
УДК 510.676, 519.7

Мировые экономические кризисы, волны фрактальной размерности глобальной температуры земли и циклы Кондратьева

А. Н. Кудинов*, В. П. Цветков*, И. В. Цветков*

** Лаборатория математического моделирования
Тверской государственной университет
ул. Желябова, д. 33, Тверь, Россия, 170100*

Анализ данных мировой статистики показывает, что кризисные явления мировой экономики носят циклический характер. Основной вклад в изучение данных процессов внёс выдающийся русский экономист Н.Д. Кондратьев, который выдвинул теорию циклов экономической конъюнктуры длительностью 40-60 лет. Динамика мировой экономики за последние 200 лет подтверждает наличие в ней длинноволновых кондратьевских циклов.

В настоящее время сложилось мнение, что столь сложное явление, как экономический цикл, невозможно объяснить только влиянием одного или небольшого числа факторов. Но, несомненно, к числу таких наиболее существенных факторов принадлежит влияние на мировую экономику фактора колебания глобальной температуры атмосферы Земли.

Этому вопросу и посвящена данная работа. В ней обсуждается наличие волн фрактальной размерности глобальной температуры атмосферы Земли с периодами цикличности 61 год и характер их возможной связи с кондратьевскими циклами, поскольку эти периоды оказываются достаточно близкими.

Ключевые слова: Кондратьевский цикл, экономический кризис, фрактальная размерность, динамика мировой экономики, мультифрактальная динамика, периодичность кризисов.

1. Введение

Анализ данных мировой статистики показывает, что кризисные явления мировой экономики носят циклический характер. Основной вклад в изучение данных процессов внёс выдающийся русский экономист Н. Д. Кондратьев, который выдвинул теорию циклов экономической конъюнктуры длительностью 40–60 лет [1]. Динамика мировой экономики за последние 200 лет подтверждает наличие в ней длинноволновых кондратьевских циклов.

В настоящее время сложилось мнение, что столь сложное явление, как экономический цикл, невозможно объяснить только влиянием одного или небольшого числа факторов. Но, несомненно, к числу таких наиболее существенных факторов принадлежит влияние на мировую экономику фактора колебания глобальной температуры атмосферы Земли.

Этому вопросу и посвящена данная работа. В ней обсуждается наличие волн фрактальной размерности глобальной температуры атмосферы Земли с периодами цикличности 61 год и характер их возможной связи с кондратьевскими циклами, поскольку эти периоды оказываются достаточно близкими.

2. Основная часть

В [2] на основе метода мультифрактальной динамики [3] нами исследовались тенденции глобального потепления с 1850 года, начиная с которого проводятся инструментальные измерения, позволяющие рассчитывать среднегодовую температуру атмосферы Земли. Эта температура является важнейшим первичным параметром в различных моделях глобальных социально-экономических и природных явлений.

Анализ наблюдений с 1950 г. и по настоящее время показывает [3], что глобальная температура v совершает колебания вблизи равновесного значения $v_0 = 15^\circ\text{C}$. Согласно модели мультифрактальной динамики мы аппроксимируем функцию v кусочно-линейным трендом на каждом участке $v = v_0 + v(t)$ (η — быстрые осцилляции относительно тренда). При этом η имеет фрактальную размерность равную 1, и D — равную D ($1 < D < 2$). Точность аппроксимации на интервале T будет определяться в C -метрике $\Delta = \max_{t_0 \leq t \leq T} |\tilde{y}(t)|$.

В модели мультифрактальной динамики на i -м временном участке линейный тренд имеет вид:

$$v_i(t) = v_{0i}(t_{0i}) + X_i(D_i)(t - t_{0i}), \quad 1 < i < N.$$

Обозначим равновесное значение фрактальной размерности как D_0 , при котором $X(D_0) = 0$. В этом состоянии линейный тренд температуры является константой. Рассмотрим далее лишь малые отклонения D от D_0 . Тогда

$$X(D) = \eta(D_0 - D) + O(D_0 - D)^2.$$

Коэффициент η описывает влияние внешних тепловых источников на температуру атмосферы Земли.

Расчёты проведённые в [2] дали значения параметров N , T_i , X_i , Δ_i , D_i , D_0 , η которые удобно привести в табл. 1.

Таблица 1
Расчётные значения параметров мультифрактальной модели

i	1	2	3	4	5
$T_i(\text{year})$	30	31	30	31	30
$X_i(\frac{^\circ\text{C}}{\text{year}})$	0,0089	-0,0081	0,0135	-0,0016	0,0183
D_i	1,140	1,166	1,141	1,203	1,183
$\Delta_i(^\circ\text{C})$	0,2624	0,229	0,1987	0,2281	0,1976
$D - D_0$	-0,017	0,009	-0,016	0,002	-0,018
D_0	1,157			1,201	
$\eta_i(\frac{^\circ\text{C}}{\text{year}})$	0,862			0,995	

Данные таблицы указывают, что за время с 1950 года в динамике глобальной температуры наблюдается пять периодов длительностью 30 и 31 год. Значение D для всех периодов заметно меньше критического D_k , которое согласно [3] лежит в интервале $1,67 < D_k < 1,75$ для социально-экономических систем. Поэтому катастроф в динамике глобальной температуры за вышеуказанный период не происходило. Значение D также меньше гауссовского значения $D = 1,5$, что указывает на детерминированный характер процессов, обуславливающих динамику глобальной температуры. На основании данных табл. 1 построим график кусочно-линейного тренда глобальной температуры ступенчатой функции $\tilde{D}_0 - \tilde{D}$. Этот график приведён на рис. 1. Из графика на рис. 1 видно, что кусочно-линейный тренд глобальной температуры уверенно пересёк отметку в 15°C в начале 80-х годов прошлого века и рост её продолжается. Конец 5 периода пока чётко не наблюдается. Отсюда следует оценка $T_5 > 40$ лет. Все это указывает на перестройку в течении последних 40 лет структуры динамики глобальной температуры атмосферы Земли.

График разности D и равновесного значения D_0 фрактальной размерности глобальной температуры приводятся на рис. 2. Из него видно наличие двух прямоугольных волн функции $h = 18 \cdot (D - D_0)$ с 1850 по 1972 год длиной в 61 год. С 1972 по 2012 годы ещё не сформировалась первая полуволна, так как линейный рост тренда глобальной температуры в настоящее время продолжается. Из рис. 2 следует, что отрицательные значения амплитуды h -волны соответствуют

области роста линейного тренда глобальной температуры. Наиболее важные для мировой экономики кризисы помечены на рис. 2 значками +. Все эти кризисы приходятся на отрицательные значения функции h и, следовательно, на участки роста линейного тренда глобальной температуры. Поскольку отрицательная полуволна h в настоящее время сохраняется, то мировые экономические кризисы вполне вероятны до момента поворота линейного тренда глобальной температуры на убывающий. Имеющиеся опытные данные не позволяют достаточно надёжно выявить сейчас точку поворота тренда глобальной температуры и возникновения положительной полуволны функции h , при которой мировых кризисов не бывает. Чтобы понять связь функции h с кондратьевскими циклами, представим их на рисунке за тот же период времени. Значки +, так же как на рис. 2, соответствуют мировым экономическим кризисам.

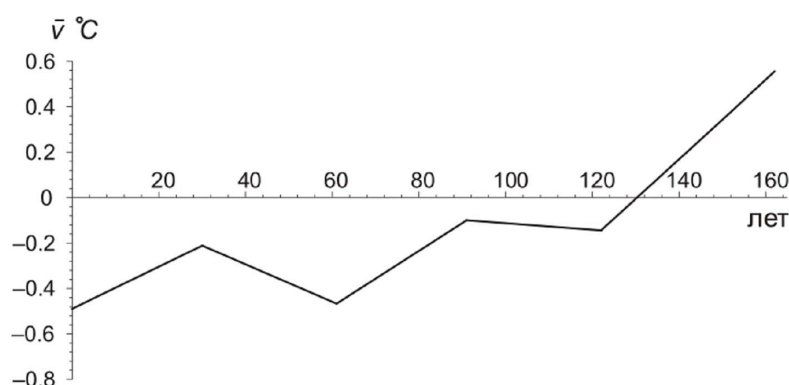


Рис. 1. Динамика средней мировой температуры с 1850 г. по настоящее время

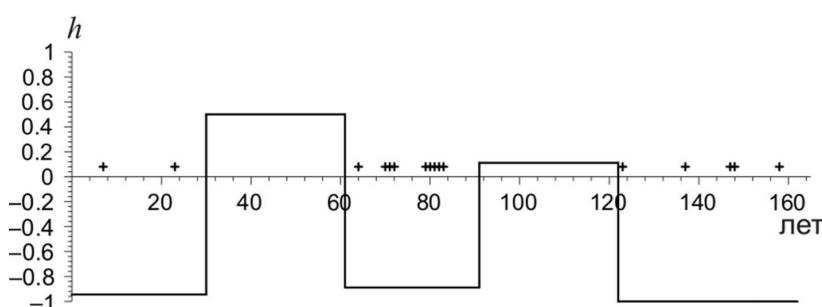


Рис. 2. Динамика фрактальной размерности мировой температуры

Из рис. 3 мы видим, что средняя продолжительность кондратьевского цикла за время с 1950 года составило примерно 41 год, что составляет η от периода волны функции h . Это приводит к тому, что до начала XX века фазы кондратьевского цикла и цикла функции h не совпадали, а после начала XX века до середины 1970 годов они синфазны. Далее они становятся противофазными.

Рис. 3 также показывает, что пять точек мировых экономических кризисов приходятся на повышательные волны Кондратьева. Сравнение графиков на рисунках 2 и 3 указывает на то, что при синфазных отрицательных полуволнах $h < 0$ и отрицательных полуволн Кондратьева наблюдаются наиболее мощные кризисные процессы 1914, 1929 – 1933 годов.

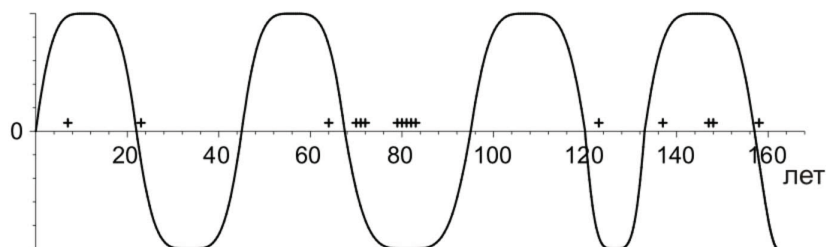


Рис. 3. Продолжительность кондратьевских волн

3. Заключение

С 2010 года снова сформировалась точно такая же ситуация, и пока тренд глобальной температуры не будет убывающим, то вполне возможен ряд сильных глобальных кризисов мировой экономики.

Литература

1. Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. — М.: Экономика, 2002. [Kondratiev N.D. Conditions and Large Cycles Theory Prediction. — Moscow: Economica, 2002. — (in russian).]
2. Global Warming in Mathematical Model of Multifractal Dynamics / A. N. Kudinov, O. I. Krylova, V. P. Tsvetkov, I. V. Tsvetkov // Russian Journal of Earth Sciences. — 2012. — Vol. 12.
3. Kudinov A. N., Tsvetkov V. P., Tsvetkov I. V. Catastrophes in the Multifractal Dynamics of Social-Economic Systems // Russian Journal of Mathematical Physics. — 2011. — Vol. 18, No 2. — Pp. 149–155.

UDC 510.676, 519.7

World Economic Crises, Waves of Fractal Dimension of Global Temperature of Earth and Kondratyev's Cycles

A. N. Kudinov*, V. P. Tsvetkov*, I. V. Tsvetkov*

* *Laboratory for Mathematical Modeling
Tver State University
33, Zhelyabova str., Tver, Russia, 170100*

In this work data of world statistics shows that the crisis phenomena of world economy have cyclic character. The main contribution to studying of these processes was made by the outstanding Russian economist N.D. Kondratyev who put forward the theory of cycles of an economic environment lasting 40-60 years. Dynamics of world economy for the last 200 years confirms existence in it long-wave the kondratyev cycles.

Now there was an opinion that so difficult phenomenon as a business cycle, it is impossible to explain only with influence of one or small number of factors. But, undoubtedly, to number of such most essential factors influence on world economy of a factor of fluctuation of global temperature of the atmosphere of Earth belongs.

This work also is devoted to this question. In it existence of waves of fractal dimension of global temperature of the atmosphere of Earth is discussed with the periods of recurrence 61 year and nature of their possible communication with kondratyevsky cycles as these periods are rather close.

Key words and phrases: Fractal, multifractal dynamics, global warming, climate, global temperature, multifractal dynamic, crisis periodicity.