

**Гринин Антон Леонидович**  
*к.б.н., главный научный сотрудник*  
*Международный центр образования и социально-гуманитарных исследований*  
*г. Москва*  
*algrinin@gmail.com*

**Гринин Леонид Ефимович**  
*д.филос.н., академик РАН*  
*главный научный сотрудник*  
*НИУ-ВШЭ*  
*г. Волгоград*  
*leonid.grinin@gmail.com*

## **ВЕДУЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ШЕСТОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА**

### **Аннотация.**

В настоящей работе мы используем новый системный подход в изучении и прогнозировании технологических революций и их влиянии на социальные и экономические процессы. Исследование построено на анализе новейших направлений технологических инноваций, использовании теории длинных волн, теории ведущих секторов и технологических укладов, а также авторской концепции производственных революций.

**Ключевые слова:** Кондратьевские волны, шестой технологический уклад, кибернетическая революция, самоуправляемые системы, МАНБРИК-конвергенция.

Процесс глобализации, нестабильность политической и экономической ситуации, колебания в скорости научно-технического прогресса и другие факторы требуют сегодня новых подходов для анализа социально-экономических проблем и прогнозов будущих трансформаций. По-прежнему одной из наиболее продуктивных концепций, позволяющих строить научно обоснованные прогнозы, является теория длинных волн Н. Д. Кондратьева. На ее основе, а также на базе концепции и идей Й. Шумпетера была сформулирована теория технологических укладов, которая позволяет строить предположения с высокой долей вероятности их реализации о ведущих технологиях ближайшего будущего.

В настоящее время опубликовано немало работ, посвященных прогнозам развития новых технологий. Однако большинство исследований связано с анализом развития отдельных крупных направлений, таких как роботы, медицинские, био-, нано- или информационные технологии [19], [17], [12], [14], [16]. Число работ, опирающихся на крупные теоретические концепции, к сожалению, не слишком велико (см., например: [6], [1], [15], [7], [13], [18]).

Сила кондратьевской теории заключается также в том, что она, не теряя своей цельности, может продуктивно комбинироваться с другими теориями, особенно с теми, которые связаны с циклами различной длительности, как более короткими, чем кондратьевские (например, циклы Жюгляра, Кузнецца), так, и напротив, более длинными (например, выделяемые нами циклы смены принципов производств, которые формируются в результате производственных революций).

Мы разработали подходы, которые связывают длинные циклы Кондратьева (50–60 лет) и технологические уклады, с одной стороны, и сверхдлинные циклы смены принципов производства (то есть всей системы производительных сил и организации производства в рамках Мир-Системы) – с другой.

Взаимосвязь кондратьевских волн и технологических укладов хорошо изучена. Каждой кондратьевской волне соответствует особый технологический уклад. Напомним, что технологический уклад — это совокупность сопряженных производств, имеющих единый

технический уровень и развивающихся синхронно. Смена укладов означает новый этап научно-технического прогресса.

Выделяется шесть таких укладов во взаимосвязи с кондратьевскими волнами. Первая волна (1780 – конец 1840-х гг.) – «текстильной промышленности»; вторая волна (конец 1840 – 1890-е гг.) – «железных дорог, угля и стали»; третья волна (1890 – конец 1940-х гг.) – «электричества, химии и тяжелого машиностроения»; четвертая волна (конец 1940-х – начало 1980-х гг.) – «автомобиля, искусственных материалов, электроники»; пятая волна (начало 1980-х – 2020-е г.) – «микроэлектроники, персональных компьютеров, биотехнологий»; шестая волна (прогнозируемая: 2020-е – 2060/70-е гг.) – о ведущих технологиях этого уклада будет сказано ниже.

Мы установили корреляцию кондратьевских волн со сверхдлинными циклами принципов производства.

Мы выделяем четыре цикла принципа производства [2], [5], [9]:

- 1) охотничье-собираТЕЛЬский;
- 2) аграрно-ремесленный;
- 3) промышленно-торговый;
- 4) научно-кибернетический, из которых два последних органично связаны со сменой технологических укладов и соответственно длинных волн.

Нами было установлено важное соотношение, согласно которому в среднем одной К-волне соответствует один этап промышленного принципа производства [3] (см. рис. 1). Например, четвертому этапу промышленного принципа производства соответствует полторы волны, а шестому – полволны (понижательная фаза третьей волны). Но выявлено, что в среднем одному этапу принципа производства соответствует одна К-волна.

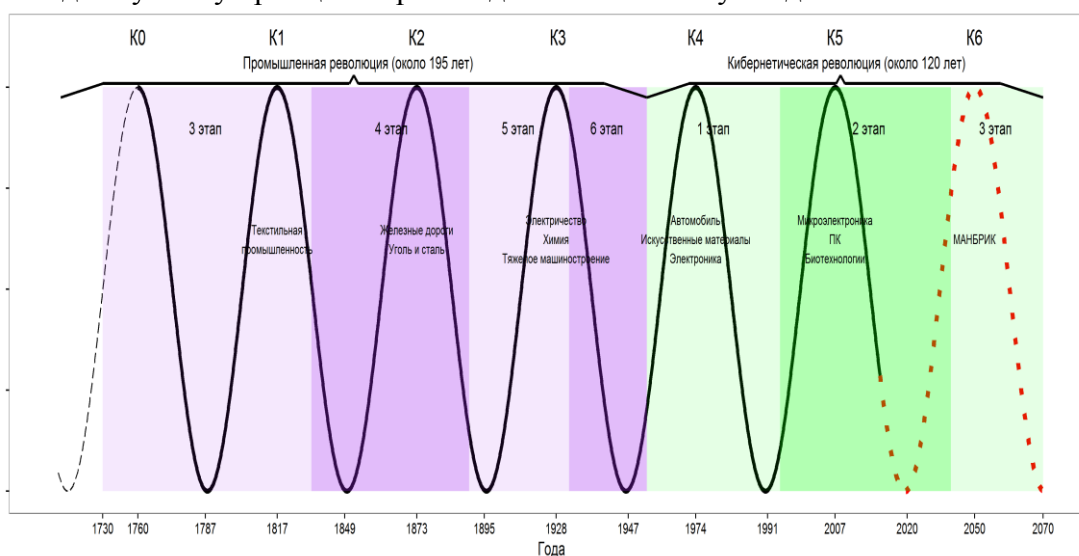


Рис. 1. Соотношение этапов принципов производства, К-волн и производственных революций

В целом, обнаружилось, что в три этапа производственной революции укладываются три К-волны. При этом нет прямого совпадения: один этап – одна волна, так как длительность этапов принципов производства различна. В целом совпала и общая длительность рассматриваемых периодов: длительность промышленного принципа производства с момента начала завершающей фазы промышленной революции и общая длительность первой–третьей волны составила около 195 лет.

Еще более тесную корреляцию мы видим в отношении первого–третьего этапов научно-кибернетического принципа производства и четвертой–шестой К-волнами. По нашим расчетам, их общая длительность совпадет и составит около 120 лет.

Для настоящего доклада наибольшее значение имеет шестая кондратьевская волна. В ее период будет преобладать шестой технологический уклад, который, по нашим прогнозам, будет основан на ведущих технологиях завершающей фазы кибернетической революции.

Согласно нашим прогнозам, завершающая фаза кибернетической революции начнется в 2030–2040-х гг. и продлится до 2060–2070-х гг. Завершающая фаза кибернетической революции в основном совпадет с предполагаемой шестой кондратьевской волной, которая, согласно ряду прогнозов, начнется в 2020–2030-х гг. Это создаст синергетический эффект и придаст особую силу шестой волне.

По нашему мнению, шестой технологический уклад будет характеризоваться прорывом в медицинских технологиях, способных объединить вокруг себя ряд других, которые в целом составят комплекс МАНБРИК (медико-аддитивно-нано-био-робото-инфо-когнитивных)-технологий [4], [8], [10]. Таким образом, мы полагаем, что шестой технологический уклад будет представлять собой систему инновационных технологий более широкую, чем обычно считают, в частности шире, чем NBIC-конвергенция.

Уже в настоящее время наблюдается очевидный сдвиг в лидирующих направлениях научно-технологического прогресса. Это видно на примере анализа динамики средних значений долей по выданным патентам.

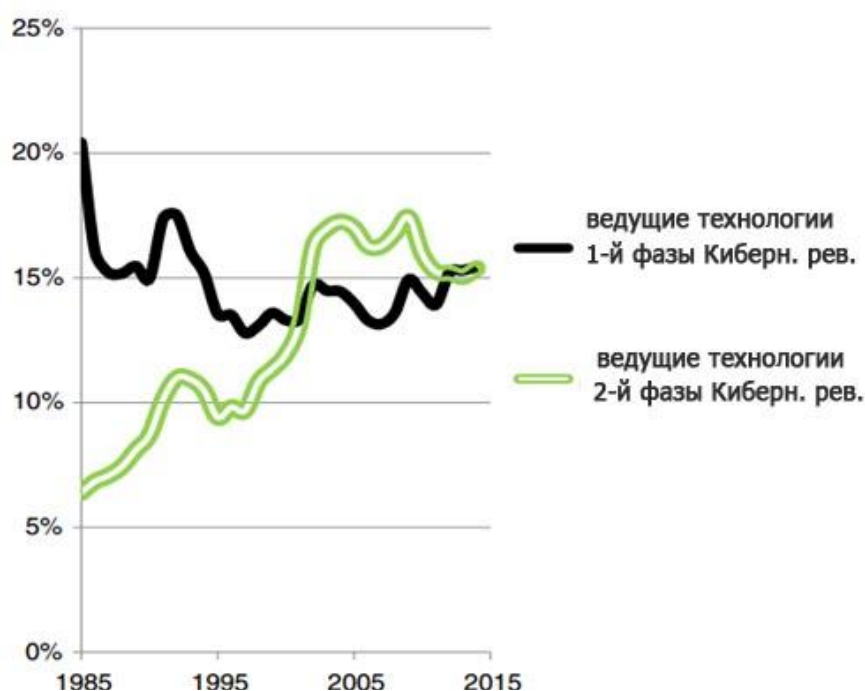


Рис. 2. Динамика средних значений долей ведущих технологических направлений первой фазы кибернетической революции (а именно: электрических машин и устройств; инструментов для измерений; станков и других специальных машин) и средних значений долей ведущих технологических направлений второй фазы кибернетической революции (а именно: компьютерных технологий; медицинских технологий; фармацевтики и биотехнологий), заявок на изобретения от всех заявок на изобретения по миру для трех периодов, 1985–2014 гг. *Источник данных: WIPO, 2016 [11].*

На рис. 2 видно, что динамика средних значений долей по выданным патентам в мире в медицине, фармакологии, информационных технологиях и биотехнологиях в 2000-х гг. обогнала динамику средних значений долей по выданным патентам прежних лидирующих технологий (электрические машины, измерительные инструменты, станки и другие специальные машины).

Это вполне соответствует нашему прогнозу о начале завершающей фазы кибернетической революции в 2030-х гг. и о ведущих областях этого технологического прорыва, поскольку сегодняшние патенты станут частью инновационного производства в пределах 10–20 лет.

Ведущим сектором в шестом технологическом укладе, на наш взгляд, станет медицина, в которую будут направлены огромные экономические и интеллектуальные ресурсы.

Это связано прежде всего с глобальным старением, ростом продолжительности жизни и необходимостью социализации и трудоустройства пожилых людей и инвалидов в условиях сокращения рабочей силы. Самые различные технологии будут направлены на поддержание и улучшение здоровья.

Уже сегодня в медицине зреют прорывные инновации, которые станут ощутимыми через два-три десятилетия (а некоторые и ранее). Современная медицина неразрывно связана с биотехнологиями, фармацевтикой, генной инженерией, промышленной химией и другими отраслями.

Если посмотреть на динамику темпов роста заявок на изобретения по типам технологий для мира относительно 1985 г. (рис 3.), очевидно, что медицинские технологии прорываются в лидеры.

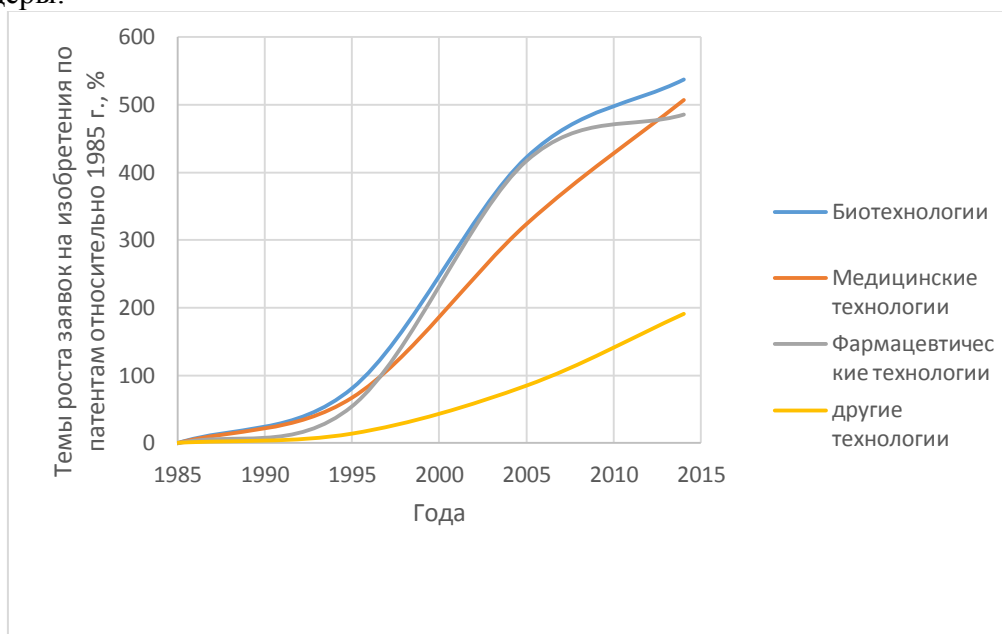


Рис. 3. Динамика темпов роста заявок на изобретения по типам технологий для Мира относительно 1985 г., 1985–2014 гг. [20].

*Примечание:* На этом графике стоит также обратить внимание на кластеризацию новых направлений развития.

При этом расходы на медицину постоянно растут. Так, с 1995 по 2010 г. на каждого жителя Земли расходы на медицину выросли вдвое – с 454 долларов в год до 950 долларов при довольно заметном росте населения (см. рис. 4).

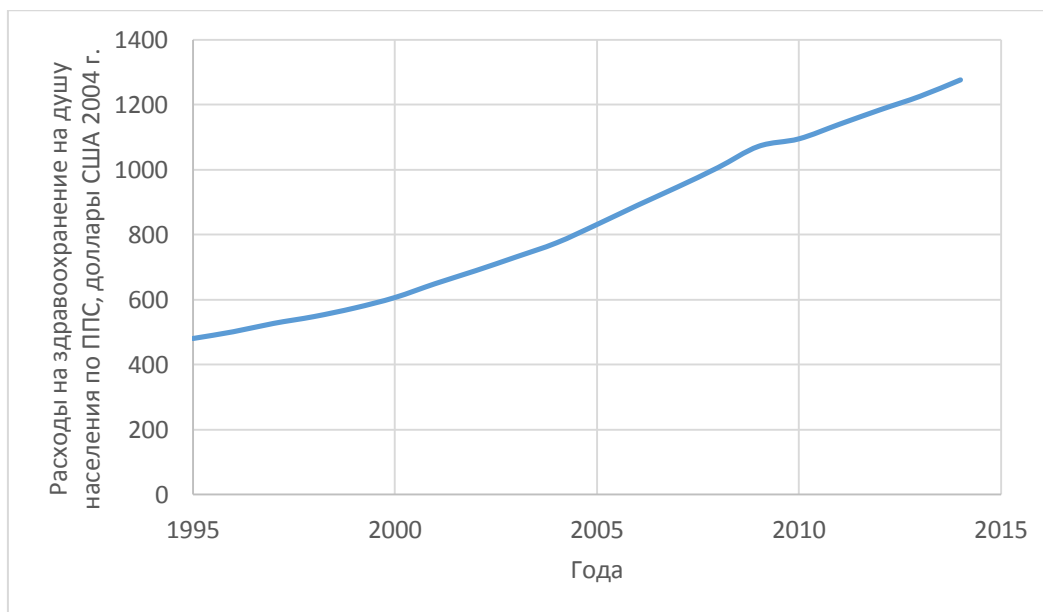


Рис. 4. Динамика расходов на здравоохранение на душу населения по ППС для Мира, в долларах США 2004 г., 1995–2014 гг. [21].

В период шестого технологического уклада особенное распространение могут получить различные самоуправляемые технологии постоянного контроля параметров организма, в том числе созданные на основе биотехнологий. Нанотехнологии будут вести к постоянной миниатюризации технических устройств. Уже сейчас миниатюризация привела к тому, что, например, резисторы производятся размером  $0,3\text{мм} \times 0,15\text{мм}$  и даже  $0,2 \times 0,14$ , хотя еще недавно предсказывали, что  $0,4\text{мм} \times 0,2\text{мм}$  является пределом миниатюризации.

Дальнейшая миниатюризация позволит уменьшить размеры биочипов и вживлять их непосредственно в организм. Это даст возможность создавать системы постоянного мониторинга здоровья, которые будут следить за важными параметрами организма и сообщать о критических отклонениях. Уже сейчас производятся микрочипы, которые вживляются в организм; они способны мониторить ряд важных параметров, а также отслеживать местоположение человека по спутниковой навигационной системе.

В период кибернетической революции значительное развитие получают бионика, нейроинтерфейсы, трансплантация (в том числе и выращивание органов на 3D-принтерах), а также генная инженерия. Это особенно важно в связи со стремительным старением населения. Искусственные или пересаженные органы позволят кардинально решить проблему нехватки рабочей силы за счет повышения работоспособности старшего населения.

Еще одним из ведущих направлений будут роботы. Они также станут решением нехватки рабочей силы. В ближайшие десятилетия некоторые профессии (такие как телемаркетологи, бухгалтера, аудиторы, ритейлеры, агенты по недвижимости, экономисты, пилоты негражданской авиации и др.) в развитых странах будут либо полностью, либо в основном «оккупированы» роботами.

Однако, согласно нашему анализу, особенно широкое распространение получат даже не промышленные роботы, а медицинские и роботы в сфере услуг, что наряду с развитием самоуправляемых автомобилей серьезно повлияет на структуру занятости населения (поскольку сегодня в сфере услуг трудится до 80 % всех занятых).

Безусловно, одним из ведущих направлений технологий станет развитие искусственного интеллекта, в результате чего число и уровень сложности «умных» систем возрастут на порядок.

Однако следует подчеркнуть, что особенно важной в период кибернетической революции и шестого технологического уклада, по нашим прогнозам, станет возросшая возможность изменять и модифицировать саму биологию человеческого организма.

Это, в свою очередь, требует глубокого философско-этического и философско-гуманитарного осмысления последствий указанной технологической революции.

### Литература:

1. Акаев А.А. 2012. Математические основы инновационно-циклической теории экономического развития Шумпетера – Кондратьева. *Кондратьевские волны* / Ред. А.А. Акаев, Р.С. Гринберг, Л.Е. Гринин, А.В. Коротаев, С.Ю. Малков. Волгоград: Учитель. С. 110–135.
2. Гринин Л.Е. 2006. *Производительные силы и исторический процесс*. Изд. 3-е, стереотип. М.: КомКнига.
3. Гринин Л.Е. 2013. 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. С. 31–83.
4. Гринин Л.Е., Гринин А.Л. 2015. *От рубил до нанороботов. Мир на пути к эпохе самоуправляемых систем (история технологий и описание их будущего)*. М.: Моск. ред. изд-ва «Учитель».
5. Гринин Л.Е. 2003. *Производительные силы и исторический процесс*. Изд-е 2-е, перераб. и доп. Волгоград: Учитель.
6. Фукуяма Ф. 2004. *Конец истории и последний человек*. М.: АСТ.
7. Dator J. 2006. Alternative Futures for K-Waves. *Kondratieff Waves, Warfare and World Security* / Ed. T. C. Devezas. Amsterdam: IOS Press. Pp. 311–317.
8. Grinin A., Grinin L. 2015. The Cybernetic Revolution and the Epoch of Self-Regulating Systems. *Social Evolution & History* 14(1): 125–184.
9. Grinin L. E. 2007. Production Revolutions and Periodization of History: A Comparative and Theoretic-Mathematical Approach. *Social Evolution & History* 6(2): 75–120.
10. Grinin L., Grinin A. 2013. Macroeolution of Technology. *Evolution: Development within Big History, Evolutionary and World-System Paradigms. Yearbook* / Ed. by L. E. Grinin, A. V. Korotayev. Volgograd: 'Uchitel' Publishing House. Pp. 143–178.
11. Grinin L. E., Grinin A. L., Korotayev A. 2016. Forthcoming Kondratieff Wave, Cybernetic Revolution, and Global Ageing. *Technological Forecasting and Social Change*. URL: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.09.017>.
12. Gurdon J. B., Colman A. 1999. The Future of Cloning. *Nature* 402(6763): 743–746.
13. Hirooka M. 2006. *Innovation Dynamism and Economic Growth. A Nonlinear Perspective*. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar.
14. Jotterand F. 2008. *Emerging Conceptual, Ethical and Policy Issues in Bionanotechnology*. Vol. 101. Springer Science & Business Media.
15. Lynch Z. 2004. Neurotechnology and Society 2010–2060. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1031: 229–233.
16. Mallouk Th. E., Ayusman S. 2009. Powering Nanorobots. *Scientific American* 300(5): 72–77.
17. Moghimi S. M. 2005. Nanomedicine: Current Status and Future Prospects. *The FASEB Journal* 19(3): 311–30. doi:10.1096/fj.04-2747rev.
18. Nefiodow L., Nefiodow S. 2014. *The Sixth Kondratieff. The New Long Wave of the World Economy*. Sankt Augustin.
19. Venkatesh V., Morris M. G., Davis G. B., and Davis F. D. 2003. User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly* 27(3): 425–478.
20. WIPO IP Statistics Data Center. WIPO statistics database 2016.
21. World Bank. World Development Indicators Online. Washington DC: World Bank 2016.