

Системные основы теории долгосрочного технико-экономического развития

System Foundations of the Theory of Long-Term Technical and Economic Development

DOI 10.12737/2587-9111-2022-10-4-12-15

Получено: 28 мая 2022 г. / Одобрено: 1 июля 2022 г. / Опубликовано: 29 августа 2022 г.

Басовский Л.Е.

Д-р техн. наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»,
Россия, 300026, г. Тула, проспект Ленина, д. 125
e-mail: basovskiy@mail.ru

Basovskiy L.E.

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University,
125, Lenina St., Tula, 300026, Russia
e-mail: basovskiy@mail.ru

Басовская Е.Н.

Канд. экон. наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»,
Россия, 300026, г. Тула, проспект Ленина, д. 125
e-mail: basovskaya.elena@mail.ru

Basovskaya E.N.

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University,
125, Lenina St., Tula, 300026, Russia
e-mail: basovskaya.elena@mail.ru

Аннотация

Современные представления теории долгосрочного технико-экономического развития и эволюционной экономики подвергаются систематической критике, поскольку создаваемые на их основе модели не обеспечивают прогностических возможностей даже в предсказании глубоких экономических кризисов. В работе на основе общего подхода к теории систем, сформулированного Н. Винером, периодизации циклов Кондратьева, положений истории экономики, истории и теории автоматизированных систем управления углубляются представления о технологических укладах. Первый, второй, третий и четвертый технологические уклады обеспечили рост производительности труда за счет увеличения материалоемкости, энергоёмкости и капиталоемкости производства на основе увеличения масштабов получения и использования научно-технической информации. Совершенствование производства было осуществлено путем его механизации, замены труда человека работой машин, включающих простейшие системы регулирования, которые в дальнейшем были заменены автоматическими линиями. Пятый и шестой технологические уклады обеспечили рост производительности труда с одновременным сокращением материалоемкости, энергоёмкости и капиталоемкости производства на основе увеличения масштабов получения и использования научно-технической информации. Совершенствование производства было осуществлено путем замены автоматических линий гибкими автоматизированными производствами, затем путем создания автоматизированных интеллектуально управляемых автоматизированных систем.

Ключевые слова: системный подход, технологические уклады, производительность, информация, механизация, автоматизация, интеллектуальные системы.

Abstract

Modern ideas of the theory of long-term technical and economic development and evolutionary economics are systematically criticized, since the models created on their basis do not provide predictive capabilities even in predicting deep economic crises. Based on the general approach to systems theory formulated by N. Wiener, the periodization of Kondratiev cycles, the provisions of the history of the economy, the history and theory of automated control systems, the ideas of technological structures are deepened. The first, second, third and fourth technological modes ensured the growth of labor productivity due to an increase in material intensity, energy intensity and capital intensity of production based on an increase in the scale of obtaining and using scientific and technical information. The improvement of production was carried out through its mechanization, the replacement of human labor by the work of machines, including the simplest control systems, which were later replaced by automatic lines. The fifth and sixth technological modes ensured the growth of labor productivity with a simultaneous reduction in material intensity, energy intensity and capital intensity of production on the basis of an increase in the scale of obtaining and using scientific and technical information. The improvement of production was carried out by replacing automatic lines with flexible automated production, then by creating automated intelligently controlled automated systems.

Keywords: systems approach, technological structures, productivity, information, mechanization, automation, intelligent systems.

Проблемам теории и истории долгосрочного технико-экономического развития посвящено огромное количество опубликованных работ, однако до настоящего времени нет единой точки зрения на системные основы этого процесса. Современные представления теории долгосрочного технико-экономического развития и эволюционной экономики подвергаются систематической критике, поскольку создаваемые на их основе модели не обеспечивают прогностических возможностей даже в предсказании глубоких экономических кризисов¹. Системные основы теории долгосрочного технико-экономического

развития могут быть сформулированы с использованием наиболее общих положений теории систем, предложенных основоположником кибернетики Н. Винером [1]. Эти положения определяют, что в общем случае функционирование любой системы возможно с использованием трех видов ресурсов — материи, энергии и информации.

Разработано и обсуждается множество положений теории долгосрочного экономического развития, связанных с формированием циклов Кондратьева, отмечающих смену этапов технико-экономического развития [2–6], этапов, которые идентифицируются как технологические уклады, иначе определяемых как технико-экономические парадигмы [7–15]. Зарождение и распространение технологических укладов

1 См., например, *Сухарев О.С.* Проблема периодизации технологического развития в эволюционном анализе // *Экономический анализ: теория и практика.* 2013. № 23. С.2–18.

связывают с появлением и распространением радикальных нововведений, трактовку роли которых в технико-экономическом развитии предложил Шумпетер [16].

Технологические уклады, иначе определимые как технико-экономические парадигмы, связывают с определенными типами ресурсов, отраслями экономики, ключевыми факторами, которые определяют как типы основных двигателей или виды важнейших продуктов [7–11]. Например, в качестве ключевых факторов могут указывать по порядковым номерам технологических укладов следующие факторы:

1. Текстильные машины.
2. Паровой двигатель, станки.
3. Электродвигатель, сталь.
4. Двигатель внутреннего сгорания, нефтехимия.
5. Микроэлектронные компоненты.
6. Нанотехнологии.

При этом ресурсы, отрасли, ключевые факторы, связанные с определенными укладами, определяются путем экспертных заключений. Исключением являются исследования циклов Кондратьева, выполняемые методами спектрального анализа и построение эконометрических моделей экономической динамики развитых стран, которая представлена известными временными рядами, примеры которых представлены, например, в работах авторов [12, 13, 14, 15].

От внимания исследователей между тем ускользает известный феномен постоянного увеличения объема информации, которая воплощается в технологии производства товаров и услуг. Этот феномен можно рассматривать с учетом явлений в экономике развитых стран, который на примере экономики США впервые был обнаружен В. Леонтьевым [17]. В. Леонтьев обнаружил, что в первой четверти XX в. в экономике США стала формиро-

ваться новая тенденция. Если до этого времени рост производительности труда обеспечивался за счет роста капиталовложений, новой тенденцией стало увеличение производительности труда при одновременном снижении капиталоемкости производства. В дальнейшем, как известно, были выявлены тенденции снижения не только капиталоемкости, но и снижение материалоемкости и энергоемкости единицы национального продукта в развитых, а затем и развивающихся странах. Начиная с 20–30-х гг. XX в. в развитых странах стала формироваться повышательная полуволна четвертого цикла Кондратьева, связанная с переходом к доминированию четвертого технологического уклада и началом распространения пятого уклада (в Великобритании — в 1926 г., в США — в 1933 г.) [13, 14, 15]. Это позволяет полагать, что тенденция снижения капиталоемкости, материалоемкости и энергоемкости единицы национального продукта связана с появлением и распространением пятого технологического уклада, связанного в промышленности с гибкими автоматизированными производствами.

В 90-х гг. XX в. в развитых странах стала формироваться повышательная полуволна пятого цикла Кондратьева, связанная с переходом к доминированию пятого технологического уклада и началом распространения шестого уклада [13, 14, 15]. С концом XX в. связано начало распространения новых информационных технологий, связанных с сетями и интеллектуальными системами [18, 19, 20].

Изложенное с учетом положений теории систем Н. Винера, истории экономики, истории и теории автоматизированных систем управления позволяет определить для каждого технологического уклада тенденции использования вещества, энергии, информации, совершенствование производства в экономике, которые показаны в таблице, в которой также обозначены соответствующие средства авто-

Таблица

Использование ресурсов на производство единицы национального продукта и средства производства по технологическим укладам

Номер уклада	1	2	3	4	5	6
Использование вещества	Растет	Растет	Растет	Растет	Сокращается	Сокращается
Использование энергии	Растет	Растет	Растет	Растет	Сокращается	Сокращается
Использование информации	Растет	Растет	Растет	Растет	Растет	Растет
Совершенствование производства	Механизация	Механизация	Автоматизация	Автоматизация	Автоматизация	Автоматизация
Функции автоматизации	Регулирование	Регулирование	Управление операцией	Управление процессом	Гибкое управление процессом	Интеллектуальное управление процессом
Средства производства в промышленности	Машины	Машины	Машины-автоматы	Автоматические линии	Гибкие автоматизированные производства	Интеллектуально управляемые автоматизированные системы
Душевой ВВП, \$ 1900 года				2600	12 200	25 400

матизации производства, типы средств производства в промышленности и указан средний уровень душевого ВВП в развитых странах.

Обобщение простейших представлений, основанных на подходах системного анализа, позволяет охарактеризовать технологические уклады следующим образом.

Первый технологический уклад обеспечил рост производительности труда за счет увеличения материалоёмкости, энергоёмкости и капиталоемкости производства на основе увеличения масштабов получения и использования научно-технической информации. Совершенствование производства было осуществлено путем его механизации, путем замены труда человека работой машин, включающих простейшие системы регулирования.

Второй технологический уклад обеспечил рост производительности труда за счет увеличения материалоёмкости, энергоёмкости и капиталоемкости производства на основе увеличения масштабов получения и использования научно-технической информации. Совершенствование производства было осуществлено путем совершенствования механизации, путем замены машин более совершенными машинами, включающими системы регулирования.

Третий технологический уклад обеспечил рост производительности труда за счет увеличения материалоёмкости, энергоёмкости и капиталоемкости производства на основе увеличения масштабов получения и использования научно-технической информации. Совершенствование производства было осуществлено путем замены машин более совершенными автоматическими машинами, включающими простейшие средства автоматизации.

Четвертый технологический уклад обеспечил рост производительности труда за счет увеличения материалоёмкости, энергоёмкости и капиталоемкости производства на основе увеличения масштабов получения и использования научно-технической информации. Совершенствование производства было осуществлено путем замены машин-автоматов более совершенными автоматическими линиями, включающими эффективные средства автоматизации.

Пятый технологический уклад обеспечил рост производительности труда с одновременным сокращением материалоёмкости, энергоёмкости и капиталоемкости производства на основе увеличения масштабов получения и использования научно-технической информации. Совершенствование производства было осуществлено путем замены простейших автоматических линий системами гибких автоматизированных производств.

Шестой технологический уклад обеспечил рост производительности труда с одновременным сокращением материалоёмкости, энергоёмкости и капиталоемкости производства на основе увеличения масштабов получения и использования научно-технической информации. Совершенствование производства было осуществлено путем создания интеллектуально управляемых автоматизированных систем.

Таким образом, системный подход позволяет дополнить известные представления о сущности технологических укладов, технико-экономических парадигм с учетом эволюции используемых средств производства за счет развития средств автоматизации и автоматизированных систем управления.

Литература

1. *Wiener N.* Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. Second Edition. The MIT Press, 1965. 212 p.
2. *Alexander M.* The Kondratieff Cycle. Lincoln, NE: Writer's Club Press, 2002. 288 p.
3. *Kondratieff N.* The Long Waves in Economic Life. Martino Fine Books, 2014. 28 p.
4. *Narkus S., Kondratieff N., Schumpeter J.A.* Long-waves theory. Universities Oslo, 2012. 80 p.
5. *Nefiodow L., Nefiodow S.* The Sixth Kondratieff: A New Long Wave in the Global Economy. Createspace Independent Pub, 2014. 264 p.
6. *Johnson T., Dandeker C., Ashworth C.* Theoretical Sociology: The Conditions of Fragmentation and Unity. In: T. Johnson, C. Dandeker, C. Ashworth. The Structure of Social Theory. Dilemmas and Strategies. London: Macmillan, 1984, ch. 1, p. 1–28.
7. *Dopfer K., Potts J.* The General Theory of Economic Evolution. Routledge, 2015. 152 p.
8. *Drechsler W., Kattel R., Reinert E.* Techno-Economic Paradigms. Essays in Honour of Carlota Perez. Anthem Press, 2011. 442 p.
9. *Perez C.* Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. Elgar Publishing, 2003. 224 p.
10. *Geels F.W.* Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. Res. Policy 2002, 31, 1257–1274.
11. *Глазьев С.* Стратегия опережающего развития российской экономики в условиях глобального кризиса. М.: Экономика, 2010. 287 с.
12. *Маевский В.* Введение в эволюционную макроэкономику. М.: Япония сегодня, 1997. 106 с.
13. *Басовский Л.Е., Басовская Е.Н.* Продуктивность технологических укладов в экономике США // НИР. Экономика. 2015. № 4. С. 4–13. DOI: 10.12737/12772
14. *Басовский Л.Е., Басовская Е.Н.* Продуктивность технологических укладов в экономике Великобритании // НИР. Экономика. 2015. № 6. С. 13–20. DOI: 10.12737/16671
15. *Басовский Л.Е., Басовская Е.Н.* Постиндустриальные уклады в экономике России. М.: ИНФРА-М, 2017. 159 с.
16. *Schumpeter J.* Capitalism, Socialism and Democracy. New York: Harper & Brothers, 1942. 381 p.
17. *Leontief W.* Essays in Economics: Theories, Theorizing, Facts, and Policies Paperback. Transaction Publishers, 1985. 423 p.

18. *Keesman K.* System Identification: An Introduction. Heidelberg: Springer, 2011. 323 p.
 19. *Owens D.* Iterative Learning Control. An Optimization Paradigm. London: Springer, 2016. 456 p.
 20. *Sutton R., Barto A.* Reinforcement Learning: An Introduction. Cambridge: The MIT Press, 2017. 427 p.
- References**
1. Wiener N. Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. Second Edition. The MIT Press, 1965. 212 p.
 2. Alexander M. The Kondratieff Cycle. Lincoln, NE: Writer's Club Press, 2002. 288 p.
 3. Kondratieff N. The Long Waves in Economic Life. Martino Fine Books, 2014. 28 p.
 4. Narkus S. Kondratieff, N. and Schumpeter, Joseph A. Long-waves theory. Universities Oslo, 2012. 80 p.
 5. Nefiodow L., Nefiodow S. The Sixth Kondratieff: A New Long Wave in the Global Economy. Createspace Independent Pub, 2014. 264 p.
 6. Terry Johnson, Christopher Dandeker, Clive Ashworth. Theoretical Sociology: The Conditions of Fragmentation and Unity. In: T. Johnson, C. Dandeker, C. Ashworth. The Structure of Social Theory. Dilemmas and Strategies. London: Macmillan, 1984, ch.1, p.1–28.
 7. Dopfer K., Potts J. The General Theory of Economic Evolution. Routledge, 2015. 152 p.
 8. Drechsler W., Kattel R. and Reinert E. Techno-Economic Paradigms. Essays in Honour of Carlota Perez. Anthem Press, 2011. 442 p.
 9. Perez C. Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. Elgar Publishing, 2003. 224 p.
 10. Geels, F.W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. Res. Policy 2002, 31, 1257–1274.
 11. Glaz'ev S. Strategija opereshajushhego razvitiya rossijskoj jekonomiki v uslovijah global'nogo krizisa [The strategy of the advanced development of the Russian economy in the global crisis]. Moscow, Jekonomika Publ. 2010. 287 p.
 12. Maevskij V. Vvedenie v jevoljucionnuju makrojekonomiku [Introduction to evolutionary macroeconomics]. Moscow, Japonija segodnja Publ. 1997, p. 106.
 13. Basovskaya E., Basovskiy L. Productivity of Technological Waves in the USA Economy. Ekonomika [Economics]. 2015, V. 3, I. 4, pp. 4–13. DOI: 10.12737/12772
 14. Basovskaya E., Basovskiy L. Efficiency of Technological Modes in the Economy of the United Kingdom. Ekonomika [Economics]. 2015, V. 3, I. 6, pp. 13–20. DOI: 10.12737/16671
 15. Basovskiy L.E., Basovskaya E.N. Postindustrial'nye układy v jekonomike Rossii. [Post-industrial structures in the Russian economy]. Moscow, Infra-M, 2017. 159 p.
 16. Schumpeter J. Capitalism, Socialism and Democracy. New York: Harper & Brothers, 1942. 381 p.
 17. Leontief, W. Essays in Economics: Theories, Theorizing, Facts, and Policies Paperback. Transaction Publishers, 1985. 423 p.
 18. *Keesman K.* System Identification: An Introduction. Heidelberg: Springer, 2011. 323 p.
 19. *Owens D.* Iterative Learning Control. An Optimization Paradigm. London: Springer, 2016. 456 p.
 20. *Sutton R, Barto A.* Reinforcement Learning: An Introduction. Cambridge: The MIT Press, 2017. 427 p.