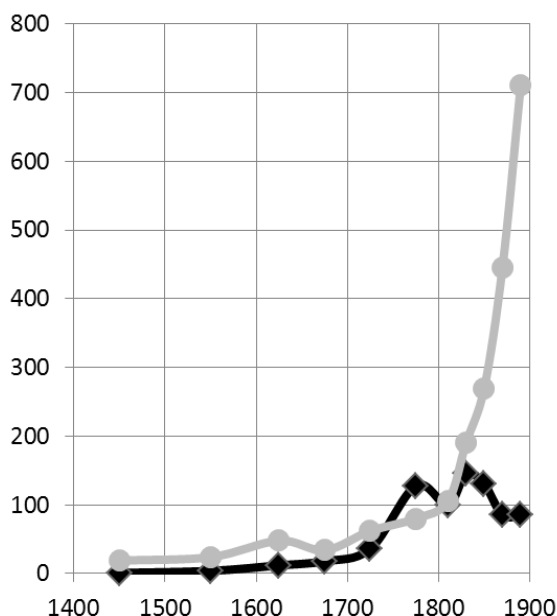


Рис. 15. Сравнение темпов инновационно-технологического роста в Великобритании (черная линия) и остальных зонах западноевропейской цивилизации + североамериканской цивилизации (серая линия), 1400–1900 гг.

Таким образом, в заключение можно отметить, что выход США на первое место с учетом темпов развития технологических инноваций (Рис. 13) означал не только потерю лидерства Великобританией, но и сам факт становления Запада в полном современном смысле этого слова, Запада, который не замыкается только на западноевропейской цивилизации, но включает в себя и североамериканскую цивилизацию. И это означало формирование действительно интегрированной Мир-Системы.

Литература

Акаев А. А. От эпохи Великой дивергенции к эпохе Великой конвергенции. Математическое моделирование и прогнозирование долгосрочного технологического и экономического развития мировой динамики. М. : ЛЕНАНД/URSS, 2019.

Акаев А. А., Румянцева С. Ю., Сарыгулов А. И., Соколов В. Н. Экономические циклы и экономический рост. СПб. : Изд-во Политехнического ун-та, 2011.

Барг М. А. Введение // История Европы: в 8 т. Т. 3. От Средневековья к Новому времени (конец XV – первая половина XVII в.) / под ред. Л. Т. Мильской, В. И. Рутенбурга. М. : Наука, 1993. С. 11–15.

Ванина Е. Ю. Средневековое городское ремесло Индии XIII–XVIII вв. М. : Наука, 1991.

Гринин А. Л. Движение к новому мировому порядку и возможности России // Философия и общество. 2024. № 4. С. 49–71.

Гринин А. Л. О цивилизациях и стране-цивилизации // Век глобализации. 2025. № 2. С. 37–44. DOI: 10.30884/vglob/2025.02.03.

Гринин Л. Е. Формации и цивилизации. Гл. 6. Понятие цивилизации в рамках теории исторического процесса // Философия и общество. 1998. № 2. С. 5–89.

Гринин Л. Е. Производительные силы и исторический процесс. М. : КомКнига, 2006.

Гринин Л. Е. Государство и исторический процесс. Эпоха формирования государства. Общий контекст социальной эволюции при образовании государства. 2-е изд. М. : ЛКИ, 2011.

Гринин Л. Е., Гринин А. Л. От рубил до нанороботов: мир на пути к эпохе самоуправляемых систем (история технологий и описание их будущего). М. : Учитель, 2015.

Гринин Л. Е., Коротаев А. В. Ближний Восток, Индия и Китай в глобализационных процессах. М. : Учитель, 2016а.

Гринин Л. Е., Коротаев А. В. Индия и Китай: модели развития и перспективы в мире // Страны БРИКС: Комплексный системный анализ, математическое моделирование и прогнозирование развития: Предварительные результаты / под ред. А. А. Акаева, А. В. Коротаева, С. Ю. Малкова. М. : URSS, 2016б. С. 246–276.

Гринин Л. Е., Коротаев А. В. Восток и социальная эволюция. М. : Учитель, 2020.

История Европы: в 8 т. / под ред. Л. Т. Мильской, В. И. Рутенбурга. Т. 3. От Средневековья к Новому времени (конец XV – первая половина XVII в.). М. : Наука, 1991.

Коротаев А. В. Периодизация истории Мир-Системы и математические макромодели социально-исторических процессов // История и Математика. Проблемы периодизации исторических макропроцессов / под ред. Л. Е. Гринина, А. В. Коротаева, С. Ю. Малкова. М. : КомКнига/URSS, 2006. С. 116–167.

Коротаев А. В., Гринин А. Л., Гринин Л. Е., Малков С. Ю., Белоусова А. М. Изменение научно-технической активности в процессе жизненного цикла разных цивилизаций. Предварительный сравнительный анализ

шести цивилизаций с древнейших времен до Нового времени // *Философия и общество*. 2025. № 1. С. 5–41.

Коротаев А. В., Малков А. С., Халтурина Д. А. *Законы истории: Математическое моделирование развития Мир-Системы. Демография, экономика, культура*. М. : ЛЕНАНД/URSS, 2019.

Коротаев А. В., Устюжанин В. В., Зинькина Ю. В., Шульгин С. Г., Гринин Л. Е. К математическому моделированию политико-демографического будущего Африки // *Системный мониторинг глобальных и региональных рисков*. Т. 13 / отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, Д. А. Быканова. Волгоград : Учитель, 2022. С. 271–321. DOI: 10.30884/978-5-7057-6184-5_09.

Коротаев А. В., Халтурина Д. А. *Современные тенденции мирового развития*. М. : ЛИБРОКОМ/URSS, 2009.

Коротаев А. В., Халтурина Д. А., Божевольнов Ю. В. *Законы истории: Вековые циклы и тысячелетние тренды. Демография, экономика, войны*. 3-е изд., испр. и доп. М. : ЛКИ/URSS, 2010.

Малков С. Ю., Давыдова О. И. *Цивилизации как объект анализа и моделирования // Информационные войны*. 2024. № 1. С. 33–41.

Мельянцева В. А. *Восток и Запад во втором тысячелетии: экономика, история и современность*. М. : Московский гос. ун-т, 1996.

Рыжов К. В. *100 великих изобретений*. М. : Вече, 1999.

Чумаков А. Н., Гринин Л. Е., Малков С. Ю. и др. *Цивилизация как объект междисциплинарного исследования (материалы круглого стола) // Век глобализации*. 2024. № 3. С. 40–57. DOI: 10.30884/vglob/2024.03.04.

Яковец Ю. В. *Глобализация и взаимодействие цивилизаций*. М. : Экономика, 2001.

Яковец Ю. В. *Новое видение истории, теории и будущего цивилизаций на территории России*. М. : Проспект, 2018.

Яковец Ю. В. *Новая парадигма теории, истории и будущего мира цивилизаций*. М. : МИСК – ИНЭС, 2021.

Ястребицкая А. Л. *Материальная культура и образ жизни в Европе на исходе Средневековья // История Европы: в 8 т. / под ред. Л. Т. Мильской, В. И. Рутенбурга*. Т. 3. От Средневековья к Новому времени (конец XV – первая половина XVII в.). М. : Наука, 1993. С. 16–40.

Abu-Lughod J. *Before European Hegemony*. Oxford, UK : Oxford University Press, 1991.

Akaev A., Malkov S., Bilyuga S., Malkov A., Musieva J., Korotayev A. *Modeling Social Self-Organization and Historical Dynamics. A General Approach // Reconsidering the Limits to Growth. A Report to the Russian Asso-*

ciation of the Club of Rome / ed. by V. Sadovnichy, A. Akayev, I. Ilyin, S. Malkov, L. Grinin, A. Korotayev. Cham : Springer Nature, 2023. Pp. 253–307. DOI: 10.1007/978-3-031-34999-7_15.

Ali W. The Arab Contribution to Islamic Art from the Seventh to the Fifteenth Centuries. Cairo : The American University of Cairo Press, 1999.

Allen R. C. The British Industrial Revolution in Global Perspective. Cambridge : Cambridge University Press, 2009.

Allen R. C. Global Economic History: A Very Short Introduction. Oxford : Oxford University Press, 2011.

Armstrong W. H. G. A Social History of Engineering. London : Faber and Faber, 1961.

Arrighi G. The Long Twentieth Century. Money, Power and the Origins of Our Times. London : Verso, 1994.

Ballhausen H., Kleinlümern U. Chronik griffbereit: Die wichtigsten Erfindungen der Menschheit: Geniale Ideen, die die Welt veränderten. München : Wissen Media Verlag GmbH, 2008.

Barreiros D. Plague and Climate in the Collapse of an Ancient World-System: Afro-Eurasia, 2nd Century CE // Social Sciences. 2025. Vol. 14. No. 9. Pp. 1–59.

Bernal J. D. Science in History. 3rd ed. New York : Hawthorn Books, 1965.

Bloch M. Avènement et conquêtes du moulin à eau // Annales d'histoire économique et sociale. 1935. Vol. 7. Pp. 538–563.

Boxer Ch. R. The Dutch Seaborne Empire 1600–1800. New York, NY : Alfred A. Knopf, 1965.

Braudel F. Capitalism and Material Life, 1400–1800. New York, NY : Harper and Row, 1973.

Braudel F. Civilization and Capitalism, 15th – 18th Century: in 3 vols. New York, NY : Harper and Row, 1981–1984.

Bunch B. H., Hellemans A. The History of Science and Technology. New York, NY : Houghton Mifflin Company, 2004.

Cameron R. A Concise Economic History of the World: From Paleolithic Times to the Present. New York : Oxford University Press, 1989.

Carus-Wilson E. An Industrial Revolution of the Thirteenth Century // Economic History Review. 1941. No. 11. Pp. 39–60.

Challoner J. 1001 Inventions that Changed the World. Hauppauge, NY : Barron's, 2009.

Chaunu P. European Expansion in the Later Middle Ages. Amsterdam : North Holland Pub. Co., 1979.

Christian D. *Maps of Time: An Introduction to Big History*. Berkeley, CA : University of California Press, 2004.

Cipolla C. M. *Before the Industrial Revolution. European Society and Economy. 1000–1700*. London; New York : W. W. Norton & Company, 1981.

Clark C. *Population Growth and Land Use*. New York, NY : Palgrave Macmillan, 1968.

Comparative Early Modernities 1100–1800 / ed. by D. Porter. New York : Palgrave-Macmillan, 2012.

Crone P. *Pre-Industrial Societies*. Oxford : Blackwell, 1989.

Davies I. N. R. *Europe: A History*. Oxford : Oxford University Press, 1996.

Davies I. N. R. *Heart of Europe: The Past in Poland's Present*. Oxford : Oxford University Press, 2001.

Duijn J. J. van. *The Long Wave in Economic Life*. Boston, MA : Allen and Unwin, 1983.

Durand J. D. *The Population Statistics of China, A.D. 2–1953* // *Population Studies*. 1960. No. 13. Pp. 209–256.

Early Modern Europe. Issues and Interpretations / ed. by J. B. Collins, K. L. Taylor. Malden, MA : Blackwell, 2006.

Ferguson N. *Civilization: The West and the Rest*. New York : The Penguin Press, 2011.

Forbes R. J. *Power // A History of Technology. Vol. 2. The Mediterranean Civilizations and the Middle Ages, c. 700 B.C. to c. A.D. 1500* / ed. by Ch. Singer, J. Holmyard, A. R. Hall, T. I. Williams, E. Jaffé, N. Clow, R. H. G. Thomson. London : Oxford University Press, 1956. Pp. 601–606.

Gieysztor A. *Trade and Industry in Eastern Europe before 1200* // *The Cambridge Economic History of Europe* / ed. by M. M. Postan, E. Miller. Vol. 2. *Trade and Industry in the Middle Ages*. Cambridge, MA : Cambridge University Press, 1987. Pp. 474–524.

Gille B. *The Problems of Power and Mechanization // A History of Technology and Invention: Progress through the Ages* / ed. by M. Daumas. Vol. 1. *The Origins of Technological Civilization*. New York, NY : Crown Publishers, 1969.

Gimpel J. *The Medieval Machine: The Industrial Revolution of the Middle Ages*. 2nd ed. London : Pimlico, 1992.

Goldstone J. A. *Why Europe? The Rise of the West in World History. 1500–1850*. New York, NY : McGraw-Hill, 2009.

Goldstone J. A. *Divergence in Cultural Trajectories: The Power of the Traditional within the Early Modern* // *Comparative Early Modernities 1100–1800* / ed. by D. Porter. New York : Palgrave-Macmillan, 2012. Pp. 165–192.

Grinin L. E. Production Revolutions and Periodization of History: A Comparative and Theoretic-Mathematical Approach // *Social Evolution & History*. 2007. Vol. 6. No. 2. Pp. 75–120.

Grinin L. E. *Macrohistory and Globalization*. Volgograd : Uchitel, 2012.

Grinin L. E., Grinin A. L. *The Cybernetic Revolution and the Forthcoming Epoch of Self-Regulating Systems*. Volgograd : Uchitel, 2016.

Grinin L., Grinin A., Korotayev A. A Quantitative Analysis of Worldwide Long-Term Technology Growth: From 40,000 BCE to the Early 22nd Century // *Technological Forecasting and Social Change*. 2020. Vol. 155. Pp. 1–15. DOI: 10.1016/j.techfore.2020.119955.

Grinin L., Grinin A., Korotayev A. *Cybernetic Revolution and Global Aging. Humankind on the Way to Cybernetic Society, or the Next Hundred Years*. Cham : Springer, 2024. DOI: 10.1007/978-3-031-56764-3.

Grinin L. E., Korotayev A. V. *Political Development of the World System: A Formal Quantitative Analysis // History & Mathematics: Historical Dynamics and Development of Complex Societies* / ed. by P. Turchin, L. Grinin, V. de Munck, A. Korotayev. Moscow : KomKniga, 2006. Pp. 63–114.

Grinin L. E., Korotayev A. V. *Origins of Globalization in the Framework of the Afroeurasian World-System History // Journal of Globalization Studies*. 2014. Vol. 5. No. 1. Pp. 32–64.

Grinin L. E., Korotayev A. V. *Great Divergence and Great Convergence. A Global Perspective*. Cham : Springer Nature, 2015. DOI: 10.1007/978-3-319-17780-9.

Grinin L. E., Korotayev A. V. *Origins of Globalization in the Framework of the Afroeurasian World-System History // Comparing Globalizations, World-Systems Evolution and Global Futures* / ed. by T. D. Hall. Cham : Springer, 2018. Pp. 37–70. DOI: 10.1007/978-3-319-68219-8_3.

Grinin L., Korotayev A. *Africa – the Continent of the Future. Demographic and Economic Challenges and Opportunities // World Futures*. 2024. No. 80(1). Pp. 70–82. DOI: 10.1080/02604027.2024.2315262.

Grinin L., Korotayev A., Tausch A. *Economic Cycles, Crises, and the Global Periphery*. Cham : Springer Nature, 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-41262-7.

Hale J. *The Civilization of Europe in the Renaissance*. London : Harper Collins, 1993.

Haustein H. D., Neuwirth E. *Long Waves in World Industrial Production, Energy Consumption, Innovations, Inventions, and Patents, and Their Identification by Spectral Analysis // Technological Forecasting and Social Change*. 1982. No. 22(1). Pp. 53–89.

Hellems A., Bunch B. *The Timetables of Science*. New York, NY : Simon and Schuster, 1988.

Hill Ch. *The English Revolution, 1640*. 3rd ed. London : Lawrence & Wishart, 1955.

Huang P. C. C. *Development or Involution in Eighteenth-Century Britain and China? A Review of Kenneth Pomeranz's "The Great Divergence: China, Europe, and the Making of the Modern World Economy"* // *The Journal of Asian Studies*. 2002. No. 61(2). Pp. 501–538.

Israel J. I. *The Dutch Republic, Its Rise, Greatness, and Fall. 1477–1806*. Oxford : Clarendon Press, 1995.

Johnson A. H. *Europe in the Sixteenth Century: 1494–1598*. London : Rivingtons, 1955.

Jones J. R. *The Anglo-Dutch Wars of the Seventeenth Century*. London; New York, NY : Longman, 1996.

Kondratieff N. D. *Die langen Wellen der Konjunktur*. *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*. 1926. No. 56(3). Pp. 573–609.

Kondratieff N. D. *The Long Waves in Economic Life* // *Review of Economic Statistics*. 1935. Vol. 17. No. 6. Pp. 105–115.

Kondratieff N. D. *The Long Wave Cycle*. New York, NY : Richardson & Snyder, 1984.

Korotayev A. V. *The World System Urbanization Dynamics: A Quantitative Analysis* // *History & Mathematics: Historical Dynamics and Development of Complex Societies* / ed. by P. Turchin, L. Grinin, A. Korotayev, V. C. de Munck. Moscow : KomKniga/URSS, 2006. Pp. 44–62.

Korotayev A. V., Malkov A. S., Khaltourina D. A. *Introduction to Social Macrodynamics: Compact Macromodels of the World System Growth*. Moscow : KomKniga/URSS, 2006.

Korotayev A., Malkov S., Musieva J. *Demography. Toward Optimization of Demographic Processes* // *Overcoming the Limits to Growth. A Report to the Club of Rome* / ed. by V. Sadovnichy, A. Akayev, I. Ilyin, S. Malkov, L. Grinin, A. Korotayev. Cham : Springer Nature, 2023. Pp. 97–116. DOI: 10.1007/978-3-031-34999-7_6.

Landes D. S. *Why Europe and the West? Why Not China?* // *Journal of Economic Perspectives*. 2006. Vol. 20. No. 2. Pp. 3–22.

Lilley S. *Technological Progress and the Industrial Revolution, 1700–1914. The Industrial Revolution, 1700–1914* // *The Fontana Economic History of Europe*. Vol. 3 / ed. by C. M. Cipolla. New York, NY : The Harvest Press Limited, Barnes & Noble, 1976. Pp. 187–254.

Lucas A. R. Industrial Milling in the Ancient and Medieval Worlds. A Survey of the Evidence for an Industrial Revolution in Medieval Europe // *Technology and Culture*. 2005. No. 46(1). Pp. 1–30.

Maddison A. *Dynamic Forces in Capitalist Development*. New York, NY : Oxford University Press, 1991.

Maddison A. *Monitoring the World Economy: A Millennial Perspective*. Paris: OECD, 2001.

Maddison A. *World Population, GDP and per Capita GDP, A.D. 1–2008*. 2010. URL: <http://www.ggdc.net/maddison>.

McEvedy C., Jones R. *Atlas of Population History*. London : Lane, 1978.

Modelski G. *Long Cycles in World Politics*. Seattle : University of Washington Press, 1987.

Modelski G. *Global Political Evolution, Long Cycles, and K-Waves. Kondratieff Waves, Warfare and World Security* / ed. by T. C. Devezas. Amsterdam : IOS Press, 2006. Pp. 293–302.

Modelski G., Thompson W. R. *Leading Sectors and World Politics: The Coevolution of Global Politics and Economics*. Columbia, SC : University of South Carolina Press, 1996.

Mumford L. *Technics and Civilization*. New York, NY : Harcourt, Brace & Co, 1934.

Pirenne H. *Histoire de Belgique*. Vols. 1–7. Bruxelles : H. Lamertin, 1920–1932.

Pomeranz K. *The Great Divergence: China, Europe, and the Making of the Modern World Economy*. Princeton, NJ : Princeton University Press, 2000.

Postan M. *The Trade of Medieval Europe: The North* // *The Cambridge Economic History of Europe*. Vol. 2. *Trade and Industry in the Middle Ages* / ed. by M. M. Postan, E. Miller. Cambridge : Cambridge University Press, 1987. Pp. 168–305.

Rayner R. M. *European History 1648–1789*. New York : David McKay Company, Inc., 1964.

Reinert E. S. *How Rich Countries Got Rich and Why Poor Countries Stay Poor*. London : Constable, 2007.

Rietbergen P. J. A. N. *A Short History of the Netherlands. From Prehistory to the Present Day*. 5th ed. Amersfoort : Bekking, 2002.

Saliba G. *Islamic Science and the Making of the European Renaissance*. Cambridge, MA; London : MIT Press, 2007.

Silverberg G., Verspagen B. *Breaking the Waves: A Poisson Regression Approach to Schumpeterian Clustering of Basic Innovations* // *Cambridge Journal of Economics*. 2003. Vol. 27. No. 5. Pp. 671–693.

Singer C. A Short History of Science to the Nineteenth Century. Oxford : Oxford University Press, 1941.

Snooks G. D. The Ephemeral Civilization. Exploding the Myth of Social Evolution. London; New York, NY : Routledge, 1997.

The Fontana Economic History of Europe / ed. by C. M. Cipolla. Vol. 1. The Middle Ages. London : Collins/Fontana, 1972.

Usher A. P. A History of Mechanical Inventions. Cambridge, MA : Harvard University Press, 1954.

Vries J. de, Woude A. van der. The First Modern Economy. Success, Failure, and Perseverance of the Dutch Economy, 1500–1815. Cambridge : Cambridge University Press, 1997.

Vries P. Escaping Poverty: The Origins of Modern Economic Growth. Vienna : W&R Unipress, 2013.

Wallerstein I. The Modern World-System: in 3 vols. New York, NY: Academic Press, 1974, 1980, 1988.

White L. Jr. Medieval Religion and Technology: Collected Essays. Berkeley, CA : University of California Press, 1978.

Wigelsworth J. R. Science and Technology in Medieval European Life. Westport, CT : Greenwood Publishing Group, 2006.

Zhao Wenlin, Xie Shujun-zhu. History of Chinese Population. Peking : People's Publisher, 1988 (in Chinese).