
ПРОЦЕССЫ ГЛОБАЛИЗАЦИИ

ГРЯДУЩАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ГЛОБАЛЬНЫЕ РИСКИ*

Гринин Л. Е., Гринин А. Л.**

В настоящей статье говорится об основных направлениях и перспективах радикальных технологических инноваций в ближайшие десятилетия, а также о связанных с ними современных глобальных рисках и возможных будущих. В качестве методологической базы используется теория длинных циклов Н. Д. Кондратьева, а также разработанная авторами модель производственной революции, которая на основе учета крупнейших технологических переворотов в мировом историческом процессе позволяет делать определенные прогнозы [см., например: Гринин 2006; Grinin 2007; Гринин Л. Е., Гринин А. Л. 2015; Grinin A. L., Grinin L. E. 2015].

Ключевые слова: исторический процесс, глобализация, производственная революция, принцип производства, кибернетическая революция, самоуправляемые системы, медицина, киборг, киборгизация.

The present article describes the main directions and prospects of the dramatic technological innovations in the nearest decades as well as the related current and possible global risks. The methodological foundations are based on the theory of long cycles of Nikolay Kondratieff as well as on the developed by the authors model of production revolution which takes into account the major technological turns in the world history and allows making certain predictions [see, e.g., Гринин 2006; Grinin 2007; Гринин Л. Е., Гринин А. Л. 2015; Grinin A. L., Grinin L. E. 2015].

Ключевые слова: historical process, globalization, production revolution, production principle, the Cybernetic revolution, self-regulating systems, medicine, cyborg, cyborgization.

1. ОТ АГРАРНОЙ К КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

1.1. Понятие принципов производства и производственных революций

Согласно нашей концепции [Гринин 2006; Grinin 2007; Гринин Л. Е., Гринин А. Л. 2015], весь исторический процесс наиболее продуктивно можно разделить на четыре крупных периода на основе смены крупнейших этапов развития мировых производительных сил, названных нами *принципами производства*. Принцип производства – это понятие, которое обозначает очень крупные каче-

* Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 14-11-00634).

** Гринин Леонид Ефимович – д. ф. н., в. н. с. Института востоковедения РАН, зам. руководителя Евро-азиатского Центра меган истории и системного прогнозирования.

Гринин Антон Леонидович – к. б. н., г. н. с. Международного центра образования и социально-гуманитарных исследований.

ственные ступени развития мировых производительных сил в историческом процессе. Это система неизвестных ранее форм производства и технологий, превосходящих старые принципиально (по возможностям, масштабам, производительности, продуктивности, а во многом и по 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).

Развитие принципа производства – это период зарождения, развития и трансформации новых форм, систем и парадигм организации хозяйствования, во много раз превосходящих по важнейшим параметрам прежние.

Из всех многообразных технологических и производственных изменений, имевших место в истории, наиболее глубокие и всеобъемлющие последствия для общества имели три революции. Они определяются нами как производственные революции (см. рис. 1). Это три следующие производственные революции:

1. **Аграрная**, или сельскохозяйственная. Ее результат – переход к систематическому производству пищи и на этой базе – к сложному общественному разделению труда. Эта революция связана также с использованием новых источников энергии (силы животных) и материалов.

2. **Промышленная**, или индустриальная, в результате которой основное производство сосредоточилось в промышленности и стало осуществляться при помощи машин и механизмов. Значение этой революции не только в замене ручного труда машинным, а биологической энергии – водной и паровой, но и в том, что она открывает в широком смысле процесс трудосбережения (причем не только в сфере физического труда, но и в учете, контроле, управлении, обмене, кредите, передаче информации).

3. **Кибернетическая**, на начальной фазе которой появились мощные информационные технологии, стали использоваться новые материалы и виды энергии, распространилась автоматизация, а на завершающей произойдет переход к широкому использованию самоуправляемых систем (см. ниже).



Рис. 1. Производственные революции в истории

Структурная модель производственных революций. Принципиально важно, что каждая производственная революция имеет однотипный внутренний цикл и включает в себя три фазы: две *инновационные* (начальную и завершающую) и между ними – *модернизационную*. На начальной *инновационной* фазе формируются авангардные технологии, распространяющиеся затем на другие общества

и территории. В результате завершающей *инновационной* фазы производственной революции новый принцип производства достигает расцвета.

Между этими фазами располагается фаза *модернизации*, длительный и очень важный период распространения, обогащения, диверсификации технологий нового принципа производства (появившихся на начальной инновационной фазе), в результате чего и создаются условия для финального инновационного рывка¹.

Таким образом, цикл каждой производственной революции выглядит следующим образом: *начальная инновационная фаза* (появление нового революционирующего производства сектора) – *модернизационная фаза* (распространение, синтез и улучшение новых технологий) – *завершающая инновационная фаза* (доведение возможностей новых технологий до развитых характеристик) (см. рис. 2).

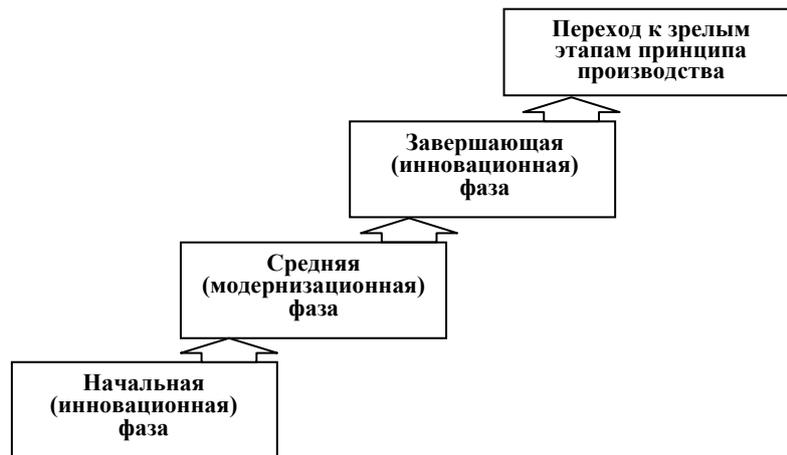


Рис. 2. Структура производственных революций (фазы и их типы)

Схема *инновационных* фаз производственных революций в нашей концепции выглядит следующим образом (модернизационные фазы опущены).

Аграрная революция: *начальная фаза* – переход к примитивному ручному (мотыжному) земледелию и скотоводству начиная примерно с периода 12–9 тыс. лет назад; *завершающая* – переход к ирригационному или плужному неполивному земледелию начиная примерно с периода 5,5 тыс. лет назад.

Промышленная революция: *начальная фаза* открывается в XV–XVI вв. развитием мореплавания, техники и механизации на основе водяного двигателя, качественным усложнением разделения труда в мануфактуре, а также другими процессами; *завершающая фаза* – промышленный переворот XVIII – первой трети XIX в., связанный с внедрением различных машин и паровой энергии.

Кибернетическая революция (1950-е – 2060–2070-е гг.), фазы описаны ниже (см. рис. 3).

Каждая из производственных революций означает переход к принципиально новой системе производства, начало каждой из них маркирует границы между соответствующими принципами производства.

¹ Например, в модернизационной фазе аграрной революции шел процесс создания местных сортов растений и выведения пород животных на базе заимствованных с других территорий.

1.2. Кибернетическая революция. Характеристики

Кибернетическая революция, так же как и предыдущие, совершается в три фазы.

Начальная (научно-информационная) фаза датируется 1950–1990-ми гг.

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.

С середины 1990-х гг. началась **средняя (модернизационная)** фаза, которая, по нашим предположениям, продлится до 2030-х – начала 2040-х гг. Она характеризуется мощным улучшением и распространением инноваций, сделанных на начальной фазе, в частности широким распространением удобных в обращении компьютеров, средств связи, а также формированием макросектора услуг, среди которых важнейшее место стали занимать информационные и финансовые услуги. В то же время подготавливаются инновации, необходимые для начала завершающей фазы кибернетической революции. В период ближайших 15 или более лет мы не предполагаем радикальных технологических прорывов; напротив, мы считаем, что так называемая технологическая пауза затянется [см. ниже].

Завершающая инновационная фаза. Опираясь на теорию технологических укладов, а также учитывая все крупнейшие технологические перевороты в мировом историческом процессе, мы прогнозируем, что завершающая фаза этой революции начнется в 2030–2040-х гг. и продлится до 2060–2070-х гг. На данной фазе произойдет переход к широкому использованию самоуправляемых систем (*то есть систем, которые могут регулировать свою деятельность самостоятельно, при минимальном вмешательстве человека или полном его отсутствии*). Именно потому мы и назвали эту революцию кибернетической.

Кибернетическая революция – *крупнейший технологический переворот от индустриального принципа производства к производству и услугам, базирующимся на работе саморегулирующихся систем*. В целом она станет *революцией управляемых систем* [см.: Гринин 2006; 2013; Гринин А. Л., Гринин Л. Е. 2015; Grinin A. L., Grinin L. E. 2015].

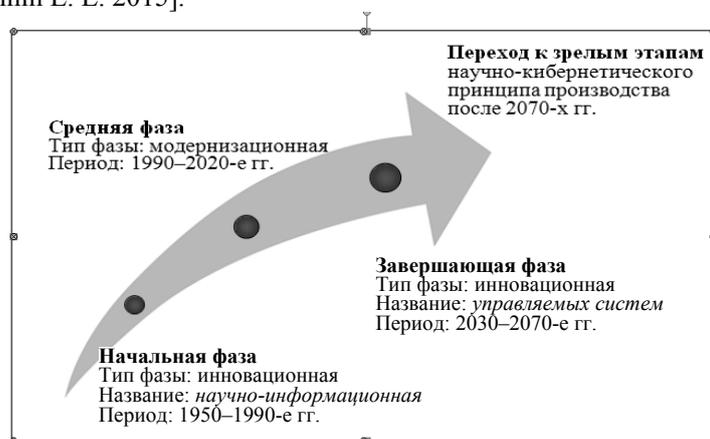


Рис. 3. Фазы кибернетической революции

Мы выделили следующие тесно взаимосвязанные черты кибернетической революции [подробнее см.: Гринин Л. Е., Гринин А. Л. 2015; Grinin A. L., Grinin L. E. 2015].

1. Распространение технологий массового производства самоуправляемых систем разных типов в экономике и жизнедеятельности.

2. Переход к контролю над фундаментальными природными процессами на все более элементарных уровнях организации материи (вплоть до субатомного) и использование мельчайших частиц как строительных блоков, особенно в нано- и биотехнологиях.

3. Контроль над поведением человека с целью уменьшения негативного влияния так называемого человеческого фактора, например контроль над недостаточным вниманием людей, работающих на транспорте, с целью предотвращения возникновения опасных ситуаций.

4. Радикальное расширение технологического выбора различных систем, методов, режимов для достижения конкретных целей и задач.

5. Индивидуализация как тренд технологии.

6. Миниатюризация и микроминиатюризация как основа дальнейшего технологического прогресса [Peercy 2000; Danko *et al.* 1959].

Что такое саморегулируемые системы и почему они так важны? Саморегулируемые системы могут регулировать свою деятельность самостоятельно, отвечая благодаря соответствующим встроенным программам, интеллектуальным (и иным) компонентам на изменения окружающей среды. Это системы, которые соответственно действуют при минимальном вмешательстве человека или полном его отсутствии. Уже сегодня существует множество саморегулируемых систем, таких как самоуправляемые автомобили (электромобили), искусственные спутники Земли, беспилотные самолеты, навигаторы, которые способны проложить маршрут, водителю остается только управлять автомобилем. Жизнеобеспечивающие системы (такие как аппарат искусственного дыхания или искусственное сердце) могут регулировать целый ряд параметров, выбирать наиболее подходящий режим и определять критические ситуации для жизни человека. Имеются также специальные программы, которые могут определять ценность акций и других ценных бумаг, реагировать на изменение их стоимости, самостоятельно покупать и продавать их, совершать в день тысячи операций и фиксировать прибыль. И это лишь немногие примеры из уже существующего множества самоуправляемых систем. Но в большинстве случаев они имеют техническую или информационную природу (как промышленные роботы или компьютерные программы). На завершающей фазе кибернетической революции появится множество самоуправляемых систем, связанных с биологией и бионикой, физиологией и медициной, сельским хозяйством и окружающей средой, нано- и биотехнологиями. Число и сложность таких систем, а равно автономность их работы возрастут на порядки. Кроме того, они смогут существенно экономить потребление энергии и ресурсов. Сама человеческая жизнь все более будет организована через такие саморегулируемые системы (например, путем мониторинга здоровья, режима, регулирования или рекомендации нагрузки, контроля над состоянием больных, предотвращения противоправных действий и т. п.).

Таким образом, современная революция названа нами **кибернетической**, потому что основной ее смысл заключается в широком создании и распространении самоуправляемых автономных систем, способных активно ориентироваться и адаптироваться на основе полученной информации. А кибернетика, как известно, – это наука об управлении и необходимой для этого информации, главные ее принципы вполне подходят для описания действия самоуправляемых систем [подробнее см.: Гринин Л. Е., Гринин А. Л. 2015].

В результате этого на порядок возрастает возможность спланированно и без непосредственного вмешательства человека управлять самыми разными природными, социальными и производственными процессами, управление которыми в настоящий момент невозможно либо крайне ограничено.

Медицина как сфера первоначального технологического прорыва и возникновение комплекса МАНБРИК-технологий. Стоит вспомнить, что промышленная революция началась в довольно узкой хлопчатобумажной отрасли текстильной мануфактуры, что в условиях уже имеющегося большого числа важнейших элементов машинного производства вызвало взрыв инноваций, которые и дали импульс развитию промышленной революции. По аналогии мы предполагаем, что и кибернетическая революция начнется сначала в узкой области. Исходя из общего вектора достижений науки и развития технологий, с учетом того, что будущая область прорыва должна обладать высокой коммерческой привлекательностью и широким рынком, мы прогнозируем, что завершающая фаза этой революции (фаза управляемых систем) начнется на стыке медицины и ряда других технологий (см. ниже). Однако общий вектор прорыва можно обозначить как стремительный рост *возможностей коррекции или даже модификации биологической природы самого человека.*

Разумеется, от первых шагов в этом направлении (в 2030–2040-х гг.) до всемирного широкого применения пройдет не менее двух-трех десятилетий.

Ведущими технологическими направлениями в фазе управляемых систем станут медицина, аддитивные (3D-принтеры), нано- и биотехнологии, робототехника, информационные и когнитивные технологии. Вместе они сформируют сложную систему саморегулируемого производства. Мы обозначаем этот комплекс как **МАНБРИК-технологии**, по первым буквам перечисленных технологий². При этом мы рассматриваем медицину как центральное звено этого комплекса нового уклада³.

Среди исследователей технологических укладов довольно распространена аббревиатура NBIC-технологии (или конвергенция), то есть нано-, био-, информационные и когнитивные [см.: Lynch 2004; Dator 2006; Акаев 2012], которые предполагаются как основа шестого технологического уклада. Есть также исследователи [Jotterand 2008], которые считают ведущими в будущем иной набор техноло-

² Понятно, что порядок букв в данной аббревиатуре не отражает наших представлений о сравнительной важности направлений этого комплекса, он связан с удобством произношения.

³ Л. Нефедов также придает большое значение медицинским, точнее здоровьесберегающим, технологиям в новом технологическом укладе шестой кондратьевской волны. Но все же он считает, что интегральным звеном этого уклада станут биотехнологии [Nefodow L., Nefodow S. 2014a; см. также: *Idem* 2014b]. Однако нам представляется, что главная роль биотехнологий будет определяться прежде всего возможностью решения с их помощью важнейших задач медицины в широком смысле слова.

гических направлений – GRAIN (геномика, робототехника, искусственный интеллект, нанотехнологии – Genomic, Robotics, Artificial Intelligence, Nanotechnology).

Помимо того, что этот комплекс будет в нашем понимании существенно шире, мы отмечаем следующие принципиальные моменты нашей концепции:

1) медицина будет сферой, где начнется завершающая фаза кибернетической революции, но в дальнейшем эта технологическая волна (и развитие самоуправляемых систем) захватит самые разные области производства, услуг и жизни;

2) медицина, как никакая другая отрасль, имеет уникальные возможности для объединения всех новых технологий в единую систему;

3) некоторые демографические и экономические факторы являются важными предпосылками, которые могут обеспечить инновационный прорыв к началу завершающей фазы кибернетической революции именно в области медицины (см. об этом ниже).

Говоря о медицине в кибернетической революции, мы понимаем ее в широком смысле слова, поскольку она будет включать (и уже активно включает) целый ряд инновационных направлений, связанных со смежными областями (например, использование роботов в хирургии и уходе за больными, информационные технологии для удаленной медицины, нейроинтерфейсы для восстановления утраченных способностей; генную терапию и инженерию, нанотехнологии для создания искусственного иммунитета и биочипов, которые мониторят организм; новые материалы для выращивания искусственных органов и многое другое).

2. МОДЕРНИЗАЦИОННАЯ ФАЗА КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И УСИЛЕНИЕ ТУРБУЛЕНТНЫХ ПРОЦЕССОВ В МИРЕ

В отношении периода 1990–2020-х гг. (средней фазы кибернетической революции) имеется в виду, что для начала нового инновационного рывка необходимо, во-первых, «подтягивание» политической составляющей мира к экономической; во-вторых, «подтягивание» уровня развивающихся стран к развитым. Этот период по своей функциональной природе менее инновационный, поэтому данную фазу мы называем модернизационной, то есть широко распространяющей и улучшающей созданные ранее инновации; следовательно, в это время идет «подтягивание» периферии к центру, а также происходят необходимые изменения в структуре общества. Это объясняет, почему в последние десятилетия по сравнению с периодом 1950–1970-х гг. технологический прогресс несколько замедлился (это иногда называют технологической паузой, причины которой, однако, объяснить затруднительно [см., например: Полтерович 2009]). С точки зрения теории производственных революций в указанной *задержке внедрения нового поколения инноваций* нет ничего удивительного [объяснение см.: Гринин 2013; Гринин Л. Е., Гринин А. Л. 2015: прил. 2]. Во-первых, центр не может бесконечно опережать в развитии периферию, то есть разрыв между развитыми и развивающимися странами не может все время увеличиваться. Во-вторых, экономика не может постоянно опережать политическую и иные составляющие, иначе возникают очень сильные диспропорции и деформации. А внедрение новых технологий широкого применения, безусловно, ускорило бы развитие экономики и усилило диспропор-

ции. В-третьих, внедрение и распространение новых базисных технологий происходит не само по себе, а только в соответствующей социально-политической среде [см.: Гринин 2013]. Большое внимание этому аспекту в своей работе уделила К. Перес [2011], кстати, одна из немногих, если не единственная из западных экономистов, кто развивает эту важную тему. Чтобы базисные инновации появились в подходящих для бизнеса формах, помимо всего прочего нужны структурные перемены в политической и социальной сферах, что в конечном счете даст импульс для их синергии и широкого «запуска» в бизнесе. В-четвертых, арена современных изменений стала глобальной, соответственно политические, социальные и иные изменения, необходимые для «подтягивания», также имеют регионально-глобальный характер. На понижительных фазах К-волн всегда должны происходить довольно существенные изменения в разных областях жизни [см.: Гринин 2013], однако именно на этом – втором – этапе научно-кибернетического принципа производства должны произойти особенно серьезные изменения. Соответственно для них требуются и большие усилия.

Таким образом, задержку обуславливает сложность изменения политических и социальных институтов в региональном и даже глобальном масштабах, а также (и, возможно, в первую очередь) международных экономических институтов. Последние могут измениться только благодаря сильной политической воле главных игроков, а ее сложно проявить в условиях современных политических институтов. Они могут измениться скорее всего именно в условиях кризисно-депрессивного развития, вынуждающего к реорганизации и ломке устоявшихся институтов, реконструировать которые в обычных условиях нет ни смелости, ни возможности.

Современный период, а также ближайшие 10–20 лет в политическом плане будут периодом, который мы обозначили как эпоху новых коалиций, точнее период формирования условий для создания нового мирового порядка [см.: Его же 2015; 2016]. Новый мировой порядок создается в результате того, что однополярный мир с абсолютной гегемонией США оказался недолговечным и неустойчивым. Могущество США и Запада в целом стало ослабевать, одновременно наблюдается подъем многих развивающихся стран. Естественно, что США не готовы добровольно работать в направлении изменения мирового порядка так, чтобы мягко и постепенно уступить свое абсолютное лидерство (с имеющейся в этом случае важной возможностью закрепить свое положение первых среди равных). Но и ситуация в быстрорастущих периферийных странах не является очень устойчивой.

Сказанное об особенностях средней фазы кибернетической революции также вполне объясняет причины разницы в темпах развития центра и периферии Мир-Системы в период пятой кондратьевской волны, начало которой датируется концом 1980-х гг., а завершение можно ожидать в 2020-х гг. [Там же]. Периферия должна была «подтянуться» к центру, что достигается более быстрыми темпами ее развития и замедлением развития центра. Однако постоянного бескризисного развития периферии также не стоит ждать, просто там кризис наступит позже и, вероятно, в других формах. Без торможения и серьезных перемен на периферии общего «подтягивания» политической составляющей к экономической

в полной мере не произойдет. Отсюда можно предположить, что в ближайшее десятилетие (примерно до 2020–2025 гг.) темпы роста периферийных стран также могут замедлиться, а их внутренние проблемы усугубятся. В известной мере это может оказаться явлением, которое активизирует западные страны и, не исключено, внесет какие-либо существенные изменения в международные экономические отношения. Также это может способствовать активизации (в качестве контрмеры против рецессии) в периферийных странах финансовых технологий и в целом – инноваций в финансовые технологии в связи с уменьшением выгодных сфер приложения капитала. Возможно, Россия в условиях правильной политики сумеет выиграть от этих перемен.

Таким образом, мир ждут достаточно турбулентные полтора-два десятка лет [см.: Grinin, Korotayev 2015; Гринин 2015; 2016].

3. ПРОЦЕСС ГЛОБАЛЬНОГО СТАРЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ КАК ТРИГГЕР НАЧАЛА ЗАВЕРШАЮЩЕЙ ФАЗЫ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ГЛОБАЛЬНЫЙ РИСК

Мы хотели бы показать тесную корреляцию между такими важнейшими процессами, как глобальное старение населения и развитие технологий, что объясняется наличием положительной обратной связи между ними. Мы считаем, что процесс глобального старения, являющийся в современных условиях одним из главных глобальных рисков, с одной стороны, неизбежно должен вызвать новую волну технологических инноваций в сфере медицины и здоровья (что начнет завершающую фазу кибернетической революции). Но с другой стороны, старение населения несет в себе различные риски, в том числе серьезные экономические и политические проблемы, о предотвращении которых необходимо беспокоиться уже сегодня. Представленный анализ дает возможность делать некоторые прогнозы в развитии будущих технологий и может применяться в разработке рекомендаций для возможного смягчения рисков.

3.1. Глобальное старение населения

Мы исходим из общепринятого прогноза, что глобальное старение населения является неоспоримой тенденцией, которая будет нарастать, захватывая все новые страны, даже если рассматривать инерционный сценарий, и эта тенденция очень существенно и даже радикально повлияет на самые разные сферы, включая развитие технологий.

В настоящий момент ситуация со старением населения и численностью трудоспособного населения в развитых и развивающихся странах существенно различается.

Так, согласно прогнозам ООН, до 2100 г. динамика доли трудоспособных возрастов в общей численности населения будет падать в развитых странах и увеличиваться в развивающихся. Однако сокращение трудоспособного населения началось или начнется в ближайшие годы и во многих развивающихся странах (которые по современной классификации относят к среднеразвитым, например в Китае). Слаборазвитые страны ныне составляют меньшинство развивающихся, основное их количество сосредоточено в Тропической Африке. Таким образом,

процесс повышения доли старших возрастов в структуре населения (то есть старения) является мировым и постепенно будет захватывать все больше стран.

При этом ожидаемая продолжительность жизни в развитых и развивающихся странах будет увеличиваться. Это приведет к заметному старению населения (см. рис. 4).

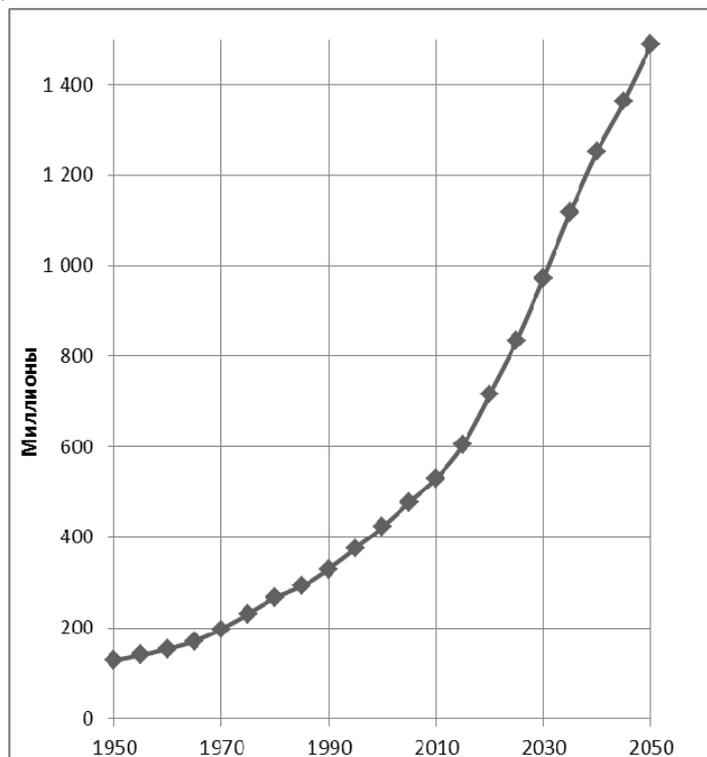


Рис. 4. Рост глобальной численности лиц пенсионного возраста (старше 65 лет), 1950–2015 гг., со средним прогнозом ООН до 2050 г.

Источник данных: UN Population Division 2015; см.: [Гринин, Коротаев 2015: 112].

Как мы видим, особенно быстрый рост глобальной численности лиц пенсионного возраста будет происходить именно в ближайшие 20 лет, когда за этот исторически небольшой отрезок времени его численность в мире практически удвоится, увеличившись почти на 600 миллионов и в целом заметно превысив миллиард человек.

Однако особо стремительное ускорение будет наблюдаться для глобальной численности лиц старше 80 лет. Если число лиц пенсионного возраста к 2050 г. примерно удвоится, то количество пожилых людей старше 80 лет практически учетверится, по сравнению же с 1950 г. их численность к 2075 г. возрастет почти в 50 раз (см. рис. 5).

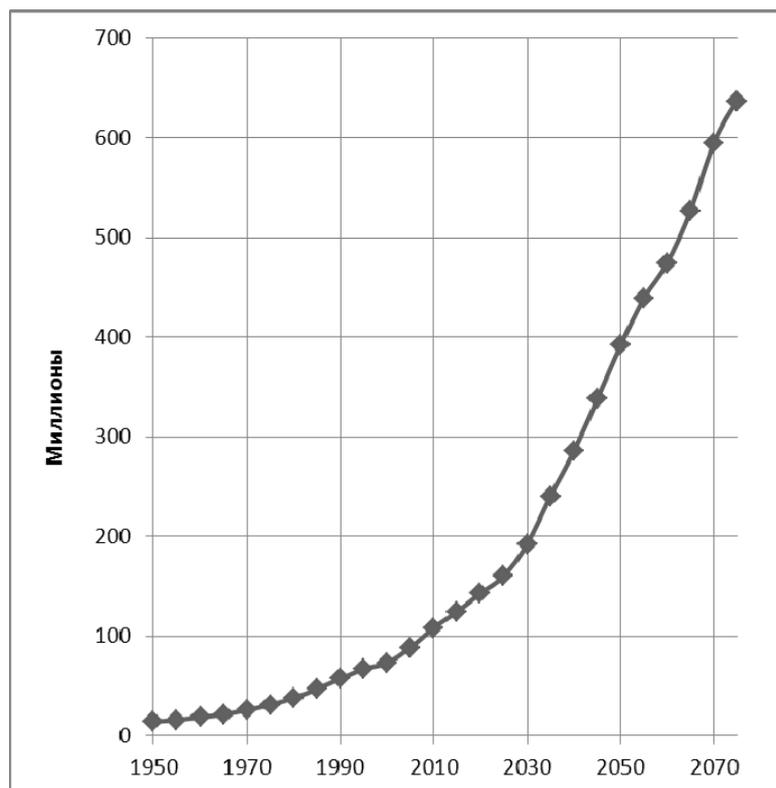


Рис. 5. Рост глобальной численности особо пожилых людей (старше 80 лет), 1950–2015 гг., со средним прогнозом ООН до 2075 г.

Источник данных: UN Population Division 2015; см.: [Гринин, Коротаев 2015: 113].

С особыми сложностями в ближайшие 20–30 лет столкнутся страны первого мира, где стремительный рост количества лиц пенсионного возраста будет сопровождаться все ускоряющимся сокращением численности лиц активного трудоспособного возраста, уже через 20 лет численность первых должна превысить численность последних (см. рис. 6).

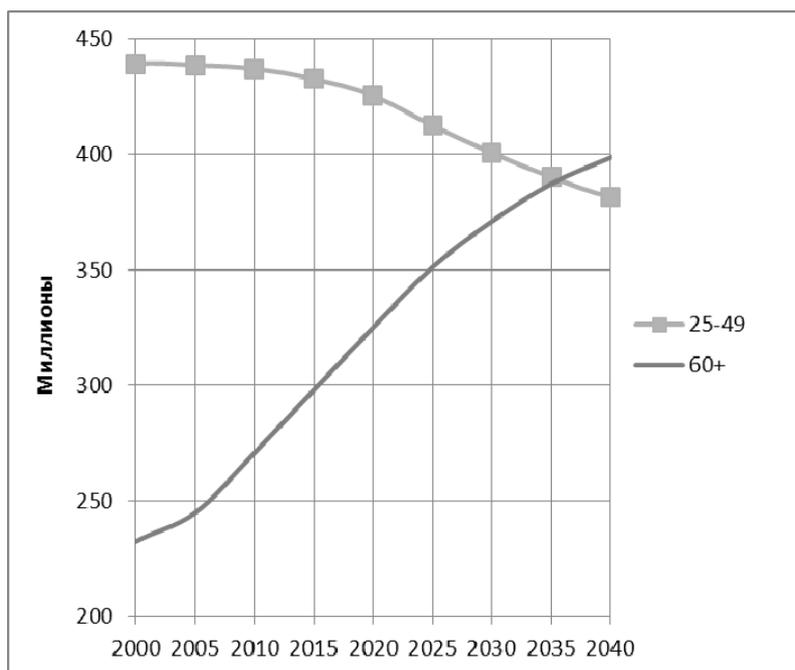


Рис. 6. Динамика численности лиц активного трудоспособного возраста (25–49 лет) и лиц пенсионного возраста (старше 60 лет) в наиболее развитых странах мира⁴, в миллионах человек, 2000–2015 гг., со средним прогнозом ООН на период до 2040 г.

Источник данных: UN Population Division 2015; см.: [Гринин, Коротаев 2015: 114].

Для решения указанных проблем нехватки рабочей силы и роста числа престарелых возможен (и уже принимается) ряд мер (хотя ни одна из них не способна решить проблему в целом):

- 1) увеличение числа эмигрантов в развитых странах. Возможности этого пути во многом исчерпаны, он ведет к размыванию ведущей этнокультурной основы общества (уже сегодня возникают серьезные проблемы в этом направлении);
- 2) увеличение рабочего возраста (возраста выхода на пенсию) и активная реабилитация инвалидов. В условиях грядущей революции в медицинских и реабилитационных технологиях это важный, но недостаточный ресурс;
- 3) развитие трудосберегающих технологий, в частности робототехники, в том числе для создания возможностей по уходу за больными, старыми и беспомощными людьми [см. подробнее: Гринин Л. Е., Гринин А. Л. 2015; Grinin A. L., Grinin L. E. 2015]. Это позволит частично сократить расходы по уходу и на различного рода услуги, но полностью не решит проблемы недостатка средств.

Однако наиболее важным направлением может стать продление продолжительности жизни и радикальное повышение порога возраста, за которым люди уже не смогут работать, то есть создание таких технологий улучшения состояния здоровья, которые позволят людям оставаться физически достаточно бодрыми и энергичными гораздо дольше, чем сегодня.

⁴ *More developed countries/regions*, по классификации ООН.

3.2. Взаимосвязи между развитием технологий и старением, шестой технологический уклад

Как мы предполагаем, процесс старения населения и изменения его возрастной структуры в ближайшие десятилетия будет, с одной стороны, заметно усилен грядущими успехами медицины и иных новейших технологий, используемых для улучшения качества жизни. Но с другой стороны (и это является одной из главных идей статьи), именно процесс старения населения создает уникальные возможности для прорыва в области медицины и смежных с ней технологий.

Как уже было сказано выше [см. также: Гринин 2006; Гринин Л. Е., Гринин А. Л. 2015; Гринин А. Л., Гринин Л. Е. 2015], в районе 2030–2040-х гг. мы ожидаем начала завершающей фазы новой производственной революции, которая существенно изменит структуру производства и жизнь людей. Мы назвали эту революцию кибернетической, поскольку в основе ее будет развитие и распространение различных самоуправляемых систем. Данный технологический рывок, как мы предполагаем, будет связан с прорывом в области новых медицинских и смежных с ними технологий. При этом нарастающий процесс старения населения будет серьезно способствовать разворачиванию завершающей фазы кибернетической революции.

Мы считаем, что новый технологический прорыв произойдет там, где для этого сложатся наиболее благоприятные условия: появится широкий рынок для новых продуктов, появятся огромные инвестиции и возникнет острая потребность в инновациях как производителей, так и потребителей, как бизнеса, так и государства.

Данная фаза, по нашим прогнозам, наложится на шестую кондратьевскую волну (которая датируется нами 2020–2060-ми гг.). Ведущими технологическими направлениями, повторим, станут МАНБРИК-технологии, то есть медицина, аддитивные, нано- и биотехнологии, робототехника, информационные и когнитивные технологии. Они сформируют сложную систему саморегулируемого производства.

Этому, в частности, будет способствовать складывающаяся к 2030-м гг. очень благоприятная ситуация в экономике, демографии, культуре, уровне жизни и т. д., что определит огромную потребность в научно-технологическом рывке. Говоря *благоприятная*, мы не имеем в виду, что в экономике все будет замечательно, скорее наоборот, все будет не столь хорошо, как хотелось бы. Благоприятная обстановка сложится потому, что резервы и ресурсы для продолжения прежних тенденций будут исчерпаны, в то же время потребности как ныне развитых, так и приблизившихся к ним развивающихся обществ возрастут. Отсюда усилятся поиски новых путей развития.

Перечислим эти предпосылки.

- Усугубление проблемы старения населения, о которой мы уже говорили, как в развитых, так и в развивающихся странах.

- Обострение проблемы пенсионных выплат (так как увеличится количество пенсионеров на одного работающего) и одновременное усиление дефицита рабочей силы, который в ряде стран, в том числе и в России, уже остро ощущается [см. подробнее: Гринин, Коротаев 2015]. *Таким образом, проблему нехватки рабочей силы и пенсионных отчислений необходимо будет решать за счет того,*

что люди физически могли бы работать дольше на десять, пятнадцать и более лет. Сказанное касается и адаптации инвалидов для более полной их вовлеченности в трудовой процесс за счет новых технических средств и достижений медицины [подробнее см.: Гринин Л. Е., Гринин А. Л. 2015].

- Одновременно существенное сокращение рождаемости во многих развивающихся странах (во многих же – Китае, Иране, Таиланде и т. д. – 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.

- Огромный объем медицинских услуг в мире, который составляет около 10 % мирового ВВП (а в ряде развитых стран и выше 10 %, например, до 17 % в США [рассчитано по: World Bank 2015]). В связи со старением населения эти объемы возрастут очень существенно.

- Выравнивание уровней развития периферийных и развитых стран, создание в них многочисленного среднего класса, сокращение бедности и неграмотности. В итоге акцент усилий в этих странах сместится от искоренения наиболее нестерпимых условий жизни к проблемам повышения качества жизни, заботы о здоровье и т. п. Таким образом, открывается огромный потенциал для развития медицины. Это дополнительно увеличит расходы на нее.

Итак, к 2030-м гг. мир будет иметь: рост категории людей среднего и пожилого возраста; увеличение потребности экономики в дополнительной рабочей силе и заинтересованности государства в повышении трудоспособности пожилых людей, а также 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 необходимо для начала инновационной фазы революции.

Крайне важно отметить, что для технологического рывка накопятся и гигантские финансовые средства, а именно: пенсионные деньги, объем которых будет возрастать быстрыми темпами; отчисления правительств на медицинские и социальные нужды; увеличивающиеся траты стареющего населения на поддержку здоровья, а также на здоровье растущего мирового среднего класса. Все это способно обеспечить первоначальные крупные расходы на инвестиции, высокую инвестиционную привлекательность этих венчурных проектов и долговременный весьма широкий спрос на инновационные продукты, то есть полный набор благоприятных условий для мощного технологического прорыва.

3.3. Противоречия и политические риски

Глобальное старение населения является неоспоримой тенденцией, которая будет нарастать. Однако это вызывает значительные риски, решение которых затруднено, но частично возможно именно за счет кибернетической революции и развития самоуправляемых систем.

Несмотря на то, что проблемам старения населения посвящено много работ, связанные с этим процессом риски, особенно политические, исследуются недостаточно. Одним из исключений является книга Ф. Фукуямы «Наше постчеловеческое будущее» [Фукуяма 2004], где он указывал, в частности, на опасность неравномерности демографических тенденций в мире, в результате чего через несколько десятилетий мир будет делиться на развитый Север со старым населением

нием, в котором к тому же будут преобладать по численности женщины, и более молодой, но бедный Юг с большим количеством молодых мужчин. Также обострится опасность повторения во многих странах модели раздела населения «Север – Юг» в связи с усилением миграционных процессов. При этом стоит отметить, что имеется много работ, которые однозначно показывают взаимосвязь между большим количеством молодежи в обществе (так называемым «молодежным бугром») и опасностью рисков социально-политической дестабилизации [анализ этой литературы и самого явления см. в наших монографиях, например: Гринин, Коротаев 2012; Гринин и др. 2016]. Однако политические риски, связанные с растущей численностью пожилых возрастных когорт, исследуются совершенно недостаточно.

Рассмотрим некоторые возможные риски, которые уже имеющиеся и будущие достижения медицины и других направлений могут внести в структуру воспроизводства людей.

В некоторых развитых странах ожидаемая продолжительность жизни может возрасти до 95–100 лет, а в целом в мире она достигнет уровня сегодняшних наиболее благополучных стран (таких как Япония), то есть 80–84 лет, и, может быть, даже станет выше. При этом особенно быстро рост пожилых когорт будет наблюдаться в ближайшие три десятилетия. В итоге через 30 лет мир будет делиться не на первый и третий, а на мир старых и молодых наций.

Но к этому времени старение населения будет очень заметно в большинстве стран (за исключением, вероятно, государств Африки). В то же время замедление темпов рождаемости и исчерпание демографического дивиденда в большинстве стран третьего мира приведет к тому, что демографическая структура очень сильно изменится – в ней значительно снизится доля детей и молодежи и увеличится доля людей пожилого возраста.

Старение населения может привести к закату демократического строя. Демократия может перерасти в геронтократию, из которой трудно будет вырваться, а в условиях борьбы за голоса избирателей вполне вероятен кризис демократической формы правления в целом. Дело в том, что с ростом продолжительности жизни и сокращением доли молодежи в структуре населения неизбежно серьезно возрастут численность и роль пожилых и старых людей, причем с вероятным половым перекосом: женщин в западных странах и мужчин в некоторых восточных. А поскольку пожилое поколение более консервативно в своих пристрастиях и привычках, это может повлиять на выбор политического курса и многих других политических, социальных и экономических нюансов, способных поставить молодое и среднее поколения в невыгодное положение⁵.

Еще более тревожит то, что рост продолжительности жизни и активности может вызвать противостояние поколений, поскольку для обеспечения возрастающего числа престарелых потребуется повышение потолка трудового возраста за счет увеличения работоспособности на 10–20 лет и более полной вовлеченности инвалидов в трудовой процесс за счет новых технических средств и достижений медицины. Однако, во-первых, в таком случае старшее поколение будет неизбежно препятствовать карьерному росту младшего, во-вторых, постаревшее население может вести общество к росту консерватизма, что способно замедлить и технологический рост

⁵ Подробнее см. в интервью Л. Е. Гринина «Комсомольской правде» [Коробатов 2016].

в будущем (к тому же будет затруднена и замена пожилых работников, которым будет очень трудно переучиваться). Убрать стариков с пути молодых станет нелегкой задачей, и, как предполагал Фукуяма [2004], в мире высокой ожидаемой продолжительности жизни обществу, возможно, придется прибегнуть к безличным, институционализированным формам эйджизма. Да, уже сейчас время думать о том, как совместить необходимость роста потолка рабочего возраста для пожилых и возможность продвижения для молодых.

Немаловажно, что такой крен к геронтократии быстрее всего наметится в европейских странах и США. В них, с одной стороны, наиболее сильны традиции демократии, а с другой – наиболее заметна этнокультурная диспропорция (в результате в будущем, например, в США могут быть противопоставлены молодое латинское и пожилое белое население, а в Европе – молодое исламское и пожилое белое христианское население). Это означает, что раздел «Север – Юг» будет повторен в каждой стране, где стареющее коренное население будет жить рядом с культурно иным и существенно более молодым пришлым населением [Там же].

В условиях глобализации поколенческие конфликты в этих странах на почве указанного кризиса демократии неизбежно скажутся на судьбах всего мира.

Старение населения может существенно изменить и экономические модели его поведения, что отразится на социально-политических процессах. Например, пожилые люди менее склонны к покупкам дорогих вещей, новинок и недвижимости, а также к накоплениям, что приведет к заметному изменению современной экономической модели, основанной на расширении консюмеризма. Старение населения, в частности в Японии, является одной из причин современной тенденции к дефляции [см. подробнее: Гринин, Коротаев 2014].

Выше мы говорили об опасности сокращения доли детей в демографической структуре населения. Однако опасности, связанные с развитием технологий, могут предстать и с иной стороны, например если появятся промышленные технологии выращивания младенцев вне материнской плаценты или другие технологии, такие как клонирование. В этом случае вполне вероятно, что некоторые страны захотят воспользоваться своими демографическими преимуществами. С одной стороны, очевидно, что при создании в будущем каких-то общепланетарных органов и выработке квот для разных государств численность населения страны станет намного более важной характеристикой государства, чем сегодня, особенно в международных отношениях (сегодня позиция страны скорее оценивается по объему богатства и военной мощи).

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ГУМАНИТАРНЫЕ РИСКИ

Естественно, всякого рода предсказания чреватые тем, что развитие пойдет путем, далеким от того, что представляли себе футурологи. Но все же у нас нет сомнений, что развитие происходит именно в направлении создания самоуправляемых систем. Впереди ждет расцвет такого рода систем, которые будут работать в основном автономно, все более настойчиво контролируя при этом самые разные аспекты жизни человека. Все это требует глубокого осмысления и работы в области минимизации возникающих проблем, например чтобы впоследствии не возник новый и еще более дотошный «Большой Брат», знающий о нас на порядки больше того «Брата», который зримо стал контролировать всю нашу жизнь в Интернете. Ведь скоро могут стать доступными не только наша переписка, но и ге-

нетическая родословная, история болезней, особенности организма, не исключено, что даже мысли. Кто, как и для чего сможет этим воспользоваться, не может нас не волновать.

Есть и другие проблемы. Опасностью перестать думать и решать назвал Б. Джой [2000] ситуацию все большей зависимости от машин, когда люди, потеряв возможность практического выбора, начнут принимать все решения машин. Вероятно, Джой сгущает краски, когда пишет: «В конце концов, может быть достигнута ступень, на которой решения, необходимые для управления системой, будут настолько сложны, что интеллект людей окажется неспособным к их генерации. На этой стадии эффективное управление перейдет к машинам. Люди уже не станут способными даже просто выключить их, потому что будут столь от них зависеть, что выключение оказалось бы равносильным самоубийству» [Там же]. Тем не менее опасность попасть в довольно сильную зависимость от технологических систем вовсе не умозраительная. И что тогда в итоге останется от «свободы выбора» человека, совсем неясно.

Кроме того, ситуация, когда системы возьмут на себя бóльшую часть умственной работы людей, вполне может привести к тому, что ум людей будущего станет работать меньше, чем у современного человека, в результате он ослабеет, подобно тому как слабеют мышцы множества наших современников, не имеющих необходимости выполнять физическую работу. Естественно, в помощь интеллекту будут появляться все более удобные и облегчающие работу мысли системы. Включится положительная обратная связь: ум не хочет напрягаться, устройства облегчают его работу, ум ослабляется еще больше. Поэтому неудивительно, если в будущем «умственная гимнастика» (в виде какой-нибудь таблицы умножения) станет пропагандироваться как очень полезное упражнение, так же как сегодня – простые физические нагрузки.

Очень серьезными могут стать риски, связанные с изменениями в профессиональной структуре и компетенциях. Так, развитие самоуправляемых автомобилей может привести к резкому сокращению или исчезновению категории профессиональных водителей и таксистов. Развитие удаленной медицины и внедрение роботов в медицину способны сократить численность врачей. То же самое касается и будущего преподавателей. Развитие робототехники в будущем неизбежно повлияет на структуру населения, занятого в сфере услуг. Это серьезные риски, и побеспокоиться о них лучше заблаговременно. Ведь что означают серьезные изменения в сфере обслуживания? В этой сфере занято сейчас три четверти населения. И любые потрясения в ней означают, что это отразится на десятках миллионов человек.

В заключение хотелось бы остановиться еще на одной проблеме, связанной с потенциальными рисками в будущем, поскольку это уже реально не просто глобальная, но эволюционно эпохальная проблема. Мы имеем в виду рост киборгизации людей за счет развития биомедицинских технологий. Принципиальным достижением в киборгизации является возможность управления искусственными органами с помощью сигналов мозга. Уже применяются такие искусственные органы, как сердце, легкие, печень, почки, уши, глаза и др. Это направление, с одной стороны, является исключительно перспективным, так как решает проблемы продления жизни, улучшения ее качества, реабилитации инвалидов и т. д. Но, с другой стороны, развитие киборгизации человека вызывает определенную и

обоснованную тревогу. Вместе с успехами медицины распространяются идеи относительно того, что человеческое тело будет полностью заменено небиологическим материалом, от человека останется только мозг или поддерживающие сознание органы. А также того, что будут созданы глобальные информационные системы «компьютер – мозг» [см., например: Курцвейль 2003; Kurzweil 2005]⁶. Такие прогнозы, по нашему мнению, вряд ли когда-либо исполнятся. Нет надобности заменять техническими решениями биологические системы, прошедшие испытания отбором в течение многих миллионов лет. Рациональнее двигаться по пути «ремонта» и улучшения биологических систем, а также их интеграции с различными самоуправляемыми техническими решениями.

Литература

Акаев А. А. Математические основы инновационно-циклической теории экономического развития Шумпетера – Кондратьева // Кондратьевские волны: аспекты и перспективы: ежегодник / под ред. А. А. Акаева, Р. С. Гринберга, Л. Е. Гринина, А. В. Коротаева, С. Ю. Малкова. Волгоград : Учитель, 2012. С. 110–135.

Гринин А. Л., Гринин Л. Е. Кибернетическая революция и исторический процесс (технологии будущего в свете теории производственных революций) // *Философия и общество*. 2015. № 1. С. 17–47.

Гринин Л. Е. Производительные силы и исторический процесс. 3-е изд. М. : Ком-Книга, 2006.

Гринин Л. Е. Динамика кондратьевских волн в свете теории производственных революций // Кондратьевские волны: палитра взглядов: ежегодник / под ред. Л. Е. Гринина, А. В. Коротаева, С. Ю. Малкова. Волгоград : Учитель, 2013. С. 31–83.

Гринин Л. Е. Новый мировой порядок и эпоха глобализации. Ст. 1. Американская гегемония: апогей и ослабление. Что дальше? // *Век глобализации*. 2015. № 2. С. 2–17.

Гринин Л. Е. Новый мировой порядок и эпоха глобализации. Ст. 2. Возможности и перспективы формирования нового мирового порядка // *Век глобализации*. 2016. № 1–2. С. 3–18.

Гринин Л. Е., Гринин А. Л. От рубил до нанороботов. Мир на пути к эпохе самоуправляемых систем (история технологий и описание их будущего). М. : Московская редакция изд-ва «Учитель», 2015.

Гринин Л. Е., Коротаев А. В. Инфляционные и дефляционные тренды мировой экономики, или распространение «японской болезни» // *История и Математика: аспекты демографических и социально-экономических процессов: ежегодник* / под ред. Л. Е. Гринина, А. В. Коротаева. Волгоград : Учитель, 2014. С. 229–253.

Гринин Л. Е., Коротаев А. В. Глобальное старение населения, шестой технологический уклад и мировая финансовая система // Кондратьевские волны: наследие и современность: ежегодник / под ред. Л. Е. Гринина, А. В. Коротаева, В. М. Бондаренко. Волгоград : Учитель, 2015. С. 107–132.

Гринин Л. Е., Коротаев А. В. Циклы, кризисы, ловушки современной Мир-Системы: Исследование кондратьевских, жюгляровских и вековых циклов, глобальных кризисов, мальтузианских и постмальтузианских ловушек. М. : ЛКИ, 2012.

⁶ Что касается системы «компьютер – мозг», то в принципе она возможна, но мы полагаем, что развитие не пойдет по тому грубо примитивному и антинаучному пути, который предполагает Р. Курцвейль, уже потому, что прямые аналогии между мозгом и информационными технологиями, которыми оперирует Курцвейль (например, загружать информацию с той же легкостью в мозг, как и в компьютер), невозможны [подробнее см.: Гринин Л. Е., Гринин А. Л. 2015: прил. 3].

Гринин Л. Е., Исаев Л. М., Коротаев А. В. Революции и нестабильность на Ближнем Востоке. 2-е изд. М. : Московская редакция изд-ва «Учитель», 2016.

Джой Б. Почему будущему мы не нужны // *Wired*. 2000. 8 апреля [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kongord.ru/-Index/Articles/futdntneedus.html>.

Коробатов Я. Старение человечества приведет к закату демократии // *Комсомольская правда*. 2016. 12 августа. URL: <http://www.kp.ru/daily/26568.7/3583529/>.

Курцвейль Р. Слияние человека с машиной: Движемся ли мы к Матрице? // *Прими красную таблетку: Наука, философия и религия в «Матрице»* / под ред. Г. Йеффета. М. : Ультра, Культура, 2003 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.altfuture.narod.ru/Future/kurzweil.htm>.

Перес К. Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания. М. : Дело, 2011.

Полтерович В. Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации // *Вопросы экономики*. 2009. № 6. С. 4–23.

Фукуяма Ф. Наше постчеловеческое будущее. Последствия биотехнологической революции. М. : Аст, 2004.

Danko S. F., Doxey W. L., McNaull J. P. The Micro-Module: A Logical Approach to Microminiaturization // *Proceedings of the IRE*. 1959. Vol. 47. No. 5. Pp. 894–903.

Dator J. Alternative Futures for K-Waves // *Kondratieff Waves, Warfare and World Security* / Ed. by T. C. Devezas. Amsterdam : IOS Press, 2006. Pp. 311–317.

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

Grinin L., Korotayev A. Population Ageing in the West and the Global Financial System // *History & Mathematics: Political Demography & Global Ageing* / Eds. J. Goldstone, L. E. Grinin, A. V. Korotayev. Volgograd : Uchitel, 2015.

Jotterand F. Emerging Conceptual, Ethical and Policy Issues in Bionanotechnology. Vol. 101. N. p. : Springer Science & Business Media, 2008.

Kurzweil R. *The Singularity is Near*. London : Viking Penguin, 2005.

Lynch Z. Neurotechnology and Society 2010–2060 // *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2004. No. 1031. Pp. 229–233.

Nefiodow L., Nefiodow S. The Sixth Kondratieff. The New Long Wave of the World Economy. Rhein-Sieg-Verlag : Sankt-Augustin, 2014a.

Nefiodow L., Nefiodow S. The Sixth Kondratieff. The Growth Engine of the 21st Century // *Kondratieff Waves: Juglar – Kuznets – Kondratieff* / Ed. by L. Grinin, T. Devezas, A. Korotayev. Volgograd : Uchitel, 2014b. Pp. 326–353.

Peercy P. S. The Drive to Miniaturization // *Nature*. 2000. Vol. 406. No. 6799. Pp. 1023–1026.

UN Population Division Database. Retrieved on the 17th of January, 2015 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.un.org/esa/population>.

World Bank 2015. World Development Indicators Online. Washington, DC: World Bank [Электронный ресурс]. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/>.