

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛИННОВОЛНОВОЙ ДИНАМИКИ

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ



## Волны Кондратьева и макроэкономика<sup>1</sup>

**Владимир И. МАЕВСКИЙ**

<https://orcid.org/0000-0003-4169-825X>

академик РАН, доктор экономических наук, профессор

*Институт экономики РАН*

*Российская Федерация, 117218, г. Москва, Нахимовский проспект, 32*

e-mail: maev1941@bk.ru

**Для цитирования:** Маевский В. И. Волны Кондратьева и макроэкономика // *AlterEconomics*. 2022. Т. 19. № 1. С. 166-184. <https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2022.19-1.10>.

**Аннотация.** Современный макроэкономический мейнстрим игнорирует феномен длинных волн Кондратьева (К-волны) при построении моделей экономической динамики. Актуальность предлагаемой статьи в том, что в ней предпринята попытка определить условия, при которых имплементация К-волн в макро- и мезоэкономическое моделирование оказывается возможной. Соответственно, цель статьи состоит в обосновании тезиса, что К-волны проявляют себя не в динамике выпуска (так думают ортодоксальные макроэкономисты), а в поведении технико-экономических и социально-экономических показателей, отражающих взаимодействие двух сил. Во-первых, это радикальные технологические изменения, сопровождающие переход от одного технологического уклада к другому и вызывающие К-волны технико-экономических показателей, например капиталоемкости. Во-вторых, это сила, порожденная ответной контрциклической реакцией государства и рынка на радикальные технологические изменения. Для реализации поставленной цели был использован статистический анализ, позволивший выявить синусоидальную динамику капиталоемкости США (на данных за 1946–2019 гг.). Затем была применена так называемая модель переключающегося режима воспроизводства (эта модель отличается от ортодоксальных макромоделей тем, что улавливает эффекты сосуществования различных поколений основного капитала). С помощью данной модели проведены расчеты по различным вариантам взаимодействия двух вышеуказанных сил. Расчеты показали, что регулятор обладает достаточно мощными инструментами, позволяющими демпфировать на уровне ВВП колебательную динамику технико-экономических показателей, вызванную сменами технологических укладов. Научная значимость данного результата в том, что, во-первых, он указывает на реальную возможность использования феномена К-волн в макроанализе, во-вторых, высвечивает то обстоятельство, что данная «реальная возможность» может быть успешно реализована с помощью гетеродоксальной модели переключающегося режима воспроизводства. Вывод таков, поскольку макроэкономический мейнстрим игнорирует К-волны, гетеродоксальная экономическая теория (признающая К-волны) получает заметное преимущество перед своим ортодоксальным конкурентом.

**Ключевые слова:** К-волны, технологические уклады, модель ПРВ, ВВП, инфляция, капиталоотдача

**Благодарность:** Статья подготовлена в соответствии с Планом НИР ФГБУН «Институт экономики РАН» на 2021–2023 гг. Благодарю проф. С. Ю. Малкова за модификацию модели ПРВ и А. А. Рубинштейна за расчеты по модели ПРВ, проведенные специально для данной статьи.

<sup>1</sup> © Маевский В. И. Текст. 2022.

## RESEARCH ARTICLE

## Kondratiev Waves and Macroeconomics

**Vladimir I. MAEVSKY**<https://orcid.org/0000-0003-4169-825X>

Member of the RAS, Dr. Sci. (Econ.), Professor

*Institute of Economics of the RAS**32, Nakhimovskiy prospect, Moscow, 117218, Russian Federation*e-mail: [maev1941@bk.ru](mailto:maev1941@bk.ru)

**For citation:** Maevsky, V. I. (2022). Kondratiev Waves and Macroeconomics. *AlterEconomics*, 19(1), 166-184. <https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2022.19-1.10>.

**Abstract.** Contemporary mainstream macroeconomics tends to ignore the phenomenon of K-waves in dynamic economic modelling. The relevance of this article lies in the fact that it describes the conditions in which it is possible to implement K-waves in macro- and meso-economic modelling. The purpose of the study is to show that K-waves manifest themselves not in the dynamics of output (as macro-economists think) but in the behavior of technical, economic, and socio-economic indicators, reflecting the interaction of the two forces. The first force is the radical technological changes that accompany the transition from one technological mode to another and that trigger K-waves of technical and economic indicators, such as capital productivity. The second force is generated by the countercyclical response of the state and market to radical technological changes. The statistical analysis was used to identify the sinusoidal dynamics of the US capital intensity based on the data for 1946–2019. The research also applied a SMR model, which differs from orthodox macro-models in that it captures the effects of the coexistence of different generations of fixed capital. This model was used to calculate various variants of the interaction between the two above-mentioned forces. The calculations showed that the regulator has sufficiently powerful instruments to dampen the fluctuating dynamics of technical and economic indicators caused by shifts in technological modes at the GDP level. Thus, it is possible to use K-waves in macroanalysis. Moreover, such a possibility can be successfully implemented with the help of a heterodox model of switching reproduction mode. This fact signifies a noticeable advantage of heterodox economics, which recognizes K-waves, over mainstream macroeconomics.

**Keywords:** K-waves, technological modes, SMR model, GDP, inflation, capital productivity ratio

**Acknowledgements:** The article has been prepared in accordance with the Research Plan of the Institute of Economics of the RAS for 2021–2023. We thank Professor S. Y. Malkov for modifying the SMR model and A. A. Rubinstein for SMR model calculations for the scientific article.

**UDC 330.8****JEL B22, B52, C32, E32, E37**

### Введение. Почему мейнстрим игнорирует волны Кондратьева?

Обнародованные 100 лет назад Николаем Дмитриевичем Кондратьевым основные положения теории длинных циклов конъюнктуры (Кондратьев, 1922/2002), а затем опубликованная в 1925 г. статья на тему «Большие циклы конъюнктуры» (Кондратьев, 1925), вызвали значительный интерес в мировом экономическом сообществе. В течение десятилетий длинноволновая тематика активно обсуждается в литературе<sup>1</sup>. На наш взгляд, одним из наиболее значительных теоретических направ-

<sup>1</sup> В 1934 г. в предисловии к четвертому изданию «Теории экономического развития» Й. Шумпетер указал на связь повышательной фазы «длинных волн» Кондратьева со своей теорией, а именно, «с предпринимательской деятельностью, предпринимательской прибылью, нарушением равновесия, вызываемым ... появлением новых отраслей промышленности...» (Шумпетер, 2007. С. 41). Начиная с 70-х гг. исследование длинноволновой проблематики на базе идей Н. Кондратьева и Й. Шумпетера заметно активизировалось: Mandel, 1980; Gordon, 1978; Mensch, 1979; van Duijn, 1983; Barr, 1979; van der Zwan, 1980; Eklund, 1980; Kleinknecht, 1981; Glismann et al, 1983; Freeman, 1987; Hirooka 2006; Forrester, 1981;

лений в ее развитии является концепция техноэкономических парадигм К. Фримена и К. Перес и родственная ей теория технологических укладов С.Ю. Глазьева, которые упорядочивают реальный процесс технологических и институциональных изменений в мировой экономике с конца XVIII века и по сей день.

Однако приходится констатировать, что исследования длинных циклов или длинных волн Кондратьева (в дальнейшем будем использовать термин «К-волны») не оказали сколь-нибудь заметное влияние на современный мейнстрим. Тематика К-волн оказалась на периферии экономической науки.

Одна из основных причин негативного отношения мейнстрима, в частности ортодоксальных макроэкономистов, к длинным К-волнам, а равно к коротким и средним циклам — это отсутствие какой-либо периодичности или цикличности экономических колебаний объемов выпуска. Вот что пишет по этому поводу Д. Ромер — автор известного учебника по макроэкономике: «Поскольку в динамике выпуска не наблюдается никакой регулярности, современная макроэкономика больше не рассматривает колебания как комбинацию детерминированных циклов разной длины; попытки выделить циклы разной длины (циклы Китчина — 3 года, Жюгляра — 10 лет, Кузнеца — 20 лет, Кондратьева — 50 лет) были прекращены ввиду их нерезультативности<sup>1</sup>. Превалирующее мнение на данном этапе состоит в том, что экономика выводится из равновесия шоками различной силы и характера с относительно случайной периодичностью, после чего происходит распространение этих шоков. Основные макроэкономические школы отличаются друг от друга гипотезами о природе шоков и о механизмах их распространения» (Ромер, 2015. С. 231).

Наше отношение к позиции профессора Д. Ромера, а в целом — к позиции ортодоксальных макроэкономистов, можно назвать амбивалентным. С одной стороны, мы поддерживаем Ромера, когда он утверждает, что с точки зрения экономических колебаний в динамике выпуска «не наблюдается никакой регулярности». Сказанное, по нашему мнению, верно не только по отношению «к комбинации детерминированных циклов разной длины», но относится и к отдельно взятым длинноволновым колебаниям. С другой стороны, мы категорически не согласны с тем, как ортодоксальные макроэкономисты воспринимают сущность длинноволновой динамики: вопреки уважаемым ортодоксам, она проявляется в колебаниях не самого выпуска, а в колебаниях тех факторов или сил, которые этот выпуск пре-определяют. Разъясним свою позицию.

Начнем с того, в чем мы согласны с Д. Ромером и приведем подтверждающее его позицию высказывание академика Р.М. Энтова: «Динамика агрегированных макропоказателей не согласуется с гипотезой о существовании длинных волн, ... требуются дезагрегированные статистические данные, выявляющие различия в темпах роста отдельных отраслей... В Англии и США устойчивые различия в темпах роста макроэкономических показателей по фазам длинной волны можно было

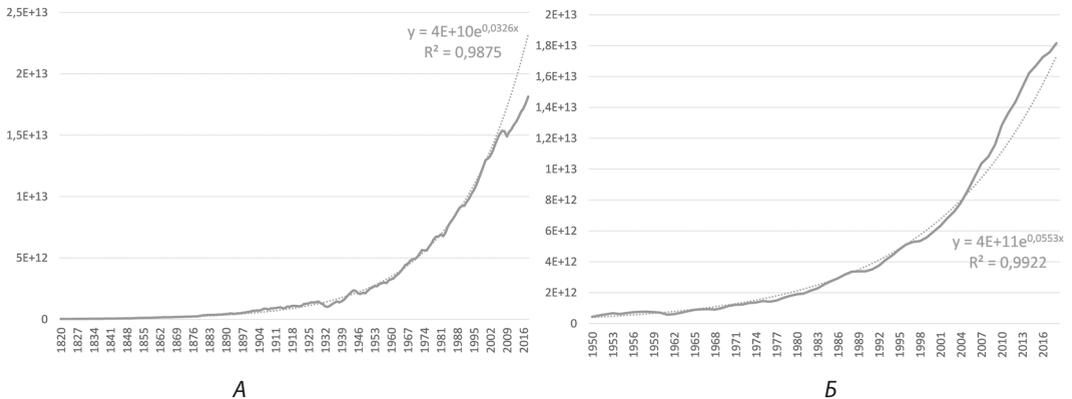
---

Rostow, 1975; Wallerstein, 1984, Перес 2011. В России заметный вклад в развитие теории «длинных волн» Кондратьева внесли: Меньшиков, Клименко, 1989; Глазьев, 1993; Гринин, Коротаев, 2014; Акаев, 2012; Макашева, 2017; Малков и др., 2014.

<sup>1</sup> Здесь Ромер справедливо отмечает: «Когда мы говорим об отсутствии регулярности в колебаниях, следует помнить об одном важном исключении: наблюдаются значительные сезонные колебания, во многом похожие на обычные колебания деловой активности (см. работы (Barsky, Miron, 1989; Miron, 1996)).

наблюдать лишь в группе отраслей, производящих капитальные блага» (Длинные волны..., 1991. С. 24).

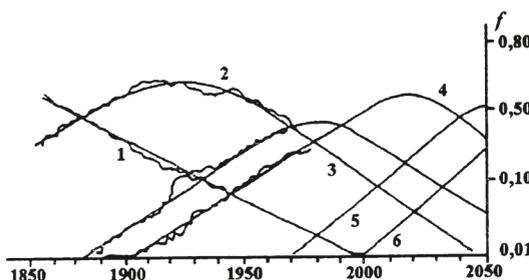
На самом же деле, если ставить вопрос о вековой тенденции роста ВВП, более уместно говорить не о волновой, а экспоненциальной специфике этого роста. Именно на такую форму динамики указывают расчеты, проведенные проф. С.Ю. Малковым на основе рядов А. Мэддисона (рис. 1).



**Рис. 1.** Динамика ВВП в постоянных ценах 2011 г. США (А) и Китая (Б), долл., с экспоненциальным трендом (источник: <https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/maddison/releases/maddison-project-database-2020>)

Однако из того факта, что динамика выпуска носит по преимуществу экспоненциальный характер и не подвержена регулярным длинноволновым колебаниям, не следует делать вывод, что такие колебания отсутствуют вообще. Зафиксируем две особенности формирования К-волн, которые признают сторонники длинноволновой динамики и которые не обсуждают ортодоксальные макроэкономисты.

Первая особенность: длинные К-волны проявляют себя через динамику определенных технико-экономических показателей (таких как энергоемкость, удельные веса в потреблении первичных энергоносителей и т. д.), отражающих реально существующий процесс смены технологических укладов. Так, в литературе хорошо известен расчет Н. Накиценовича (Nakicenovic, 1992), показывающий, каким образом смена технологических укладов сопряжена с волнообразной динамикой показателей структурных сдвигов в потреблении первичных энергоносителей. Приведем траектории волн потребления первичных энергоносителей, рассчитанные Н. Накиценовичем (рис. 2).



**Рис. 2.** Структура потребления первичных энергоносителей в США.  $f$  — доля первичного энергоносителя в общем потреблении первичных энергоносителей; 1 — лес; 2 — уголь; 3 — нефть; 4 — газ; 5 — ядерное топливо; 6 — новые формы энергоносителей

Вторая особенность: в ходе смены технологических укладов наряду с длинноволновыми колебаниями технико-экономических показателей могут происходить колебания социально-экономических показателей, таких как цены, ставки процента, курсы цен-

ных бумаг и т. д. Напомним, поведение прежде всего индекса товарных цен, курса ренты, курса консоли, индекса роста заработной платы стало для Н.Д. Кондратьева одним из важных аргументов в пользу существования больших циклов конъюнктуры (К-волн)<sup>1</sup>. В современной литературе часто приводятся примеры соответствия колебаний технико-экономических показателей, с одной стороны, и социально-экономических показателей, с другой. Цитируем С.Ю. Глазьева: «Фаза роста нового технологического уклада сопровождается ... перестройкой экономических оценок... Наиболее четко эти изменения проявляются в периодически происходящих колебаниях цен на энергоносители — с резкого повышения этих цен начинается падение эффективности доминирующего технологического уклада и процесс его замещения новым, более эффективным. По мере роста последнего энергоёмкость общественного производства сокращается, падает спрос на энергоносители, снижаются цены на них, а также на энергоёмкие материалы и сырьё, что создает благоприятные условия для возобновления экономического роста на базе нового технологического уклада» (Глазьев, 2019. С. 48).

А теперь вернемся к Д. Ромеру, который объяснил негативное отношение мейнстрима к К-волнам (а также к другим видам циклов) отсутствием регулярности колебаний (в том числе длинноволновых) в динамике выпуска. Зададимся вопросом: не может ли быть так, что ортодоксальные макроэкономисты не сумели или не желали разобраться в сущности К-волн, потому что столкнулись с трудностями, возникающими на пути учета данного феномена в макроэкономическом анализе?

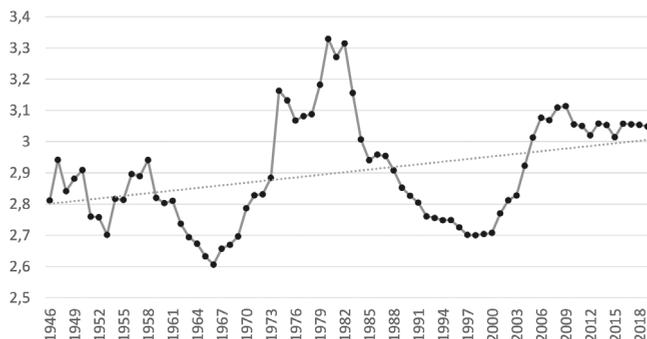
### **Гипотеза существования К-волн на макроуровне**

Чтобы ответить на поставленный вопрос, сформулируем гипотезу, учитывающую две вышеуказанные особенности К-волн: долгосрочная динамика выпуска на макроуровне (динамика ВВП) не подвержена регулярным длинноволновым колебаниям и носит по преимуществу экспоненциальный характер, прежде всего потому, что она формируется в результате взаимодействия двух сил, где первая сила — это радикальные (парадигмальные) технологические изменения, сопровождающие переход от одного технологического уклада к другому и вызывающие длинноволновые колебания технико-экономических показателей, отражающих эти изменения; вторая сила — это ответная контрциклическая реакция государства и рынка на радикальные технологические изменения, которая, как правило, ориентирована на демпфирование негативных последствий технологических изменений, но иногда, напротив, усугубляет негативные последствия (например, в случае провалов рынка). Ответная реакция проявляется в форме длинноволновых колебаний социально-экономических показателей.

По нашему мнению, реалистичность выдвинутой гипотезы вполне очевидна и не нуждается в специальном обосновании. Тем не менее, мы рассмотрим данную гипотезу на модельном уровне, поскольку таким способом можно получить новые знания об особенностях взаимодействия двух вышеуказанных сил. С этой целью следует решить две задачи:

(А) найти такой технико-экономический параметр, который способен отразить на макроуровне действие первой силы и при этом подвержен длинноволновым колебаниям;

<sup>1</sup> См., например (Кондратьев, 1989. С. 179–188).



**Рис. 3.** Динамика отношения основного капитала к ВВП США в 1946–2019 гг., линейная аппроксимация

(Б) выбрать макроэкономическую модель, способную сымитировать такое взаимодействие двух рассматриваемых сил, при котором долгосрочная динамика выпуска на макроуровне (динамика ВВП) не будет подвержена регулярным длинноволновым колебаниям.

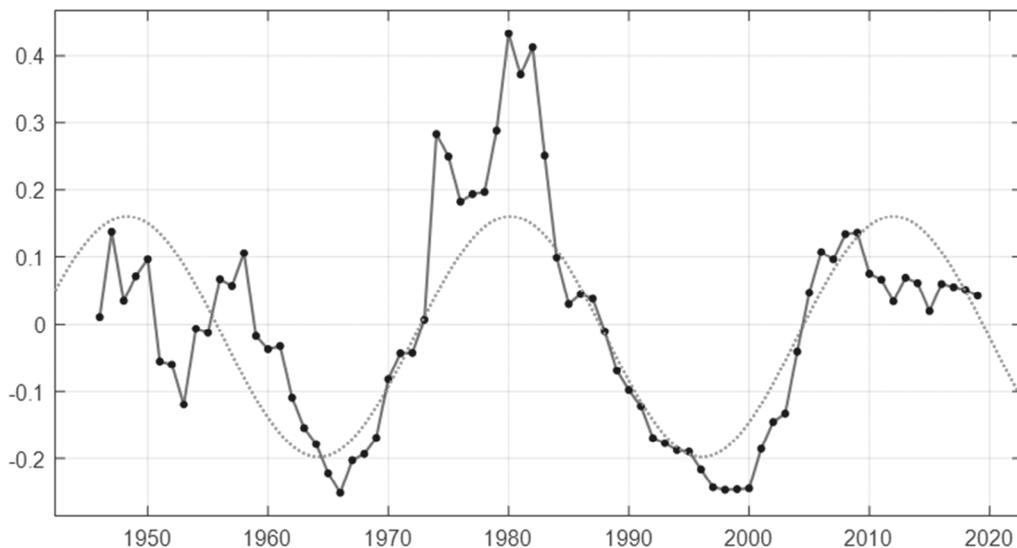
Обратимся к задаче А. Есть определенные основания полагать, что на макроуровне в роли технико-экономического параметра, способного улавливать переход от одного доминирующего технологического уклада к другому доминирующему технологическому укладу, мог бы выступать показатель капиталоемкости (или капиталоемкости) совокупного производства<sup>1</sup>. В пользу данного показателя говорят два аргумента.

Во-первых, несмотря на известный «стилизованый факт» Н. Калдора, допускающий неизменность капиталоемкости во времени (этим «фактом» активно пользуются многие макроэкономисты, в том числе сторонники теории К-волн) существуют, если так можно выразиться, физические основания для длинноволновой динамики рассматриваемого показателя. Действительно, среди факторов, влияющих на динамику капиталоемкости, заметную роль играет зависимость от степени использования производственных мощностей. На восходящей части К-волны (в период становления доминирующего уклада и улучшения экономической конъюнктуры) спрос на продукцию растет. Соответственно, растет и степень использования мощностей, а капиталоемкость снижается. На нисходящей части К-волны картина прямо противоположная: капиталоемкость растет, что связано со снижением степени использования мощностей вследствие понижения спроса на продукцию старого доминирующего уклада и эмбрионального состояния нового технологического уклада.

Во-вторых, имеются определенные статистические подтверждения длинноволновых колебаний капиталоемкости. Так, по данным статистики США, колебания капиталоемкости хорошо видны на интервале 1946–2019 гг. (см. рис. 3)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Есть и другие технико-экономические показатели, способные улавливать длинноволновые колебания. Помимо вышеуказанной энергоемкости в роли такого показателя может выступать, например, отношение индекса Доу-Джонса к цене золота. URL: <https://www.macrotrends.net/1378/dow-to-gold-ratio-100-year-historical-chart> (дата обращения: 15.10.2021). Но такие показатели плохо согласуются с параметрами макроэкономических моделей.

<sup>2</sup> Источник: Bureau of Economic Analysis, Interactive Data: Table 1.1. Current-Cost Net Stock of Fixed Assets and Consumer Durable Goods URL: <https://www.bea.gov/data/investment-fixed-assets/by-type> (дата



**Рис. 4.** Синусоидальная аппроксимация отношения основного капитала к ВВП США в 1946–2019 гг. по методу Фурье после удаления линейного тренда

Таблица 1

**Сравнение линейной и синусоидальной аппроксимации**

	<b>Линейная аппроксимация</b>	<b>Синусоидальная аппроксимация</b>
Уравнение	$f(t) = p_{1t} + p_2$	$f(t) = a_0 + a_1 \cos(\omega t) + b_1 \sin(\omega t)$
Коэффициенты (в скобках 95 % доверительный интервал)	$p_1 = 0,002804 (0.001043, 0.004565)$ $p_2 = -2,655 (-6.146, 0.8366)$	$a_0 = -0.01863 (-0.04223, 0.004966)$ $a_1 = 0.1015 (-2.563, 2.766)$ $b_1 = 0.1475 (-1.688, 1.983)$ $\omega = 0.1972 (0.1881, 0.2063)$
Скорректированный R-квадрат	0.1106	0.6192
Среднеквадратическая ошибка модели	0.1623	0.09946

После исключения линейного тренда анализ Фурье с одной гармоникой дает результаты, отображенные на рисунке 4.

Имеет смысл сравнить, насколько уместно применять стилизованный факт Н. Калдора для экономики США на интервале 1946–2019 гг. (см. рис. 3) относительно синусоидальной аппроксимации капиталоемкости, изображенной на рисунке 4 (см. табл. 1).

Рисунки 3, 4 и приведенные в таблице 1 статистические оценки показывают, что динамика капиталоемкости США на интервале 1946–2019 гг. намного лучше описывается синусоидой и представляет собой статистически значимую длинноволновую траекторию с периодом

$$T = 2\pi / \omega \approx 31.9 (30.5, 33.4) \text{ года.}$$

Обратимся к задаче Б, связанной с выбором макроэкономической модели, способной демпфировать негативные эффекты, возникающие при смене технологических укладов. По нашему мнению, широко распространенные в экономической практике модели типа *DSGE* (динамические стохастические модели общего равновесия) не приспособлены для решения задачи подобного рода (в них отсутствует управление эмиссией и инфляцией). Воспользуемся разработанной проф. С.Ю. Малковым при нашем участии имитационной моделью переключающегося режима воспроизводства (моделью ПРВ)<sup>1</sup> и попытаемся с ее помощью провести расчеты, показывающие, что:

— в случае, когда на динамику ВВП влияет только первая сила (она индуцирует регулярные длинноволновые колебания технико-экономических показателей, отражающие переход от одного технологического уклада к другому) и не влияет вторая сила (отсутствует встречная реакция государства и рынка на действие первой силы, реакция, проявляющая себя через социально-экономические параметры), данная динамика может обрести вид регулярной К-волны с экспоненциальным трендом;

— но, если на динамику ВВП помимо первой силы влияет также вторая сила, траектория ВВП может утратить вид регулярной К-волны с экспоненциальным трендом. Она может превратиться в обычную экспоненту, лишенную каких-либо признаков регулярных длинноволновых колебаний.

### Расчетная модель ПРВ с переменной отдачей капитала

#### *Краткое описание модели.*

Модель ПРВ имитирует поведение нефинансового сектора экономики, создающего в течение года основную часть ВВП. В роли субъектов нефинансового сектора приняты абстрактные разновозрастные макроэкономические подсистемы  $\{G_1, G_2, \dots, G_N\}$ , где подсистема  $G_1$  самая молодая в году  $t$ , а подсистема  $G_N$  — самая старая в этом же году  $t$ . В отличие от субъектов инвестиционной сферы (производящих основной капитал «для себя» и «для других») макроэкономические подсистемы из набора  $\{G_1, G_2, \dots, G_N\}$  способны производить в переключающемся режиме то основной капитал «для себя» (программа А), то непроектные блага «для всех» (программа В). Подсистемам  $\{G_1, G_2, \dots, G_N\}$  соответствуют домашние хозяйства  $\{H_1, H_2, \dots, H_N\}$ , которые участвуют в выполнении программ А и В, получают за это денежный доход и расходуют его на приобретение благ, производимых по программе В (Маевский и др. 2018. С. 83–84).

Переменные модели:

$Y_i$  — месячный выпуск продукции подсистемы  $G_i$  в ценах базового года;

$M_{Y_i}$  — накопления денежных средств подсистемы  $G_i$ ;

$\Delta M_{Y_N}$  — эмиссия под инвестиции в обновляющуюся подсистему  $G_N$ ;

$M_{H_i}$  — текущие денежные средства домашних хозяйств  $H_i$  ( $\hat{M}_{H_i}$  — те же средства в начале месяца);

$\Delta M_{H_i}$  — государственные субсидии<sup>2</sup> в домашние хозяйства  $H_i$ .

Коэффициенты модели:

<sup>1</sup> Модель ПРВ вынесена в следующий раздел статьи. Она отличается от описаний, которые даны в работах (Маевский и др. 2019), (Маевский и др. 2020) тем, что коэффициент капиталотдачи ( $R$ ) записан в явном виде.

<sup>2</sup> Источником субсидий могут быть собираемые налоги и эмиссия.

$k_{H_i}$  — доля денежных средств, расходуемых домашними хозяйствами  $H_i$  в месяц на покупки потребительских благ;

$h_i$  — коэффициент, отражающий соотношение доходов домашнего хозяйства  $H_i$  и стоимости произведенного продукта  $Y_i$  в условиях простого воспроизводства;

$w$  — коэффициент индексации доходов домашних хозяйств;

$q$  — коэффициент, корректирующий распределение денежных потоков между производством потребительских и инвестиционных благ;

$\delta(t - k\tau)$  — дельта-функция; выражение  $M \cdot \delta(t - k\tau)$  означает импульсное увеличение количества денег на сумму  $M$  в моменты времени  $k\tau$ .

*Уравнения базовой модели.*

А. Уравнения динамики денежных средств первых  $i$ -подсистем ( $i$  принимает значения от 1 до  $(N - 1)$ ), выпускающих в течение года  $t$  потребительские товары (программа В), имеют следующий вид:

1. Динамика накоплений денежных средств  $M_{Y_i}$  подсистемы  $G_i$  в течение года:

$$\frac{dM_{Y_i}}{dt} = \sum_{j=1}^N k_{H_j} \frac{\hat{M}_{H_j}}{\tau} \left( \frac{Y_i}{\sum_{j=1}^{N-1} Y_j} \right) - wh_i Y_i \sum_{k=0}^{\infty} \delta(t - k\tau), \quad (1)$$

где первый член в правой части уравнения — денежные доходы подсистемы  $G_i$  в результате продажи на рынке произведенной ею продукции; второй член — денежные средства, поступающие из подсистемы  $G_i$  в домашнее хозяйство  $H_i$  (считается, что эти выплаты производятся в начале очередного месяца).

Коэффициент индексации доходов домашних хозяйств  $w$  зависит от инфляционных процессов и вычисляется по отношению к базисному году. В рамках модели принято следующее выражение для  $w$ :

$$w = qP_{t-1}. \quad (1a)$$

2. Динамика денежных средств домашних хозяйств  $H_i$ :

$$\frac{dM_{H_i}}{dt} = wh_i Y_i \sum_{k=0}^{\infty} \delta(t - k\tau) - \frac{k_{H_i} \hat{M}_{H_i}}{\tau} + \Delta M_{H_i} \sum_{k=0}^{\infty} \delta(t - k\tau), \quad (2)$$

где первый и третий члены в правой части уравнения — доходы домашних хозяйств  $H_i$  с учетом субсидий и налогов (считается, что денежные доходы поступают в домашние хозяйства в начале каждого месяца); второй член — текущие расходы на покупки потребительских товаров.

3. Динамика уровня цен  $P$  на потребительскую продукцию в год  $t$ :

$$P_t = \left( \frac{\sum_{j=1}^N k_{H_j} \frac{\hat{M}_{H_j}}{\tau}}{\sum_{j=1}^{N-1} Y_j} \right). \quad (3)$$

При определении динамики уровня цен в базовой модели считается, что домашние хозяйства покупают все произведенные товары.

Б. Уравнения для подсистемы  $G_{N^*}$  обновляющей в год  $t$  основной капитал (программа А), имеют следующий вид:

4. Динамика расходования  $M_{Y_N}$  — денежных средств  $G_N$ -й подсистемы:

$$\frac{dM_{Y_N}}{dt} = -\frac{\widehat{M}_{Y_N}}{12} \sum_{k=0}^{\infty} \delta(t-k\tau) + \Delta M_{Y_N} \sum_{k=0}^{\infty} \delta(t-k\tau), \quad (4)$$

где первый член в правой части уравнения — денежные средства, поступающие из подсистемы  $G_N$  в домашнее хозяйство  $H_N$ . При этом считается, что подсистема  $G_N$  в течение годового периода расходует накопленные в предыдущие  $N-1$  лет средства  $\widehat{M}_{Y_N}$  на обновление основного капитала (эти средства идут на выплату зарплат работникам, участвующим в обновлении основного капитала). Второй член — эмиссия под инвестиции в обновляющуюся подсистему.

Величина обновленного в году  $t$  подсистемой  $G_N$  основного капитала в постоянных ценах базового года определяется по формуле:

$$K_N = \frac{W_N}{h_N P_t} = \frac{\widehat{M}_{Y_N}}{h_N P_t}, \quad (5)$$

где  $W_N$  — годовой фонд номинальной зарплаты (при этом считается, что все накопленные средства подсистема  $G_N$  тратит на обновление основного капитала, то есть на зарплату тех, кто прямо или косвенно участвует в данном обновлении). В следующие за годом  $t$  несколько лет (до очередного обновления основного капитала) объем продукции  $Y_N$  (в постоянных ценах базового года), производимой данной подсистемой на потребительский рынок, будет соответствовать величине:

$$Y_N = R_t K_N, \quad (5a)$$

где  $R_t$  — отдача капитала<sup>1</sup> в год  $t$ .

5. Динамика денежных средств домашнего хозяйства  $H_N$ :

$$\frac{dM_{H_N}}{dt} = \frac{\widehat{M}_{Y_N}}{12} \sum_{k=0}^{\infty} \delta(t-k\tau) - \frac{k_{H_N} \widehat{M}_{H_N}}{\tau} + \Delta M_{H_N} \sum_{k=0}^{\infty} \delta(t-k\tau), \quad (6)$$

где первый и третий члены в правой части уравнения — доходы домашнего хозяйства  $H_N$  с учетом субсидий и налогов (считается, что денежные доходы поступают в домашние хозяйства в начале каждого месяца); второй член — текущие расходы  $H_N$  на покупки потребительских товаров.

Уравнения (1)–(6) описывают динамику экономической системы в течение года  $t$ , когда подсистема  $G_N$  обновляет свой основной капитал. После этого в следующий годовой период подсистема  $G_N$  начинает выпускать потребительские товары, а подсистема  $G_{N-1}$  начинает обновлять свои изношенные основные фонды. Таким образом, подсистема  $G_N$  в следующий год занимает место подсистемы  $G_1$ , подсистема  $G_1$  занимает место подсистемы  $G_2$ , подсистема  $G_2$  занимает место подсистемы  $G_3$ , ..., подсистема  $G_{N-1}$  занимает место подсистемы  $G_N$ . И так далее, для последующих годов.

В. Уравнение ВВП в постоянных ценах в год  $t$  имеет следующий вид:

<sup>1</sup> В отличие от определения рентабельности капитала (*Return on capital*) как отношения полученной прибыли к капиталу мы используем коэффициент отдачи собственного капитала, равный отношению объема реализации к годовой стоимости собственного капитала. Отдача капитала может быть возрастающей ( $R > 1$ ), нейтральной ( $R = 1$ ) или убывающей ( $R < 1$ ).

$$GDP_t = \sum_{j=1}^{N-1} Y_j + K_N, \quad (7)$$

то есть, ВВП в постоянных ценах составляет сумму выпущенных потребительских товаров (предполагается, что они выкупаются полностью) и созданного при обновлении основного капитала.

### Подтверждение гипотезы модельными расчетами

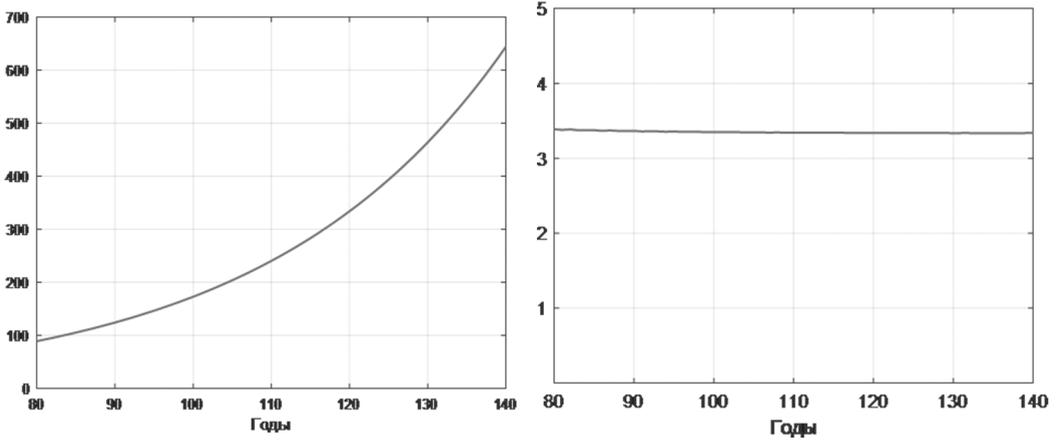
Итак, приступим к долгосрочным расчетам на основе модели ПРВ в следующей последовательности: 1) простейший режим с постоянной отдачей капитала и постоянным ростом ВВП; 2) режим со ступенчатым изменением отдачи капитала; 3) попытка скомпенсировать уменьшающуюся отдачу путем смещения денежных потоков от потребления в сторону инвестиций; 4) попытка скомпенсировать уменьшающуюся отдачу путем возросшего проектного финансирования. Расчетный период принят равным 140 условных лет.

1. Рассмотрим простейший режим, когда на интервале в 140 лет капиталоотдача не подвержена волновой динамике и равна единице на всем этом интервале (в модели ПРВ этот показатель ( $R_t$ ) включен в уравнение (5a)). Из 140 лет первые 10 лет экономика функционирует в режиме простого воспроизводства, когда и темп роста ВВП, и темп эмиссии, и индекс инфляции, и специфический для модели ПРВ коэффициент  $q$  (участвует в распределении денежных потоков между производством потребительских и инвестиционных благ) равны единице. Начиная с 11-го года и до 140-го моделируемая экономика переходит в режим роста при условии, что темп прироста эмиссии равен 6 % в год. В этом случае волновая динамика ВВП отсутствует. Имеет место идеальный экспоненциальный рост ВВП с темпом 3,4 % в год при инфляции 2,6 % (рис. 5А, 5Б).

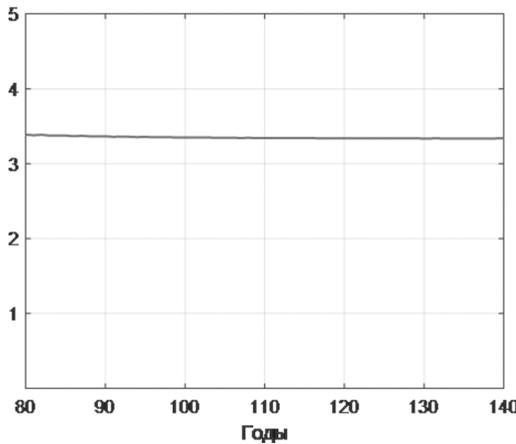
2. А теперь примем, что в моделируемой на период 140 лет экономике в интервале 60–90-х годов зародился новый технологический уклад, которому соответствует восходящая часть К-волны. Допустим, что в это время капиталоотдача равна 1. Затем на интервале 90–110 лет данный технологический уклад приходит в упадок. Этому соответствует нисходящая часть данной К-волны, которая проявляется в снижении капиталоотдачи с 1 до 0,95. Далее, в период 110–140-х годов возникают новый уклад и новая К-волна (ее восходящая часть), и капиталоотдача вновь возвращается к уровню 1. Таким образом К-волны фиксируются через волны движения капиталоотдачи, выраженные в виде кусочно-линейной функции.

Если регулятор (или просто саморегулирующийся рынок) никак не среагирует на волновую динамику капиталоотдачи (не изменит темп эмиссии денег, не меняет другие правила игры), то условные расчеты по модели ПРВ покажут возникновение длинных волн инфляции и темпа ВВП, также выраженных через кусочно-линейные функции (рис. 6А, 6Б).

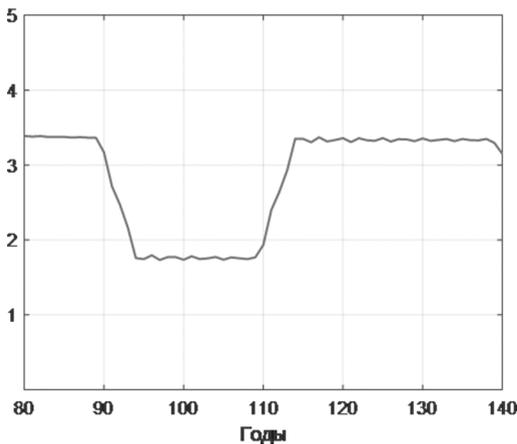
3. Однако следует полагать, что на практике эксцессы, изображенные на рисунках 6А и 6Б, как правило, не возникают. Регулятор (или просто саморегулирующийся рынок) пытается предотвратить спад ВВП в течение 90–110-х годов и принимает определенные меры. Эти меры различны. В рамках модели ПРВ смягчить спад можно, управляя или эмиссией, или коэффициентом  $q$ , участвующим в распределении денежных потоков между производством потребительских и инвестиционных благ (в модели ПРВ коэффициент  $q$  входит в уравнение (1a)). Начнем с ко-



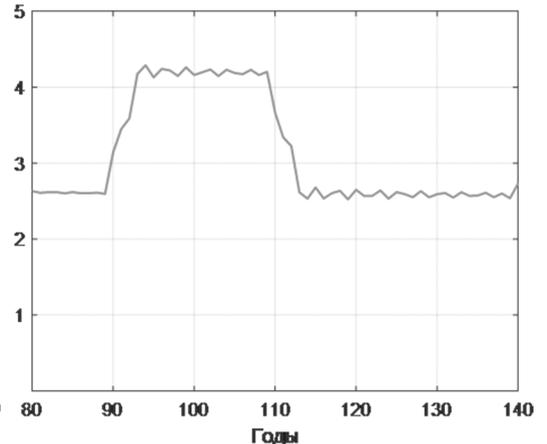
**Рис. 5А.** Модельный расчет реального ВВП (слева) и темпа его прироста (справа, %) в условиях постоянной капиталотдачи



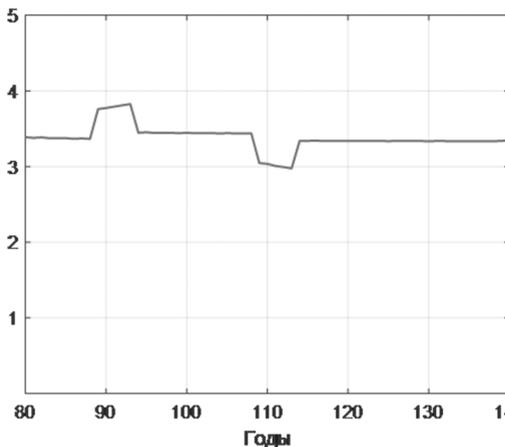
**Рис. 5Б.** Модельный расчет инфляции (%) в условиях постоянной капиталотдачи



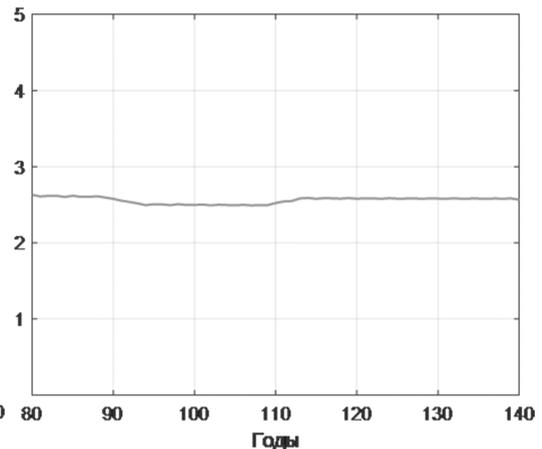
**Рис. 6А.** Модельный расчет снижения темпа прироста реального ВВП (%) в течение 90–110-х годов при снижении капиталотдачи в этот же промежуток времени



**Рис. 6Б.** Модельный расчет роста инфляции в течение 90–110-х годов при снижении капиталотдачи в этот же промежуток времени



**Рис. 7А.** Модельный расчет выравнивания темпа прироста реального ВВП (%) при снижении капиталоотдачи, но при условии снижения  $q$  в 90–110-е годы



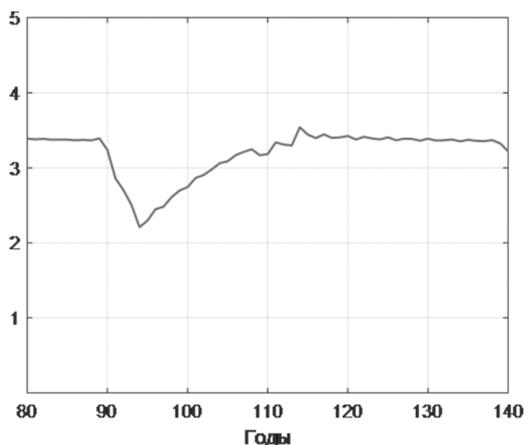
**Рис. 7Б.** Модельный расчет инфляции (%) при снижении капиталоотдачи, но при условии снижения  $q$  в 90–110-е годы

эффицента  $q$ . Допустим, что данный коэффициент равен 1 в 60–90-е и в 110–140-е годы (тогда, когда экономика находится на восходящей части К-волн), но в период 90–110-х годов его удастся снизить с 1 до  $0,95^1$ . Тогда получим траектории темпов ВВП и индекса инфляции, отображенные на рисунках 7А, 7Б.

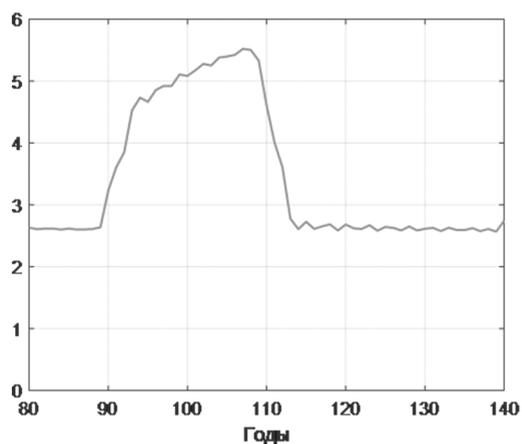
Сравнивая рисунок 6А и рисунок 7А, а также рисунок 6Б и рисунок 7Б, видим, что снижение коэффициента  $q$  способно кардинально изменить макроэкономическую ситуацию: несмотря на снижение капиталоотдачи в период 90–110-х годов (что говорит о прохождении экономики в 90–110-е гг. через нисходящую часть К-волны), темп ВВП может обрести тенденцию к росту, а индекс инфляции — к понижению. Получается, ВВП не реагирует на длинноволновый спад! Ситуация, на первый взгляд, кажется экзотической. Однако данный расчет согласуется с тем, что приходится наблюдать на практике. Напомним, что на снижение индекса инфляции на нисходящей части К-волны обращал внимание сам Н.Д. Кондратьев, анализируя поведение товарных цен за период с конца XVIII века по начало XX века (Кондратьев, 1989. С. 180–181).

4. Рассмотрим, наконец, попытку регулятора преодолеть спад ВВП, возникающий при снижении капиталоотдачи в период 90–110-х годов, посредством наращивания  $\Delta M_{Y_N}$  — эмиссии в обновляющуюся производственную подсистему  $G_N$ . В данном случае речь идет о монетарном стимулировании экономического роста. Такая политика, как известно, вызывает неоднозначную реакцию в российском экономическом сообществе. Одни экономисты (А.Л. Кудрин, Э.С. Набиуллина и др.) считают, что она ведет к инфляции и даже к стагфляции, другие (С.Ю. Глазьев, М.В. Ершов и т. д.) полагают, что при проектном финансировании политика монетарного стимулирования может обеспечить экономический рост. В расчетах по мо-

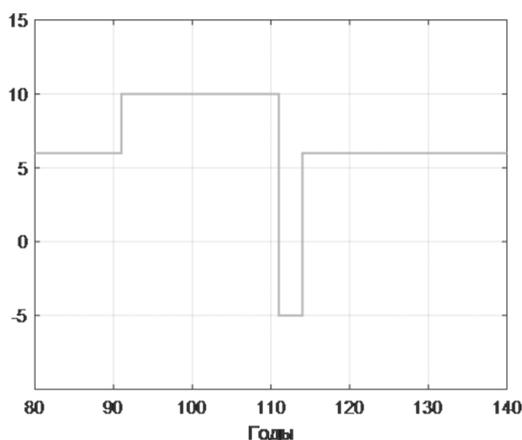
<sup>1</sup> В модели это означает, что в условиях нисходящей части К-волны скорость денежного потока, идущего на образование дохода домашних хозяйств, замедляется, а скорость роста инвестиций возрастает. Рост инвестиций в 90–110-е годы может быть связан с попыткой модернизации технологий, принадлежащих старому технологическому укладу, а также с затратами на проектирование и освоение новых технологий, принадлежащих нарождающемуся укладу.



**Рис. 8А.** Модельный расчет темпа прироста реального ВВП (%) при снижении капиталотдачи, но с одновременным ростом темпа эмиссии с 6 до 10% в 90–110-е годы



**Рис. 8Б.** Модельный расчет инфляции (%) при снижении капиталотдачи, но с одновременным ростом темпа эмиссии с 6 до 10% в 90–110-е годы



**Рис. 8В.** Темпы эмиссии (%) в период 90–110-х годов с тезаврацией в 111–113-е годы

дели мы исходили из того, что ускорение эмиссии в условиях снижающейся капиталотдачи может вызвать повышенный спрос на продукцию стареющего технологического уклада. С этой целью темп эмиссии был увеличен с 6 до 10% в год в течение 90–110-х годов.

Расчеты по модели ПРВ показали, что в какой-то мере правы и противники, и сторонники политики монетарного стимулирования экономического роста. Оказалось, что при ускорении эмиссии темп реального ВВП постепенно возрастает в течение 90–110-х годов, однако при этом растет и индекс инфляции (см. рис. 8А, 8Б).

Расчет по модели ПРВ показал также, что использование политики монетарного стимулирования роста в период нахождения экономики на нисходящей части К-волны таит в себе определенные трудности. Помимо того, что такая политика предотвращает спад темпов ВВП, но усиливает инфляцию, оказалось, что после 110-го года возникает необходимость тезаврации части денежной массы (см. рис. 8В).

Необходимость тезаврации объясняется тем, что дополнительные деньги, накопившиеся за период 90–110-го годов, были нужны для того, чтобы искусственно поддерживать спрос на продукцию старого технологического уклада (ради предотвращения спада на нисходящей К-волне). После 110-го года, когда доминировать стал новый технологический уклад, поддержка спроса на продукцию старого уклада оказалась ненужной. Часть денег оказалась избыточной, и они были выведены из обращения так, как показано на рисунке 8В.

Таковы наши условные расчеты по модели ПРВ. Главный результат: удалось показать, каким образом действие регулятора может демпфировать К-волны выпуска, вызываемые переходом от одного доминирующего технологического уклада к другому. Разумеется, это лишь первый шаг: впереди предстоит большая работа по адаптации модели ПРВ к задачам эффективного управления экономикой в условиях К-волн. Заметим, что подобного рода задача не интересует ортодоксальных макроэкономистов. Они игнорируют К-волны и, как нам представляется, тем самым ограничивают возможности собственной макроэкономической теории, когда сводят проблему колебаний к спонтанно возникающим шокам.

### **Заключение**

В настоящей работе мы попытались доказать, что отказ ортодоксальных макроэкономистов от изучения феномена К-волн на том основании, что данный феномен не проявляет себя в динамике выпуска, не является убедительным. В противовес ортодоксам нами предложена гипотеза, объясняющая, почему К-волны не характерны для макроэкономических показателей выпуска, таких как ВВП или ВНП, но при этом вполне могут проявлять себя на уровне технико-экономических показателей макроуровня типа капиталоотдачи или на уровне социально-экономических показателей, таких как инфляция. Суть данной гипотезы в следующем: долгосрочная траектория выпуска на макроуровне не обладает К-волновой динамикой, так как она формируется в результате взаимодействия двух сил (переходными процессами от одного технологического уклада к другому и реакцией государства и рынка на данные переходные процессы), каждая из которых обладает К-волновой динамикой.

Расчеты, проведенные с помощью модели ПРВ, подтвердили корректность предложенной гипотезы: было показано, что регулятор обладает достаточно мощными инструментами, позволяющими демпфировать на уровне ВВП колебательную динамику технико-экономических показателей, вызванную сменами технологических укладов. В дальнейшем мы намерены продолжить исследование в этом направлении и надеемся, что таким образом гетеродоксальная экономическая теория (признающая К-волны) сможет получить определенные преимущества перед своим ортодоксальным конкурентом.

### **Список источников**

Акаев А. А. Стратегическое управление устойчивым развитием на основе теории инновационно-циклического экономического роста Шумпетера — Кондратьева // *Моделирование и прогнозирование глобального, регионального и национального развития*. М: Кн. Дом «ЛИБРОКОМ», 2012. С. 109–124.

Глазьев С. Ю. Рынок в будущее. Россия в новых технологическом и мирохозяйственном укладах. М.: Книжный мир, 2019. 768 с.

Глазьев С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: ВлаДар, 1993. 310 с.

Глазьев С. Ю., Микерин Г. И., Тесля П. Н. и др. Длинные волны: Научно-технический прогресс и социально-экономическое развитие / Отв. ред. С. В. Казанцев, П. Н. Тесля. Новосибирск: Наука, 1991. 224 с.

Гринин Л. Е., Коротаев А. В. Взаимосвязь длинных и среднесрочных циклов (кондратьевских волн и жюгляровских циклов) // Кондратьевские волны: длинные и среднесрочные циклы: ежегодник / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев. Волгоград: Учитель, 2014. 360 с.

Кондратьев Н. Д. Мировое хозяйство и его конъюнктура во время и после войны. Вологда: Кондратьев. 1922/2002. С. 40–341.

Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры // Вопросы конъюнктуры. М.: Фин. изд-во НКФ СССР, 1925. Т. 1, Вып. 1. С. 28–79.

Кондратьев Н. Д. Проблемы экономической динамики / Отв. ред. Л. И. Абалкин и др. М.: Экономика, 1989. 526 с.

Маевский В. И., Малков С. Ю., Рубинштейн А. А. Анализ экономической динамики США, СССР и России с помощью модели ПРВ // Вопросы экономики. 2018. № 7. С. 82–95. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2018-7-82-95>.

Маевский В. И., Малков С. Ю., Рубинштейн А. А. Анализ связи между эмиссией, инфляцией и экономическим ростом с помощью модели переключающегося режима воспроизводства // Вопросы экономики. 2019. № 8. С. 45–66. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-8-45-66>.

Маевский В. И., Малков С. Ю., Рубинштейн А. А., Красильникова Е. В. Теория воспроизводства капитала и не-нейтральность денег / Под ред. акад. РАН Маевского В. И. М.; СПб.: Нестор-История, 2020. 160 с.

Макашева Н. А. Когда история вторгается в науку: к 125-летию со дня рождения Н. Д. Кондратьева // Н. Д. Кондратьев: кризисы и прогнозы в свете теории длинных волн. Взгляд из современности / Под ред. Л. Е. Гринина, А. В. Коротаева, В. М. Бондаренко. М.: «Учитель», 2017. С. 48–60.

Малков С. Ю., Сулейманова А. И. К вопросу об общей теории социально-экономических циклов // Кондратьевские волны: длинные и среднесрочные циклы: ежегодник / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев. Волгоград: Учитель, 2014. С. 320–330.

Меньшиков С. М., Клименко Л. А. Длинные волны в экономике. Когда общество меняет кожу. М.: Международные отношения. 1989. 272 с.

Перес К. Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания: пер. с англ. Ф. В. Маевского. М.: Изд-во «Дело» АНХ, 2011. 232 с.

Ромер Д. Высшая макроэкономика / Под науч. ред. В. М. Полтеровича; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». 2-е изд. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2015. 855 с.

Шумпетер Й. А. Теория экономического развития. Капитализм, социализм, демократия / Предисл. В. С. Автономова; пер. с англ. В. С. Автономова и др. М.: Эксмо, 2007. 864 с.

Barr K. Long Waves: A Selective Annotated Bibliography // Review. 1979. Vol. 2, No. 4. P. 675–718.

Barsky R. B., Miron J. A. The Seasonal Cycle and Business Cycle // Journal of Political Economy. 1989. Vol. 97. P. 503–534.

Van Duijn J. J. The Long Wave in Economic Life. London, Boston: George Allen and Unwin, 1983. 239 p.

Forrester J. W. The Kondratieff Cycle and Changing Economic Conditions. System Dynamics Group working paper. Cambridge, MA: MIT, 1981.

Freeman C. Technical Innovation, Diffusion, and Long Cycles of Economic Development. In T. Vasko (Eds.). The Long-Wave Debate. Berlin: Springer. 1987. P. 295–309. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-10351-7\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-662-10351-7_21).

Glismann H. H., Rodemer H., Wolter W. Long Waves in Economic Development: Causes and Empirical Evidence // Long Waves in the World Economy. In Chr. Freeman (Eds.). London: Butterworth, 1983. P. 135–163.

Gordon D. M. Up and Down the Long Roller Coaster // U. S. Capitalism in Crisis. In B. Steinberg (Eds.). New York: Economics Education Project of the Union for Radical Political Economics, 1978. P. 22–34.

- Eklund K. Long Waves in the Development of Capitalism? // *Kyklos*. 1980. Vol. 33, No. 3. P. 383–419.
- Hirooka M. *Innovation Dynamism and Economic Growth: A Nonlinear Perspective*. Cheltenham, UK–Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, 2006. 448 p.
- Kleinknecht A. Innovation, Accumulation, and Crisis: Waves in Economic Development? // *Review*. 1981. Vol. 4, No. 4. P. 683–711.
- Mandel E. *Long Waves of Capitalist Development*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1980. 151 p.
- Miron J. A. *The Economics of Seasonal Cycles*. Cambridge, MA: MIT Press, 1996. 225 p.
- Mensch G. *Stalemate in Technology: Innovations Overcome the Depression*. Cambridge, Mass.: Ballinger Pub. Co., 1979. 241 p.
- Nakicenovic N. *Energy Strategies for Mitigating Global Change*. IIASA Working Paper. Laxenburg, Austria: WP-92-001, 1992.
- Rostow W. W. Kondratieff, Schumpeter and Kuznets: Trend Periods Revisited // *Journal of Economic History*. 1975. Vol. 35, No. 4. P. 719–753.
- Wallerstein I. *Economic Cycles and Socialist Policies* // *Futures*. 1984. Vol. 16, No. 6. P. 579–585.
- Van der Zwan A. On the Assessment of the Kondratieff Cycle and Related Issues. In S. K. Kuipers, G. J. Lanjouw (Eds.). *Amsterdam: Prospects of Economic Growth*, North-Holland Publishing Co., 1980. P. 183–222.

## References

- Akayev, A. A. (2012). Strategicheskoe upravlenie ustoychivym razvitiem na osnove teorii innovatsionno-tsiklicheskogo ekonomicheskogo rosta Shumpetera — Kondrat'eva [Strategic management of sustainable development based on the Schumpeter-Kondratiev theory of innovation-cyclical economic growth]. *Modelirovanie i prognozirovanie global'nogo, regional'nogo i natsional'nogo razvitiya [Modeling and forecasting of global, regional and national development]*. Moscow, Russia: Librokom, 109–124. (In Russ.).
- Barr, K. (1979). Long Waves: A Selective Annotated Bibliography. *Review*, 2(4), 675–718.
- Barsky, R. B. & Miron, J. A. (1989). The Seasonal Cycle and Business Cycle. *Journal of Political Economy*, 97, 503–534.
- Eklund, K. (1980). Long Waves in the Development of Capitalism? *Kyklos*, 33(3), 383–419.
- Forrester, J. W. (1981). *The Kondratieff Cycle and Changing Economic Conditions*. System Dynamics Group working paper. Cambridge, MA: MIT.
- Freeman, C. (1987). *Technical Innovation, Diffusion, and Long Cycles of Economic Development*. In T. Vasko (Eds.). *The Long-Wave Debate*. Berlin: Springer, 295–309. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-10351-7\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-662-10351-7_21).
- Glazhev, S. Yu. (1993). *Teoriya dolgosrochnogo tekhniko-ekonomicheskogo razvitiya [The theory of long-term technical and economic development]*. Moscow, Russia: VlaDar, 310. (In Russ.).
- Glazhev, S. Yu. (2019). *Ryvok v budushchee. Rossiya v novykh tekhnologicheskoy i mirokhozaystvennom ukladakh [Leap into the Future. Russia in New Technological and World-system Patterns]*. Moscow, Russia: Knizhny Mir, 768. (In Russ.).
- Glazhev, S. Yu., Mikerin, G. I., Teslya, P. N. et al. (1991). *Dlinnye volny: Nauchno-tekhnicheskii progress i sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie [Long Waves: Scientific and Technological Progress and Socio-Economic Development]*. In Kazantsev S.V., Teslya P.N. (Eds). Novosibirsk, Russia: Nauka, 224. (In Russ.).
- Glismann, H. H., Rodemer, H. & Wolter, W. (1983). Long Waves in Economic Development: Causes and Empirical Evidence. *Long Waves in the World Economy*. In Chr. Freeman (Eds.). London: Butterworth, 135–163.
- Gordon, D. M. (1978). Up and Down the Long Roller Coaster. *U. S. Capitalism in Crisis*. In B. Steinberg (Eds.). New York: Economics Education Project of the Union for Radical Political Economics, 22–34.

Grinin, L. E. & Korotayev, A. V. (2014). Vzaimosvyaz' dlinnykh i srednesrochnykh tsiklov (kondrat'evskikh voln i zhyuglyarovskikh tsiklov) [Interrelation of Long and Medium-Term Cycles (Kondratieff Waves and Juglar Cycles)]. *Kondrat'evskie volny: dlinnye i srednesrochnye tsikly: ezhegodnik [Kondratieff Waves: Long and Medium-Term Cycles: Yearbook]*. In Grinin L. E., Korotayev A.V. (Eds.). Volgograd, Russia: Uchitel', 360. (In Russ.).

Hirooka, M. (2006). *Innovation Dynamism and Economic Growth: A Nonlinear Perspective*. Cheltenham, UK-Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, 448.

Kleinknecht, A. (1981). Innovation, Accumulation, and Crisis: Waves in Economic Development? *Review*, 4(4), 683–711.

Kondratiev, N. D. (1922/2002). *Mirovye khozyaystvo i ego kon'yunktura vo vremena i posle vojny [The World Economy and Its Conditions during and after the War]*. Vologda, Russia: Kondratiev, 40–341. (In Russ.).

Kondratiev, N. D. (1925). Bol'shie tsikly kon'yunktury [Great cycles of conjuncture]. *Voprosy kon'yunktury [The Conjuncture Matters]*, 1(1). Moscow, Russia: Fin. izd-vo NKFS SSSR, 28–79. (In Russ.).

Kondratiev, N. D. (1989). *Problemy ekonomicheskoy dinamiki [Problems of Economic Dynamics]*. In Abalkin L. I. (Eds.). Moscow, Russia: Ekonomika, 526. (In Russ.).

Makasheva, N. A. (2017). Kogda istoriya vtorgaetsya v nauku: k 125-letiyu so dnya rozhdeniya N. D. Kondrat'eva [When History Invades Science: On the 125th Anniversary of the Birth of N. D. Kondratiev]. *N. D. Kondrat'ev: krizisy i prognozy v svete teorii dlinnykh voln. Vzgl'yad iz sovremennosti [N. D. Kondratiev: Crises and Forecasts in the Light of Long Wave Theory. A View from Modernity]*. In Grinin L. E., Korotayev A. V., Bondarenko V. M. (Eds.). Moscow, Russia: Uchitel', 48–60. (In Russ.).

Malkov, S. Yu. & Suleimanova, A. I. (2014). K voprosu ob obshchey teorii sotsial'no-ekonomicheskikh tsiklov [On the General Theory of Socio-Economic Cycles]. *Kondrat'evskie volny: dlinnye i srednesrochnye tsikly: ezhegodnik [Yearbook Kondratieff Waves: Long and Medium Cycles]*. In Grinin L. E., Korotayev A. V. (Eds.). Volgograd, Russia: Uchitel', 320–330. (In Russ.).

Mandel, E. (1980). *Long Waves of Capitalist Development*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 151.

Mayevsky, V. I., Malkov, S. Yu. & Rubinstein, A. A. (2018). Analiz ekonomicheskoy dinamiki SShA, SSSR i Rossii s pomoshch'yu modeli PRV [Analysis of the economic dynamics of the US, the USSR and Russia with the help of the SMR-model]. *Voprosy ekonomiki [Voprosy Ekonomiki]*, 7, 82–95. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2018-7-82-95>. (In Russ.).

Mayevsky, V. I., Malkov, S. Yu. & Rubinstein, A. A. (2019). Analiz svyazi mezhdu emissiyey, inflyatsiyey i ekonomicheskim rostom s pomoshch'yu modeli pereklyucha-yushchegosya rezhima vosproizvodstva [Analysis of the relationship between issuing money, inflation and economic growth with the help of the SMR-model]. *Voprosy Ekonomiki [Voprosy Ekonomiki]*, 8, 45–66. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-8-45-66>. (In Russ.).

Mayevsky, V. I., Malkov, S. Yu., Rubinstein, A. A. & Krasilnikova, E. V. (2020). *Teoriya vosproizvodstva kapitala i ne-neytral'nost' deneg [The Theory of Capital Reproduction and the Non-Neutrality of Money]*. In Mayevsky V. I., RAS Academician (Eds.). St. Petersburg, Russia: Nestor-Istoria, 160. (In Russ.).

Men'shikov, S. M. & Klimenko, L. A. (1989). *Dlinnye volny v ekonomike. Kogda obshchestvo menyaet kozhu [Long Waves in the Economy. When Society Changes Skin]*. Moscow, Russia: Mezhdunarodnye otnosheniya, 272. (In Russ.).

Mensch, G. (1979). *Stalemate in Technology: Innovations Overcome the Depression*. Cambridge, Mass.: Ballinger Pub. Co., 241.

Miron, J. A. (1996). *The Economics of Seasonal Cycles*. Cambridge, MA: MIT Press, 225.

Nakicenovic, N. (1992). *Energy Strategies for Mitigating Global Change*. IIASA Working Paper. Laxenburg, Austria: WP-92-001. 1992.

Perez, C. (2011). *Tekhnologicheskie revolyutsii i finansovyy kapital. Dinamika puzyrey i periodov protsvetaniya [Technological Revolutions and Financial Capital. The Dynamics of Bubbles and Golden Ages]*. Translated by F. V. Maevskiy. Moscow, Russia: Publishing house "Delo" ANKh, 232. (In Russ.).

- Romer, D. (2015). *Vysshaya makroekonomika [Advanced Macroeconomics]*. In V. M. Polterovich (Eds.). Second edition. Moscow, Russia: Publishing house of High School of Economics, 855. (In Russ.).
- Rostow, W. W. (1975). Kondratieff, Schumpeter and Kuznets: Trend Periods Revisited. *Journal of Economic History*, 35(4), 719–753.
- Schumpeter, J. A. (2007). *Teoriya ekonomicheskogo razvitiya. Kapitalizm, sotsializm, demokratiya [Theory of Economic Development. Capitalism, Socialism and Democracy]*. Foreword by V. S. Avtonomov. Translated by V. S. Avtonomov et al. (Eds.). Moscow, Russia: Eksmo, 864. (In Russ.).
- Van der Zwan, A. (1980). *On the Assessment of the Kondratieff Cycle and Related Issues*. In S. K. Kuipers, G. J. Lanjouw (Eds.). Oxford: Prospects of Economic Growth, North-Holland Publishing Co., 183–222.
- Van Duijn, J. J. (1983). *The Long Wave in Economic Life*. London, Boston: George Allen and Unwin, 239.
- Wallerstein, I. (1984). Economic Cycles and Socialist Policies. *Futures*, 16(6), 579–585.

*Дата поступления рукописи: 18.11.2021.*

*Прошла рецензирование: 26.11.2021.*

*Принято решение о публикации: 20.12.2021.*

*Received: 18 Nov 2021.*

*Reviewed: 26 Nov 2021.*

*Accepted: 20 Dec 2021.*