

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ



Кибернетическая революция, шестой длинный цикл Кондратьева и глобальное старение¹

Леонид Е. ГРИНИН<https://orcid.org/0000-0003-0278-2619>

доктор философских наук

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» Российская Федерация, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, 20

e-mail: leonid.grinin@gmail.com

Антон Л. ГРИНИН<https://orcid.org/0000-0003-0912-0423>

кандидат биологических наук

*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
Российская Федерация, 119991, г. Москва, ул. Ленинские горы, 1***Андрей В. КОРОТАЕВ**<https://orcid.org/0000-0003-3014-2037>

доктор исторических наук

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Российская Федерация, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, 20*

Для цитирования: Гринин Л. Е., Гринин А. Л., Коротаев А. В. Кибернетическая революция, шестой длинный цикл Кондратьева и глобальное старение // *AlterEconomics*. 2022. Т. 19. № 1. С. 147-165.
<https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2022.19-1.9>.

Аннотация. В статье показана актуальность использования концепции длинных циклов (волн) Кондратьева во взаимосвязи с теорией производственных (технологических) революций и концепцией лидирующих секторов и технологических укладов. Предметом статьи является анализ кибернетической революции, начавшейся с 1950-х годов и продолжающейся по настоящее время. Методология исследования, которая основана на синтезе указанных теорий, позволяет авторам сделать прогноз, который является основным результатом проведенного исследования. Он состоит в том, что завершающая фаза кибернетической революции начнется в 2030-е гг. и сольется с шестой кондратьевской волной. Также авторы делают прогноз о совокупности ведущих технологий, которые составят основу шестого технологического уклада. Это будет комплекс технологий МАНБРИК (по первым буквам входящих в него технологических направлений, а именно: Медицина, Аддитивные, Нано, Био, Робототехнические, Информационные и Когнитивные технологии). Особенностью МАНБРИК-комплекса будет то, что большинство входящих в него технологий будут являться самоуправляемыми системами. Постоянно набирающий силу процесс глобального старения населения станет существенно влиять на развитие технологий завершающей фазы кибернетической революции и шестого технологического уклада. Это ускорит прорывы в медицине и смежных с ней областях, что сделает медицину важнейшим интегрирующим компонентом возникающего МАНБРИК-комплекса. В заключительной части статьи высказано предположение, что грядущая завершающая фаза кибернетической революции будет сопровождаться исчезновением кондратьевских длинных волн и замедлением научно-технического развития.

Ключевые слова: циклы Кондратьева, шестой технологический уклад, длинные волны в экономике, кибернетическая революция, глобальное старение, медицина

¹ © Гринин Л. Е., Гринин А. Л., Коротаев А. В. Текст. 2022.

Результаты данного исследования были представлены в ранее опубликованных материалах: Гринин Л. Е., Гринин А. Л. Грядущая технологическая революция и глобальные риски // *Век глобализации*. 2016. № 4(20). С. 40–58; Гринин А. Л., Гринин Л. Е. Кибернетическая революция и смена технологического уклада // *Восточно-Европейский научный вестник*. 2016. С. 5–15; Гринин Л. Е. Кондратьевские волны, технологические уклады и теория производственных революций // *Кондратьевские волны*. 2012. № 1. С. 222–262; Коротаев А. В., Гринин Л. Е. Н. Д. Кондратьев и кондратьевские волны в мировой технико-инновационной активности // *Экономическая наука современной России*. 2013. № 2. С. 128–140.

Благодарность: Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (Проект № 20–61–46004) в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского университета «Математические методы анализа сложных систем».

RESEARCH ARTICLE

Cybernetic Revolution, Sixth Long Kondratiev Cycle, and Global Aging

Leonid E. GRININ

Dr. Sci. (Phil.)

HSE University

20, Myasnitskaya St., Moscow, 101000, Russian Federation

e-mail: leonid.grinin@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0278-2619>

Anton L. GRININ

Cand. Sci. (Biol.)

Lomonosov Moscow State University

1, Leninskie gory St., Moscow, 119991, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-0912-0423>

Andrey V. KOROTAYEV

Dr. Sci. (His.)

HSE University

20, Myasnitskaya St., Moscow, 101000, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-3014-2037>

For citation: Grinin, L. E., Grinin, A. L. & Korotayev, A. V. (2022). Cybernetic Revolution, Sixth Long Kondratiev Cycle, and Global Aging. *AlterEconomics*, 19(1), 147-165.

<https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2022.19-1.9>

Abstract. The article aims to show the potential of the synthesis of Kondratiev's concept of long cycles (waves), the theory of production (technological) revolutions, and the concept of the leading sectors and technological orders. Based on these theories, the article analyzes the contemporary cybernetic revolution that started in the 1950s and puts forward a prediction that the final phase of the cybernetic revolution will begin in the 2030s and that this final phase will merge with the sixth Kondratiev wave. The basis of the sixth technological order will be the complex of the leading technologies MANBRIC – medicine, additive technologies, nanotechnologies, robotics, IT, and cognitive technologies. Most of the technologies within this complex will be self-governing systems. One more important factor considered in the analysis is the global population ageing, which will have a significant impact on the development of technologies in the final phase of the cybernetic revolution and the sixth technological order. Global aging will spur the advancement of medical science and related fields and make medicine the most important integrating component of the emergent MANBRIC complex. It can be predicted that the upcoming final phase of the cybernetic revolution will be accompanied by the disappearance of K-waves and slowing down of the technological progress.

Keywords: Kondratiev cycles, the sixth technological paradigm, long waves in the economy, Cybernetic revolution, global aging, medicine

Acknowledgements: The research has been supported by Russian Science Foundation, project No. 20–61–46004, within with framework of development program of Interdisciplinary Scientific School in Moscow State university “Mathematical methods of complex systems analysis”.

UDC 330.8

JEL B22, B52, C32

Введение: возможности теории длинных волн и других концепций для предвидения будущих технологических прорывов и трансформаций

Карл Поппер считал, что реальные и практически важные задачи социальных наук — не обоснование глобальных прогнозов и пророчеств об отдаленном будущем, а открытие и исследование «менее очевидных зависимостей, имеющих место в социальной сфере. Таковыми являются: раскрытие трудностей, встречающихся на пути социального действия, изучение, так сказать, громоздкости, гибкости и хрупкости социального материала, его сопротивления нашим попыткам формировать его и работать с ним» (Поппер, 1992. С. 112). В отношении критики попыток исторических предсказаний и прогнозов Поппер (1993) был в значительной мере прав, поскольку прошлые тенденции невозможно полностью использовать для предсказания будущего. В целом из-за множества случайностей и вероятностного стечения обстоятельств будущее не предопределено (Арон, 1993).

Тем не менее, вполне очевидно, что будущее вырастает из прошлого и настоящего, что определенные тенденции (например, циклические) имеют широкий диапазон действия, и это позволяет строить различные теории развития. На основе этих теорий мы получаем возможность, во-первых, использовать наши знания о ритмах и тенденциях важных процессов в прошлом и в настоящем для того, чтобы попытаться прогнозировать их развитие в будущем. Во-вторых, прогностический потенциал некоторых теорий позволяет говорить об относительно повторяемых паттернах в определенных временных интервалах. К числу таких, в частности, принадлежит теория длинных экономических циклов (50–60 лет).

Эта теория в сформулированном виде, как известно, появилась в начале 1920-х гг. в работах Н.Д. Кондратьева (1922, 1925, 1928, 2002; Kondratieff, 1926, 1928). До этого представления о длинных циклах (часто также называемых волнами) связывались в основном с долгосрочными колебаниями цен и не имели достаточного объяснения, т. е. носили скорее описательный, чем теоретический характер¹. Хотя объяснения и самого Н.Д. Кондратьева не были полностью удовлетворительными, однако они поставили возможность использования теории длинных волн в прогностическом плане на принципиально новую основу. В частности, идея, что такие циклы носят не случайный и экзогенный, а закономерный и эндогенный характер, позволила использовать теорию длинных волн для экономических прогнозов на достаточно долгий период. Сам Кондратьев на этой основе предсказывал будущую Великую депрессию капиталистической экономики конца 1920–1930-х гг. (Кондратьев 2002. С. 339). При этом выведенная им так называемая первая «эмпирическая правильность» связывала причины замедления и ускорения экономического развития с ритмами инноваций.

Это дало начало новому направлению исследований, важнейший вклад в развитие которых внес Й. Шумпертер (Schumpeter, 1939). Далее этот подход постепенно трансформировался в концепцию, согласно которой каждой новой волне (50–60) лет соответствует новый технологический уклад (Grinin, Grinin, Korotayev, 2017). На этой базе многие исследователи прогнозируют формирование вместе с шестой кондратьевской волной и нового технологического уклада. Правда, тут имеются разные подходы. Так, ожидаемой в 2020-х годах новой шестой волне ряд исследователей (см., например: Акаев 2012; Ковальчук 2012; Прайд, Коротаев 2008; Lynch,

¹ Тем не менее, эта проблема интересовала крупнейших экономистов и ранее в конце XIX — начале XX вв. (подробнее см. Гринин, Коротаев, 2017).

2004; Bainbridge and Roco, 2006; Dator, 2006) предостерегают NBIC-конвергенцию, то есть комплекс *Nano* (нано) — *Bio* (био) — *Info* (информационных) — *Cognitive* (когнитивных) технологий. Есть также исследователи (Jotterand 2008), которые видят в будущем иной набор базовых технологических направлений GRAIN (Genomics, Robotics, Artificial Intelligence, Nanotechnology). Мы полагаем на основании привлеченных нами дополнительных теорий, что этот комплекс будет шире и будет иметь иную структуру.

Таким образом, теория длинных волн Кондратьева позволяет нам ориентироваться на примерную дату начала новой длинной волны. Она может начаться, по мнению ряда исследователей, с 2020-х или 2030-х годов. Формирование нового технологического уклада произойдет не накануне, а будет идти в процессе развития цикла. Таким образом, период 2030-х годов является очень важным для прогнозов, а теория длинных волн дает нам определенную временную привязку (Гринин, Коротаев, 2017). Однако, несмотря на все достоинства этой теории, ей, по нашему мнению, все же не хватает связи с более крупными и долгосрочными процессами. Мы полагаем, что наиболее удобными для этого были бы ритмы, связанные с крупнейшими технологическими переворотами в историческом процессе (производственными революциями)¹. Мы считаем, что можно выделить три самые крупные такие революции: неолитическую (или точнее аграрную); промышленную; и современную кибернетическую (которая пока реализовалась как информационная, но в дальнейшем обнаружит новые характеристики).

Исследованию этих крупнейших технологических переворотов в истории (правда, в основном каждому в отдельности, а не как повторяющихся явлений) посвящено много работ (обзор см. в: Гринин Л., Гринин А. 2015а; Grinin, Grinin, Korotayev 2017). Рассмотрев их в совокупности, т. е. на основе учета всех крупнейших технологических переворотов в мировом историческом процессе, мы разработали модель производственной революции, которая позволяет делать долгосрочные прогнозы (см., например: Гринин, 2006; 2012; 2013; Гринин, Коротаев, 2009; Grinin, 2007а; 2007б; 2012; Grinin, Grinin, 2015а; 2015б; Grinin, Korotayev, 2015а, 2016).

На базе синтеза теории длинных циклов и теории производственных революций в настоящей статье нами представлен анализ современной производственной, т. е. кибернетической, революции. Ее начальная фаза разворачивается с 1950-х годов, а в настоящее время имеет место средняя, или модернизационная, фаза. Мы прогнозируем, что в ближайшие десятилетия следует ждать третьей, завершающей фазы этой революции. Она начнется в 2030–2040-х гг. и продлится до 2060–2070-х гг. Мы назвали данную революцию кибернетической, исходя из того, что ведущий тип ее технологий связан с информацией и управлением. В дальнейшем эти связи будут только возрастать, т. е. будущие технологии в значительной степени будут опираться на принципы кибернетики. Поэтому в результате завершающей фазы кибернетической революции произойдет переход к широкому использованию самоуправляемых систем.

В построении представленных прогнозов мы исходим, таким образом, из следующих подходов:

¹ Подробный анализ методологической связи обеих теорий см. в: Гринин, 2012; 2013; Grinin A., Grinin L, 2015; Grinin, Korotayev, 2016.

Первое. Определение момента начала нового технологического рывка. В районе 2030-х годов можно ожидать начала крупной технологической трансформации. Обоснованность этого прогноза основывается одновременно на: (а) теории длинных волн (многие представители которой считают, что вместе с шестым длинным кондратьевским циклом начнет формироваться и новый шестой технологический уклад, и его становление станет заметным в процессе развития цикла именно в районе 2030 годов), и (б) теории производственных революций, которая предполагает, что к этому периоду технологическая пауза закончится и начнется завершающая фаза кибернетической революции.

Второе. Определение ведущего направления технологического рывка. Здесь мы опираемся на идеи вышеприведённых теорий, которые исходят из того, что выделится комплекс ведущих направлений. В то же время мы особенно опираемся на демографические прогнозы, которые со всей однозначностью говорят, что старение и одновременно сокращение населения в работоспособном возрасте станут одним из главных вызовов для многих стран. Отсюда потребность в обеспечении условий для того, чтобы существенно повысить потолок работоспособности и решить проблему ухода за престарелыми и немощными. По нашему мнению, это может обеспечить прорыв в медицине и связанных с ней инновационных областях. Вот почему мы предполагаем формирование нового комплекса технологий, интегральной частью которого станет новая медицина.

Кибернетическая революция

Согласно нашей концепции (Гринин 2006; 2009; 2012; 2013; Гринин, Гринин, 2015а; Grinin, Grinin, 2013), весь исторический процесс можно разделить на четыре крупных периода на основе смены крупнейших этапов развития мировых производительных сил, названных нами принципами производства. Это понятие обозначает систему неизвестных ранее форм производства и технологий, превосходящих старые принципиально (по возможностям, масштабам, производительности, продуктивности, номенклатуре продукции и т. п.). Мы выделяем четыре принципа производства: 1) охотничье-собирательский; 2) аграрно-ремесленный; 3) промышленно-торговый; 4) научно-кибернетический (он находится еще в начале развития).

Смена принципов производства сопровождается соответствующей революцией.

В настоящее время имеет место кибернетическая революция. Под ней мы понимаем переход от индустриального принципа производства к производству и сфере услуг, основанных на широком использовании самоуправляемых систем. Ее начальная (научно-информационная) фаза датируется 1950–1990-ми гг., когда появились и стали развиваться мощные информационные технологии. Одновременно происходит прорыв в автоматизации, энергетике, в области синтетических материалов, космических технологий, в освоении космоса и морской акватории, сельском хозяйстве, но особенно — в создании электронных средств управления, связи и информации. В настоящий момент кибернетическая революция находится на модернизационной фазе, во время которой одновременно происходят мощное распространение всех предшествующих достижений и их существенное улучшение. Также готовятся технологические и общественные условия для будущего рывка. Завершающая инновационная фаза, по нашим расчетам, может начаться в ближайшие десятилетия — в 2030–2040-е гг. Эта фаза революции названа нами

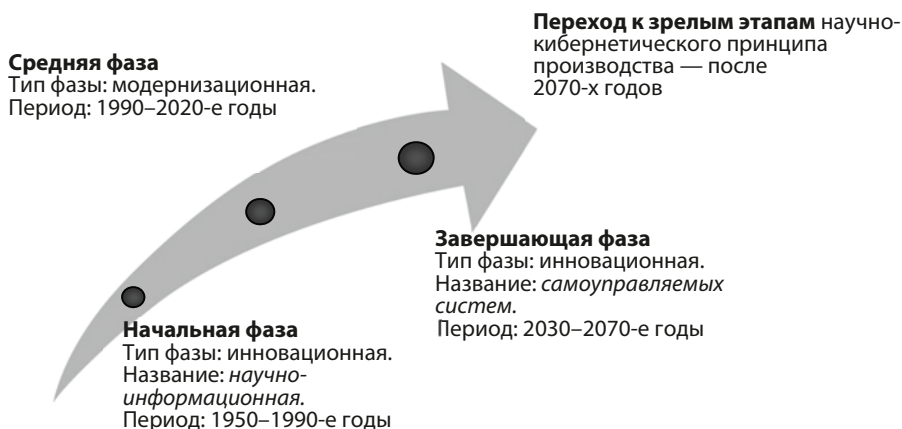


Рис. 1. Фазы кибернетической революции (данный рисунок был ранее опубликован в следующих материалах: Гринин Л. Е., Гринин А. Л. *От рубил до нанороботов. Мир на пути к эпохе самоуправляемых систем (история технологий и описание их будущего)*. М.: Издательство «Учитель», 2015а. 424 с.; Гринин Л. Е., Гринин А. Л. *Кибернетическая революция и шестой технологический уклад // Историческая психология и социология истории*. 2015в. Т. 8, № 1. С. 172–197)

«эпохой самоуправляемых систем». Она продлится до 2070-х гг.¹ Схема кибернетической революции представлена на рисунке 1.

Мы выявили тесную корреляцию между тремя фазами кибернетической революции (и, соответственно, тремя первыми этапами научно-кибернетического принципа производства), а также тремя последними кондратьевскими волнами (подробнее см. Гринин, Гринин, 2015б). Основываясь на теории принципов производства, мы также скорректировали последовательность изменения основных (ведущих) секторов производства при смене кондратьевских волн, добавив еще понятие макросектора (Grinin, 2012; Grinin & Grinin, 2015а). Эти результаты представлены в таблице 1.

Можно видеть, что в будущем общий вектор прорыва будет направлен на увеличение способности вмешиваться в человеческий организм, возможно, в какой-то мере в его геном. Это также означает резкое расширение возможности точечных влияний вместо современных хирургических операций, распространение культуры выращивания отдельных биологических тканей, органов или их частей и элементов для использования в регенерации и реабилитации организма, а также небиологические аналоги биологической ткани (органов, рецепторов) и т. п.

Поэтому при формировании комплекса МАНБРИК-технологий мы полагаем медицину не только в качестве интегральной части нового комплекса технологий, но и его ведущего компонента.

Кластеризация части МАНБРИК-технологий на данный момент достаточно ясна. Например, это проявляется в сближении темпов роста количества новых патентов в медицине, фармацевтике и биотехнологиях. Рисунок 2 показывает, что ключевые технологии предстоящего шестого цикла Кондратьева демонстри-

¹ Пандемия Ковид-19 сильно ускорила процесс распространения самоуправляемых систем, в том числе и тех, с помощью которых регулируется поведение человека (см. Grinin, Grinin, Korotayev, 2021). К сожалению, эти системы, а также другие достижения искусственного интеллекта (вроде распознавания лиц, мониторинга геолокации и т. п.) стали всерьез угрожать индивидуальным свободам и правам людей.

Таблица 1

Кондратьевские волны, технологические уклады и ведущие макросекторы

Кондратьевская волна	Даты	Новый технологический уклад	Ведущий макросектор	Принцип производства и номер его фазы
Первая	1780–1840-е гг.	Текстильной промышленности	Сектор фабричной (легкой) промышленности	Промышленный, 3
Вторая	1840–1890-е гг.	Железных дорог, угля и стали	Сектор добывающей и первичной тяжелой промышленности и транспорта	Промышленный, 4
Третья	1890–1940-е гг.	Электричества, химии и тяжелого машиностроения	Сектор вторичной тяжелой промышленности и машиностроения	Промышленный, 5/6
Четвёртая	1940-е — начало 1980-х гг.	Автомобиля, искусственных материалов, электроники	Сектор общих услуг	Промышленный, 6; научно-информационный, 1
Пятая	1980-е ~ 2020 гг.	Микроэлектроники, персональных компьютеров	Сектор высококвалифицированных услуг	Научно-информационный, 1,2
Шестая	2020/30-е — 2050/60 — 70-е гг.	Нанотехнологии, биотехнологии, новые медицинские технологии, новые технологии управления различными процессами (МАНБРИК-технологии)	Сектор медико-гуманитарных услуг	Научно-информационный, 2,3

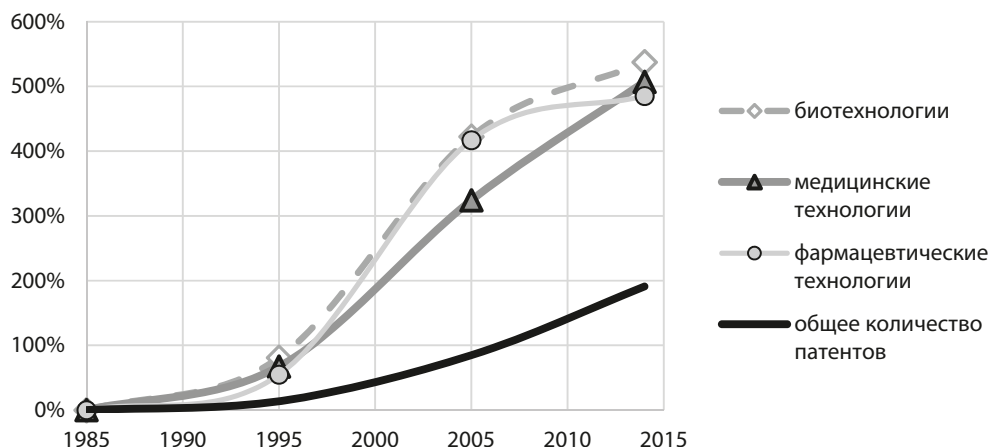


Рис. 2. Относительная глобальная динамика роста числа новых патентов для различных технологий, 1985–2014 гг., в % от уровня 1985 г. Источник данных: WIPO, 2021

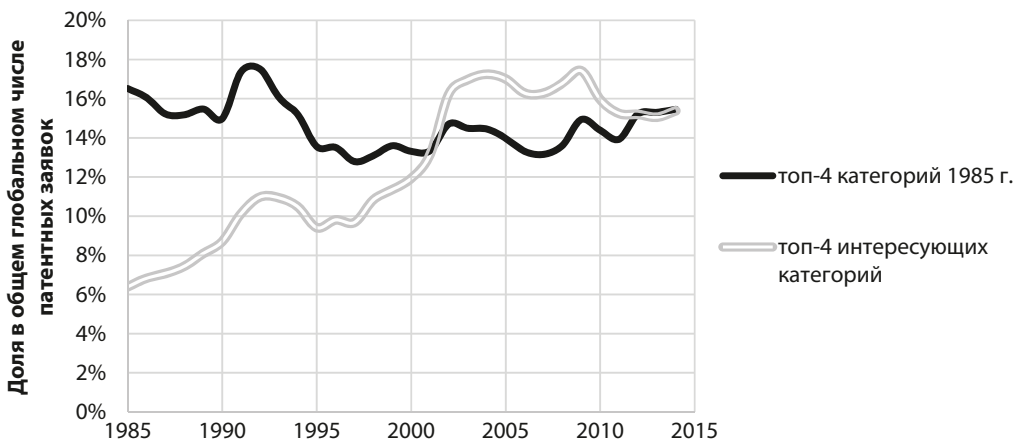


Рис. 3. Динамика средних значений долей топ-4 категорий 1985 г. (а именно: электрических машин и устройств; инструментов для измерений; станков и других специальных машин) и средних значений долей топ-4 заявленных категорий (а именно: компьютерных технологий; медицинских технологий; фармацевтики и биотехнологий), заявок на изобретения от всех заявок на изобретения по миру, %, 1985–2015 гг. (источник: WIPO, 2021)

руют гораздо более высокие темпы инноваций по сравнению с большинством других технологий, зарегистрированных во Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС, или WIPO).

Рисунок 3 показывает, что к настоящему времени четыре ведущие технологии системы МАНБРИК догнали четыре технологии, которые были лидерами по количеству патентных заявок в 1985 году. Для демонстрации того, что технологии МАНБРИК действительно выходят на передний план по инновационности, мы решили сравнить динамику развития МАНБРИК (4 интересующие нас ведущие технологии МАНБРИК) и 4 ведущих технологий периода 1980-х гг.

Рисунок 4 подтверждает также идею о том, что в рамках комплекса МАНБРИК медицинские и родственные технологии будут играть интегрирующую роль.



Рис. 4. Взаимосвязи между различными технологиями МАНБРИК

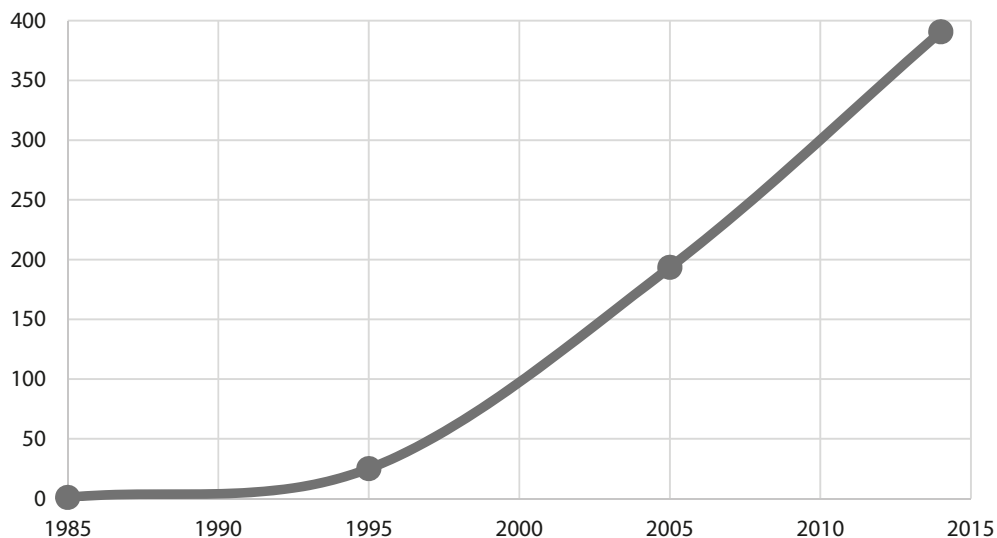


Рис. 5. Относительная глобальная динамика патентных заявок в области нанотехнологий, 1985–2014 гг., 1 = уровень 1985 г. (источник данных: WIPO, 2021)

График демонстрирует, что в Восточной Азии темпы роста патентных заявок в медицине, фармацевтике и биотехнологиях выше, чем не только общие темпы роста патентных заявок, но и темпы роста патентных заявок в компьютерных технологиях. Это также предполагает, что заключительная фаза кибернетической революции может начаться в Восточной Азии.

Возвращаясь к вопросу о формировании системы МАНБРИК, необходимо отметить, что развитие технологий в ней будет происходить неравномерно, поскольку эта система сочетает в себе более молодые и более зрелые технологии. Например, сейчас быстро развиваются нанотехнологии (рис. 5); однако по абсолютному количеству патентов они все еще сильно отстают от медицинских или биотехнологий (WIPO, 2021). Робототехника и аддитивные технологии также развиваются очень быстро; но, к сожалению, в базе данных ВОИС они еще не зарегистрированы как отдельные сферы технологий.

Наконец, анализ системы связей между различными технологиями МАНБРИК подтверждает, на наш взгляд, гипотезу об определяющей роли медицинских технологий в будущем развитии.

Можно видеть, что между медициной и информационными технологиями обнаруживается особенно большое количество связей, которые обеспечили первую фазу кибернетической революции. Заметны связи между медициной, биотехнологиями и нанотехнологиями, то есть в той области, где может возникнуть завершающая фаза кибернетической революции.

В следующем разделе мы рассмотрим будущее развитие медицинских технологий в связи с глобальным старением населения.

Демографические тенденции и предстоящие демографические риски как предпосылки для технологического прорыва в медицине

Отметим, что в ближайшие десятилетия не только развитые, но и развивающиеся страны столкнутся с проблемами старения населения, нехваткой трудо-

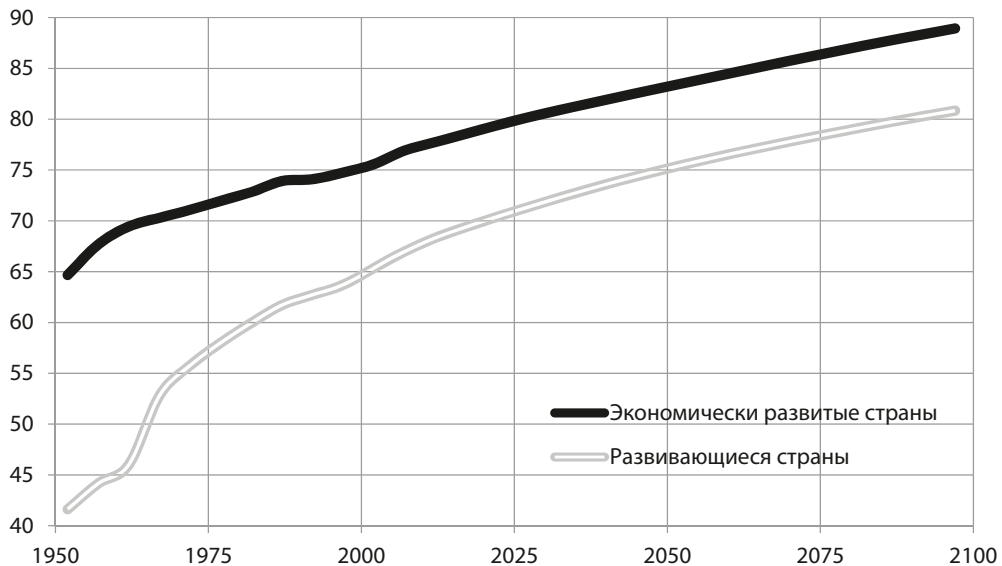


Рис. 6. Динамика ожидаемой продолжительности жизни при рождении (лет) в ядре Мировой системы и на глобальной периферии, 1950–2015 гг., Средний прогноз ООН до 2050 г. Источник: UN Population Division, 2021

вых ресурсов и необходимостью поддерживать растущее число пожилых людей. Прогресс медицины может способствовать продлению трудоспособного возраста, а также общему увеличению средней продолжительности жизни (рис. 6) пожилых людей и более активному вовлечению инвалидов в трудовую деятельность.

Также целый ряд демографических и экономических причин объясняет, почему именно в медицине начнется переход к новому технологическому укладу.

К тому времени мы столкнемся с проблемой старения населения (к 2030 году количество людей в возрасте 65 лет и старше составит один миллиард (рис. 7)).

Как можно видеть, в следующие 20 лет ожидается особенно быстрый глобальный рост числа лиц старше пенсионного возраста — их число фактически удвоится в течение короткого исторического периода. Таким образом, оно увеличится почти на 600 миллионов, а общая численность значительно превысит миллиард. Однако особенно впечатляющее ускорение будет наблюдаться в отношении роста мирового населения в возрасте 80 лет и старше. Если к 2050 году количество лиц пенсионного возраста увеличится примерно вдвое, то количество пожилых людей в возрасте 80 лет и старше увеличится практически в четыре раза, а по сравнению с 1950 годом их количество к 2075 году увеличится почти в 50 раз, то есть почти на два порядка (рис. 8).

Причем эта проблема будет характерна не только для развитых, но также и для многих развивающихся стран, в частности, Китая, Бразилии и Индии (см., например: Grinin, Tsirel, Korotayev, 2015).

Выявленные тренды демографических процессов приведут к усилению ряда социальных проблем. Во-первых, обострится проблема пенсионных выплат, поскольку увеличится количество пенсионеров на одного работающего и одновременно усилится дефицит рабочей силы. В ряде стран, в том числе и в России, он уже остро ощущается (см. подробнее: Grinin, Korotayev, 2015b; Grinin, Korotayev, 2010a;

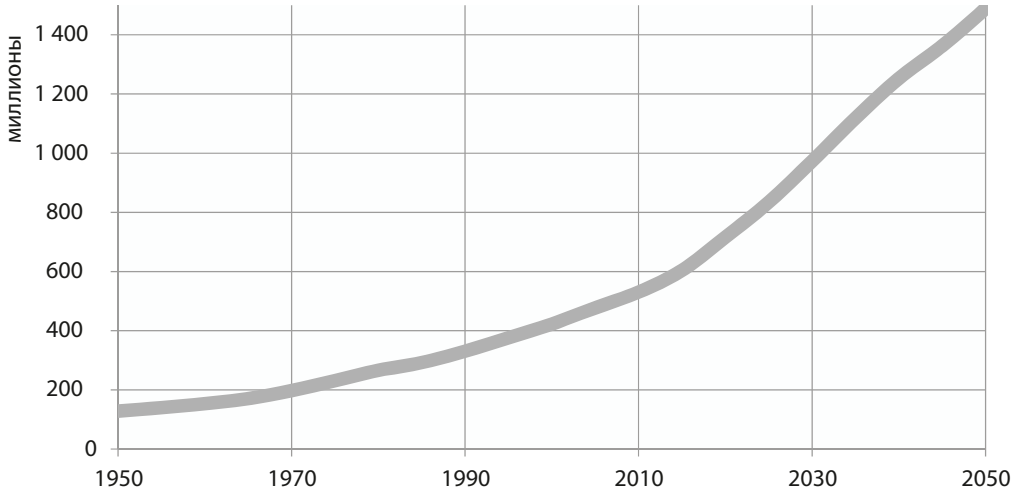


Рис. 7. Рост числа лиц пенсионного возраста (старше 65 лет), 1950–2020 гг., со средним прогнозом ООН до 2050 г. (источник: UN Population Division, 2021)

2015b; Коротаев, Божевольнов, 2012; Коротаев, Халтурина, Божевольнов, 2011; Архангельский и др., 2014; Коротаев и др., 2015). Таким образом, проблему нехватки рабочей силы и пенсионных отчислений необходимо будет решать за счет того, чтобы люди физически могли работать дольше на десять, пятнадцать и более лет (разумеется, здесь потребуются решить и сложные социальные проблемы). Сказанное касается и адаптации инвалидов для более полной их вовлеченности в трудовой процесс за счет новых технических средств и достижений медицины (подробнее см. Гринин, Гринин, 2015а).

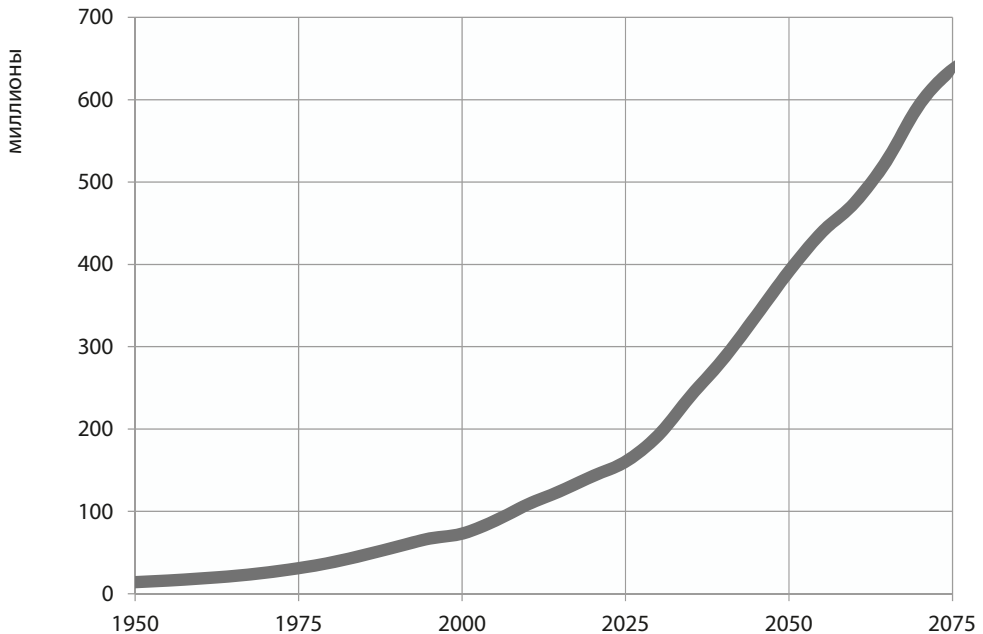


Рис. 8. Рост глобального числа пожилых людей (старше 80 лет), 1950–2020 гг., со средним прогнозом ООН до 2075 г. (источник: UN Population Division, 2021)

Во-вторых, в предстоящие годы существенно сократится рождаемость во многих развивающихся странах, а в таких странах, как Китай, Иран, Таиланд и др. она и так уже снизилась заметно ниже уровня простого замещения поколений. Следовательно, правительства начнут (и уже начинают) в основном беспокоиться не о решении вопроса ограничения роста населения, а о его здоровье.

В-третьих, предстоит обеспечить все более растущий объем медицинских услуг в мире, которые уже сейчас составляют около 10 % мирового ВВП, а в ряде развитых стран, например, в США, уже 19 %. В связи со старением населения (не говоря о пандемических рисках) эти объемы должны возрасти еще более существенно¹.

В-четвертых, к 2030-м годам произойдут большие изменения в возможностях миллиардов жителей развивающихся стран в связи с их конвергенцией с развитыми странами. Ожидается формирование огромного глобального среднего класса, сокращение бедности и неграмотности. В результате акцент сместится с устранения проблем выживания на проблемы повышения уровня жизни, здравоохранения и т. д. Это создаст дополнительный спрос на развитие медицины.

Таким образом, к 2030-м годам могут появиться уникальные возможности для прорыва в медицине. Этому, в частности, будет способствовать складывающаяся к 2030-м гг. ситуация в экономике, демографии, культуре, уровне жизни и т. д., когда резервы и ресурсы для продолжения прежних тенденций будут исчерпаны, в то время как потребности ныне развитых, равно как и приблизившихся к ним развивающихся обществ, возрастут. Отсюда усилится поиск новых путей развития.

Подытожим: к 2030-м гг. мир будет иметь: рост категории людей среднего и пожилого возраста; увеличение потребности экономики в дополнительной рабочей силе и заинтересованности государств в повышении трудоспособности пожилых людей, а также увеличения численности обеспеченных и образованных людей. Иными словами, условия для активизации бизнеса, науки и государства в обеспечении прорыва в области медицины могут быть уникальными, а возникновение именно таких уникальных условий и необходимо для начала инновационной фазы революции!

Вместо заключения: гипотеза о связи завершения кибернетической революции с исчезновением кондратьевских волн

Сопоставление теории длинноволновой динамики Кондратьева и нашей теории производственных революций показывает, что шестая кондратьевская волна, которая приходится на период 2020–2060/70-х годов, накладывается на период завершения очередной (в данном случае кибернетической) производственной революции. Аналогичное совпадение имело место в период так называемой первой кондратьевской волны 1780–1840-х годов. Однако в настоящее время имеется важное отличие. В те годы длительность одного этапа промышленного принципа производства существенно превышала длительность целой кондратьевской волны. Теперь же, наоборот, в связи с ускорением темпов технологического развития каждая фаза протекания кондратьевской волны будет превышать по длитель-

¹ Существуют исследования, в которых показано, что расходы на медицинское обслуживание пациентов 75–84 лет оказываются почти в два раза выше, чем расходы на пациентов 65–74 лет; а расходы на пациентов возрастной группы 85+ по сравнению с последней возрастают более чем в три раза (Алемаячу, Warner, 2004). Стоимость домашнего ухода и краткосрочного пребывания в больнице также весьма зависит от возрастной группы пациентов.

ности один этап развития принципа производства. Уже одно это должно внести существенные модификации в протекание шестой волны, а седьмая волна примет иные, гораздо менее выраженные очертания либо вовсе не состоится. Такой прогноз основывается также на том, что грядущая завершающая фаза кибернетической революции будет связана с эпохой самоуправляемых систем. Таким образом, и управление экономикой должно подняться на новый уровень. Можно предположить, что кондратьевские волны появляются на определенном этапе социальной эволюции и, по-видимому, должны исчезнуть на ином ее этапе.

Сглаживание (вплоть до исчезновения) длинноволновой цикличности также может провоцироваться интенсификацией процесса глобального старения. К концу XXI века этот процесс охватит практически все страны мира. А благодаря достижениям кибернетической революции продолжительность жизни, вероятно, будет значительно выше, чем сегодня. При этом следует учитывать тот факт, что пожилые люди гораздо более консервативны (см., например: Grinin, Grinin, & Korotayev, 2020; Коротаев, Зинькина и др., 2018; Коротаев, Новиков, Шульгин, 2019; Коротаев, Бутовская и др., 2021). Этот консерватизм, скорее всего, станет препятствием на пути высоких темпов технического прогресса.

Таким образом, хотя в следующие несколько десятилетий старение населения будет создавать вызовы, способствующие техническому прогрессу, к концу века оно же, вероятно, будет способствовать замедлению научно-технического развития. Поэтому не исключено, что старение населения вместе с улучшением возможностей социально-экономического планирования будет способствовать переходу глобального общества к более спокойному и медленному развитию (Grinin, Grinin & Korotayev, 2020), которое, кстати, может быть довольно близко к устойчивому развитию, о котором так много говорят.

Список источников

Акаев А. А. Математические основы инновационно-циклической теории экономического развития Шумпетера — Кондратьева // Кондратьевские волны: аспекты и перспективы / Под ред. А. А. Акаева, Р. С. Гринберга и др. Волгоград: Учитель, 2012. 384 с.

Арон Р. Этапы развития социологической мысли / Общ. ред. и предисл. П. С. Гуревича. М.: Прогресс, 1993. 606 с.

Архангельский В. Н., Божевольнов Ю. В. и др. Через 10 лет будет поздно. Демографическая политика Российской Федерации: вызовы и сценарии. М.: Институт научно-общественной экспертизы, 2014. 100 с.

Гринин А. Л., Гринин Л. Е. Кибернетическая революция и грядущие технологические трансформации (развитие ведущих технологий в свете теории производственных революций) // Эволюция Земли, жизни, общества, разума / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, А. В. Марков. Волгоград: Учитель, 2013. С. 167–239.

Гринин Л. Е. Производительные силы и исторический процесс. 3-е изд. М.: КомКнига, 2006. 272 с.

Гринин Л. Е. Государство и исторический процесс: Политический срез исторического процесса. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: ЛИБРОКОМ, 2009. 264 с.

Гринин Л. Е. Кондратьевские волны, технологические уклады и теория производственных революций // Кондратьевские волны: аспекты и перспективы / Ред. А. А. Акаев, Р. С. Гринберг, Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков. Волгоград: Учитель, 2012. С. 222–262.

Гринин Л. Е. Динамика кондратьевских волн в свете теории производственных революций // Кондратьевские волны: Палитра взглядов / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков. Волгоград: Учитель, 2013. С. 31–83.

- Гринин Л. Е., Гринин А. Л.* От рубил до нанороботов. Мир на пути к эпохе самоуправляемых систем (история технологий и описание их будущего). М.: Издательство «Учитель», 2015а. 424 с.
- Гринин Л. Е., Гринин А. Л.* Кибернетическая революция и шестой технологический уклад // Кондратьевские волны: наследие и современность / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, В. М. Бондаренко. Волгоград: Учитель, 2015б. С. 83–106.
- Гринин Л. Е., Гринин А. Л.* Кибернетическая революция и шестой технологический уклад // Историческая психология и социология истории. 2015в. Т. 8, № 1. С. 172–197.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В.* Дефляция как болезнь современных развитых стран // Анализ и моделирование мировой и страновой динамики: методология и базовые модели / Отв. ред. В. А. Садовничий, А. А. Акаев, С. Ю. Малков, Л. Е. Гринин. М.: Издательство «Учитель», 2015а. С. 242–271.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В.* Глобальное старение населения, шестой технологический уклад и мировая финансовая система // Кондратьевские волны. Наследие и современность. Волгоград: Учитель, 2015б. С. 107–132.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В.* О некоторых аспектах истории исследования длинноволновой динамики // Кризисы и прогнозы в свете теории длинных волн / Под ред. Л. Е. Гринина, А. В. Коротаева, Р. С. Гринберга. М.: Издательство «Учитель», 2017. С. 66–89.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В., Цирель С. В.* Циклы развития современной Мир-Системы / Отв. ред. С. Ю. Малков. М.: ЛИБРОКОМ, 2011. 248 с.
- Ковальчук М. В.* Конвергенция наук и технологий — прорыв в будущее // Молодежь и социум. 2012. № 4 (12). С. 10–20.
- Кондратьев Н. Д.* Мировое хозяйство и его конъюнктуры во время и после войны. Вологда: Вологодское областное отделение Государственного издательства, 1922. 258 с.
- Кондратьев Н. Д.* Большие циклы конъюнктуры // Вопросы конъюнктуры. 1925. Т. 1, № 1. С. 28–79.
- Кондратьев Н. Д.* Большие циклы конъюнктуры. Доклады и их обсуждение в Институте экономики. М.: Экономика, 1928. 646 с.
- Кондратьев Н. Д.* Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М.: Экономика, 2002. 765 с.
- Коротаев А. В., Бутовская М. Л., Шульгин С. Г., Зинькина Ю. В.* Влияние глобального старения на глобальную систему ценностей // Век глобализации. 2021. № 4(40). С. 69–80.
- Коротаев А. В., Божевольнов Ю. В.* Математическое моделирование демографического будущего России // Моделирование и прогнозирование глобального, регионального и национального развития / Отв. ред. А. А. Акаев, А. В. Коротаев, Г. Г. Малинецкий, С. Ю. Малков. М.: ЛИБРОКОМ, 2012. С. 436–461.
- Коротаев А. В., Гринин Л. Е.* Кондратьевские волны в Мир-системной перспективе // Кондратьевские волны. 2012. № 1. С. 58–109.
- Коротаев А. В., Зинькина Ю. В., Слинко Е. В., Билюга С. Э.* Возраст, ценности и модернизация в глобальной перспективе // Вестник Московского университета. Серия 27. Глобалистика и геополитика. 2018. № 1. С. 45–67.
- Коротаев А. В., Зинькина Ю. В.* и др. Перспективы демографической динамики России // Анализ и моделирование мировой и страновой динамики: методология и базовые модели / Ред. В. А. Садовничий, А. А. Акаев, С. Ю. Малков, Л. Е. Гринин. М.: Учитель, 2015. С. 192–240.
- Коротаев А. В., Новиков К. Е., Шульгин С. Г.* Ценности пожилых в стареющем мире // Социология власти. 2019. Т. 31, № 1. С. 114–142.
- Коротаев А. В., Халтурина Д. А., Божевольнов Ю. В.* Математическое моделирование и прогнозирование демографического будущего России: пять сценариев // Сценарий и перспектива развития России / Ред. В. А. Садовничий, А. А. Акаев, А. В. Коротаев, Г. Г. Малинецкий. М.: Ленанд. 2011. С. 160–196.
- Поппер К.* Открытое общество и его враги. Т. 2: Время лжепророков: Гегель, Маркс и другие оракулы. М.: Культурная инициатива, 1992. 525 с.

Поннер К. Нищета историцизма. М.: Прогресс, 1993. 188 с.

Новые технологии и продолжение эволюции человека? Трансгуманистический проект будущего / Отв. ред. Прайд В. А., Коротаев А. В. М.: ЛКИ, 2008. 315 с.

Bainbridge W. S., Roco M. Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society. Netherlands: Springer, 2006. 378 p.

Dator J. Alternative Futures for K-Waves // Kondratieff Waves, Warfare and World Security. In Devezas T. C. (Eds.). Amsterdam: IOS Press, 2006. P. 311–317.

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

Grinin L. E. Production Revolutions and the Periodization of History // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2007b. Vol. 77, No. 2. P. 150–156.

Grinin L. E., Grinin A. L. The Cybernetic Revolution and Historical Process // Social Evolution and History. 2015a. Vol. 14, No. 1. P. 125–184.

Grinin L. E., Grinin A. L. Global Technological Perspectives in the Light of Cybernetic Revolution and Theory of Long Cycles // Journal of Globalization Studies. 2015b. Vol. 6, No. 2. P. 119–142.

Grinin L. E., Grinin A. L., Korotayev A. Forthcoming Kondratieff wave, Cybernetic Revolution, and global ageing // Technological Forecasting & Social Change. 2017. Vol. 115. P. 52–68.

Grinin L. E., Grinin A. L., 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, 119955. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119955>.

Grinin L. E., Korotayev A. V. Will the Global Crisis Lead to Global Transformations? The Global Financial System: Pros and Cons // Journal of Globalization Studies. 2010a. Vol. 1, No. 1. P. 70–89.

Grinin L. E., Korotayev A. V. Will the Global Crisis Lead to Global Transformations? The Coming Epoch of New Coalitions // Journal of Globalization Studies. 2010b. Vol. 1, No. 2. P. 166–183.

Grinin L. E., Korotayev A. V. Interaction between Kondratieff waves and Juglar cycles // Kondratieff Waves. Juglar — Kuznets — Kondratieff. In Grinin L., Devezas T., and Korotayev A. (Eds.). Volgograd: 'Uchitel' Publishing House, 2014. P. 25–95.

Grinin L. E., Korotayev A. V., Goldstone J. Great Divergence and Great Convergence: A Global Perspective. New York, London: Springer, 2015a. 261 p.

Grinin L. E., Korotayev A. V. Global population ageing, the sixth Kondratieff wave, and the global financial system // Journal of Globalization Studies. 2016. Vol. 7, No. 2. P. 11–31.

Grinin L., Korotayev A., Tausch A. Economic Cycles, Crises, and the Global Periphery. Cham: Springer, 2016. 280 p.

Grinin L., Tsirel S., Korotayev A. Will the explosive growth of China continue? // Technological Forecasting and Social Change. 2015. Vol. 95. P. 294–308.

Jotterand F. (Eds.) Emerging Conceptual, Ethical and Policy Issues in Bionanotechnology. Vol. 101. Usa: Springer Science & Business Media, 2008. 264 p.

Kondratieff N. D. Die langen Wellen der Konjunktur // Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik. 1926. Vol. 56(3). P. 573–609.

Kondratieff N. D. Die Preisdynamik der industriellen und landwirtschaftlichen Waren. Zum Problem der relativen Dynamik der Konjunktur // Archiv für Sozialwissenschaften und Sozialpolitik. 1928. Vol. 60(1). P. 1–85.

Lynch Z. Neurotechnology and Society 2010–2060 // Annals of the New York Academy of Sciences. 2004. Vol. 1013. P. 229–233. DOI: 10.1196/annals.1305.016.

Nefiodow L., Nefiodow S. The Sixth Kondratieff: The New Long Wave of the Global Economy. Amazon, 2014a.

Nefiodow L., Nefiodow S. The Sixth Kondratieff. The Growth Engine of the 21st Century. Kondratieff Waves: Juglar — Kuznets — Kondratieff. In L. Grinin, T. Devezas, A. Korotayev (Eds.). Volgograd: Uchitel, 2014b. P. 326–353.

Schumpeter J. A. Business Cycles: A theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process. New York, London: McGraw-Hill Book Company, 1939. 461 p.

UN Population Division. 2021. UN Population Division Database. URL: <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/database/index.asp> (дата обращения: 08.11.2021).

World Intellectual Property Organization. WIPO Technology Trends 2021. URL: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4541> (дата обращения: 08.11.2021).

References

Akaev, A. A. (2012). Matematicheskie osnovy innovatsionno-tsiklicheskoj teorii ekonomicheskogo razvitiya Shumpetera — Kondrat'eva. [Mathematical foundations of the innovation-cyclic theory of economic development by Schumpeter — Kondratiev]. *Kondrat'evskie volny: aspekty i perspektivy [Kondratieff Waves: Aspects and Perspectives]*. In A. A. Akaev, R. S. Grinberg, L. E. et al. (Eds.). Volgograd, Russia: Uchitel', 384. (In Russ.)

Arkhangel'skiy, V. N., Bozhevol'nov, Yu. V. et al. (2014). *Cherez 10 let budet pozdno. Demograficheskaya politika Rossiyskoy Federatsii: vyzovy i stsennarii [After 10 years would be too late. Demographic policy of the Russian Federation: challenges and scenarios]*. Moscow, Russia: Institute of Scientific and Public Expertise, 100. (In Russ.)

Aron, R. (1993). *Etapy razvitiya sotsiologicheskoy mysli [Stages of development of sociological thought]*. In P. S. Gurevich (Eds.). Moscow, Russia: Progress, 606. (In Russ.)

Bainbridge, W. S. & Roco, M. (2006). *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society*. Netherlands: Springer, 378.

Dator, J. (2006). Alternative Futures for K-Waves. *Kondratieff Waves, Warfare and World Security*. In Devezas T. C. (Eds.). Amsterdam: IOS Press, 311-317.

Grinin, A. L. & Grinin, L. E. (2013). Kiberneticheskaya revolyutsiya i gryadushchie tekhnologicheskie transformatsii (razvitiye vedushchikh tekhnologiy v svete teorii proizvodstvennykh revolyutsiy) [Cybernetic Revolution and Forthcoming Technological Transformations (The Development of the Leading Technologies in the Light of the Theory of Production Revolutions)]. *Evolyutsiya Zemli, zhizni, obshchestva, razuma [Evolution of the Earth, life, society, mind]*. In L. E. Grinin, A. V. Korotaev, A. V. Markov (Eds.). Volgograd, Russia: Uchitel', 167-239. (In Russ.)

Grinin, L. E. & Grinin, A. L. (2015a). *Ot rubil do nanorobotov. Mir na puti k epokhe samoupravlyaemykh sistem (istoriya tekhnologiy i opisaniye ikh budushchego [From the Biface to Nanorobots. The World is on the Way to the Epoch of Self-Governed Systems (History of Technologies and description of their Future)]*. Moscow, Russia: Moscow Publishing House 'Uchitel', 424. (In Russ.)

Grinin, L. E. & Grinin, A. L. (2015b). Global Technological Perspectives in the Light of Cybernetic Revolution and Theory of Long Cycles. *Journal of Globalization Studies*, 6(2), 119-142.

Grinin, L. E. & Grinin, A. L. (2015b). Kiberneticheskaya revolyutsiya i shestoy tekhnologicheskii ukklad [Cybernetic Revolution and the Sixth Technological Order]. *Kondrat'evskie volny: nasledie i sovremenmost' [Kondratieff Waves: Legacy and Modernity]*. In L. E. Grinin, A. V. Korotaev, V. M. Bondarenko (Eds.). Volgograd, Russia: Uchitel', 83-106. (In Russ.)

Grinin, L. E. & Grinin, A. L. (2015c). Kiberneticheskaya revolyutsiya i shestoy tekhnologicheskii ukklad [Cybernetic Revolution and the Sixth Technological Order]. *Istoricheskaya psikhologiya i sotsiologiya istorii [Historical Psychology & Sociology]*, 8(1), 172-197. (In Russ.)

Grinin, L. E. & Grinin, A. L. (2015a). The Cybernetic Revolution and Historical Process. *Social Evolution and History*, 14(1), 125-184.

Grinin, L. E. & Korotaev, A. V. (2015a). Deflyatsiya kak bolezni' sovremennykh razvitykh stran [Deflation as a Disease of the Modern Developed Countries]. *Analiz i modelirovaniye mirovoy i stranovoy dinamiki: metodologiya i bazovye modeli [Analysis and Modelling of World and Country Dynamics: Methodology and Basic Models]*. In V. A. Sadovnichiy, A. A. Akaev, S. Yu. Malkov, L. E. Grinin (Eds.). Moscow, Russia: Moscow Publishing House 'Uchitel', 242-271. (In Russ.)

Grinin, L. E. & Korotaev, A. V. (2017). O nekotorykh aspektakh istorii issledovaniya dlinnovolnovoy dinamiki [On Some Aspects of the History of Long-Wave Dynamics Research]. *Krizisy i prognozy v svete*

teorii dlinnykh voln [Crises and forecasts from the perspective of the theory of long waves]. In L. E. Grinin, A. V. Korotayev, R. S. Grinberg (Eds.). Moscow, Russia: Moscow Publishing House 'Uchitel', 66-89. (In Russ.)

Grinin, L. E. & Korotayev, A. V. (2010a). Will the Global Crisis Lead to Global Transformations? The Global Financial System: Pros and Cons. *Journal of Globalization Studies*, 1(1), 70-89.

Grinin, L. E. & Korotayev, A. V. (2010b). Will the Global Crisis Lead to Global Transformations? The Coming Epoch of New Coalitions. *Journal of Globalization Studies*, 1(2), 166-183.

Grinin, L. E. & Korotayev, A. V. (2014). Interaction between Kondratieff waves and Juglar cycles. *Kondratieff Waves. Juglar — Kuznets — Kondratieff*. In Grinin L., Devezas T., Korotayev A. (Eds.). Volgograd: 'Uchitel' Publishing House, 25-95.

Grinin, L. E. & Korotayev, A. V. (2015b). Global'noe starenie naseleniya, shestoy tekhnologicheskii ukhad i mirovaya finansovaya sistema [Global Population Ageing, the Sixth Kondratieff Wave, and the Global Financial System]. *Kondrat'evskie volny. Nasledie i sovremennost' [Kondratieff Waves. Heritage and modernity]*. Volgograd, Russia: Uchitel', 107-132. (In Russ.)

Grinin, L. E. (2006). *Proizvoditel'nye sily i istoricheskiy protsess [Productive forces and the historical process]*. 3rd Edition. Moscow, Russia: KomKniga, 272. (In Russ.)

Grinin, L. E. (2007a). Production Revolutions and Periodization of History: A Comparative and Theoretic-Mathematical Approach. *Social Evolution & History*, 6(2), 75-120.

Grinin, L. E. (2007b). Production Revolutions and the Periodization of History. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 77(2), 150-156.

Grinin, L. E. (2009). *Gosudarstvo i istoricheskiy protsess: Politicheskiy srez istoricheskogo protsessa [The State and the Historical Process: A Political Cross-section of the Historical Process]*. 2nd Edition, Revised and Enlarged. Moscow, Russia: LIBROKOM, 264. (In Russ.)

Grinin, L. E. (2012). Kondrat'evskie volny, tekhnologicheskie ukhady i teoriya proizvodstvennykh revolyutsiy [Kondratieff waves, technological structures and the theory of production revolutions]. *Kondrat'evskie volny: aspekty i perspektivy [Kondratieff Waves: Aspects and Perspectives]*. In A. A. Akaev, R. S. Grinberg, L. E. Grinin, A. V. Korotayev, S. Yu. Malkov (Eds.). Volgograd, Russia: Uchitel', 222-262. (In Russ.)

Grinin, L. E. (2013). Dinamika Kondrat'evskikh voln v svete teorii proizvodstvennykh revolyutsiy [Dynamics of Kondratieff waves in the context of the theory of production revolutions]. *Kondrat'evskie volny: Palitra vzglyadov [Kondratieff waves: shades of opinion]*. In L. E. Grinin, A. V. Korotayev, S. Yu. Malkov (Eds.). Volgograd, Russia: Uchitel', 31-83. (In Russ.)

Grinin, L. E., & Korotayev, A. V. (2016). Global population ageing, the sixth Kondratieff wave, and the global financial system. *Journal of Globalization Studies*, 7(2), 11-31.

Grinin, L. E., Grinin, A. L. & Korotayev, A. (2017). Forthcoming Kondratieff wave, Cybernetic Revolution, and global ageing. *Technological Forecasting & Social Change*, 115, 52-68.

Grinin, L. E., Grinin, A. L. & Korotayev, A. (2020). A quantitative analysis of worldwide long-term technology growth: From 40,000 BCE to the early 22nd century. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 119955. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119955>.

Grinin, L. E., Korotayev, A. V. & Tsirel, S. V. (2011). *Tsikly razvitiya sovremennoy Mir-Sistemy [Development cycles of the modern World-System]*. In S. Yu. Malkov (Eds.). Moscow, Russia: LIBROKOM, 248. (In Russ.)

Grinin, L. E., Korotayev, A. V. & Goldstone, J. (2015a). *Great Divergence and Great Convergence: A Global Perspective*. New York, London: Springer, 261.

Grinin, L., Korotayev, A. & Tausch, A. (2016). *Economic Cycles, Crises, and the Global Periphery*. Cham: Springer, 280.

Grinin, L., Tsirel, S. & Korotayev, A. (2015). Will the explosive growth of China continue? *Technological Forecasting and Social Change*, 95, 294-308.

Jotterand, F. (Eds.) (2008). *Emerging Conceptual, Ethical and Policy Issues in Bionanotechnology*. Vol. 101. Usa: Springer Science & Business Media, 264.

Kondratieff, N. D. (1926). Die langen Wellen der Konjunktur. *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*, 56(3), 573-609.

Kondratieff, N. D. (1928). Die Preisdynamik der industriellen und landwirtschaftlichen Waren. Zum Problem der relativen Dynamik der Konjunktur. *Archiv für Sozialwissenschaften und Sozialpolitik*, 60(1), 1-85.

Kondratiev, N. D. (1922). *Mirovoe khozyaystvo i ego kon'yunktura vo vremya i posle voyny* [World economy and its conjuncture during and after the war]. Vologda, Russia: Vologda Regional Branch of the State Publishing House, 258. (In Russ.)

Kondratiev, N. D. (1925). Bol'shie tsikly kon'yunktury [Large Cycles of Conjuncture]. *Voprosy kon'yunktury* [Questions of conjuncture], 1(1), 28-79. (In Russ.)

Kondratiev, N. D. (1928). *Bol'shie tsikly kon'yunktury. Doklady i ikh obsuzhdenie v Institute ekonomiki* [Large Cycles of Conjuncture. Reports and their discussion at the Institute of Economics]. Moscow, Russia: Ekonomika, 646. (In Russ.)

Kondratiev, N. D. (2002). *Bol'shie tsikly kon'yunktury i teoriya predvideniya* [Large conjuncture cycles and the theory of foresight]. Moscow, Russia: Ekonomika, 765. (In Russ.)

Korotaev A. V., Zin'kina Yu. V. et al. (2015). Perspektivy demograficheskoy dinamiki Rossii [Prospects of demographic dynamics of Russia]. *Analiz i modelirovanie mirovoy i stranovoy dinamiki: metodologiya i bazovye modeli* [Analysis and modeling of global and country dynamics: methodology and basic models]. In V. A. Sadovnichiy, A. A. Akaev, S. Yu. Malkov, L. E. Grinin (Eds.). Moscow, Russia: Uchitel', 192-240. (In Russ.)

Korotaev, A. V. & Grinin, L. E. (2012). Kondrat'evskie volny v Mir-sistemnoy perspective [Kondratiev waves in the world-system perspective]. *Kondrat'evskie volny* [Kondratiev waves], 1, 58-109. (In Russ.)

Korotaev, A. V., Butovskaya, M. L., Shulghin, S. G. & Zinkina, Yu. V. (2021). Vliyanie global'nogo stareniya na global'nuyu sistemu tsennostey [Impact of global aging on the global values system]. *Vek globalizatsii* [Age of globalization], 4(40), 69-80. (In Russ.)

Korotaev, A. V., Khalturina, D. A. & Bozhevol'nov, Yu. V. (2011). Matematicheskoe modelirovanie i prognozirovaniye demograficheskogo budushchego Rossii: pyat' stsenariy [Mathematical modeling and forecasting of the demographic future of Russia: five scenarios]. *Stsenariy i perspektiva razvitiya Rossii* [Scenarios and perspective of Russia's development]. In V. A. Sadovnichiy, A. A. Akaev et al. (Eds.). Moscow, Russia: Lenand, 160-196. (In Russ.)

Korotayev, A. V. & Bozhevol'nov, Yu. V. (2012). Matematicheskoe modelirovanie demograficheskogo budushchego Rossii [Mathematical modeling of the demographic future of Russia]. *Modelirovanie i prognozirovaniye global'nogo, regional'nogo i natsional'nogo razvitiya* [Modeling and forecasting of global, regional and national development]. In A. A. Akaev, A. V. Korotaev, G. G. Malinetskiy, S. Yu. Malkov (Eds.). Moscow, Russia: LIBROKOM, 436-461. (In Russ.)

Korotayev, A. V., Novikov, K. E. & Shulgin, S. G. (2019). Tsennosti pozhilykh v stareyushchem mire [Values of the elderly people in an aging world]. *Sotsiologiya vlasti* [Sociology of Power], 31(1), 114-142. (In Russ.)

Korotayev, A. V., Zinkina, Yu. V., Slinko, E. V. & Bilyuga, S. E. (2018). Vozrast, tsennosti i modernizatsiya v global'noy perspektive [Age, values, and modernization in the global perspective]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 27. Globalistika i geopolitika* [Bulletin of Moscow university. Series 27: Global studies and geopolitics], 1, 45-67. (In Russ.)

Kovalchuk, M. V. (2012). Konvergentsiya nauk i tekhnologiy — proryv v budushchee [Convergence of sciences and technologies-breakthrough to the future]. *Molodezh' i sotsium* [Youth and Society], 4(12), 10-20. (In Russ.)

Lynch, Z. (2004). Neurotechnology and Society 2010-2060. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1013, 229-233. DOI: 10.1196/annals.1305.016.

Nefiodow L. & Nefiodow S. (2014a). *The Sixth Kondratieff: The New Long Wave of the Global Economy*. Amazon.

Nefiodow, L. & Nefiodow, S. (2014b). The Sixth Kondratieff. The Growth Engine of the 21st Century. *Kondratieff Waves: Juglar — Kuznets — Kondratieff*. In L. Grinin, T. Devezas, A. Korotayev (Eds.). Volgograd: Uchitel, 326-353.

Popper, K. (1992). *Otkrytoe obshchestvo i ego vragi. T. 2: Vremya lzheprorokov: Gegel', Marks i drugie orakuly [The Open Society and its Enemies. Volume II. The High Tide of Prophecy: Hegel, Marx and the Aftermath]*. Moscow, Russia: Kul'turnaya initsiativa, 525. (In Russ.)

Popper, K. (1993). *Nishcheta istoritsizma [The Poverty of Historicism]*. Moscow, Russia: Progress, 188. (In Russ.)

Prayd, V. A. & Korotaev, A. V. (Eds.). (2008). *Novye tekhnologii i prodolzhenie evolyutsii cheloveka? [Transhumanistic project of the future]*. Moscow, Russia: LKI, 315. (In Russ.)

Schumpeter, J. A. (1939). *Business Cycles: A theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. New York, London: McGraw-Hill Book Company, 461.

UN Population Division (2021). *UN Population Division Database*. Retrieved from: <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/database/index.asp> (Date of access: 08.11.2021).

World Intellectual Property Organization. *WIPO Technology Trends 2021*. Retrieved from: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4541> (Date of access: 08.11.2021).

Дата поступления рукописи: 11.11.2021.

Прошла рецензирование: 25.11.2021.

Принято решение о публикации: 20.12.2021.

Received: 11 Nov 2021.

Reviewed: 25 Nov 2021.

Accepted: 20 Dec 2021.