

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОССИИ

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF MACROECONOMIC INDICATORS IN RUSSIA

*A. Paramonov
V. Kuzmin*

Summary. The analysis of the patterns of macroeconomic indicators of Russia from the beginning of the First World War to the present has been carried out. The main periodic components of the process associated with solar activity and Kondratiev cycles are identified. Medium-term predictive assessments of crises are made. This analysis was based on data on gross domestic product (GDP) and indicators of foreign economic activity — imports and exports from 1918 to the present.

Keywords: nonlinear dynamics, economics, data analysis.

Парамонов Александр Александрович

Аспирант

МИРЭА — Российский технологический

университет

paramonov_a_a99@mail.ru

Кузьмин Виктор Иванович

Профессор

МИРЭА — Российский технологический

университет

vik271935@yandex.ru

Аннотация. Проведён анализ закономерностей макроэкономических показателей России с начала Первой мировой войны по настоящее время. Выявлены основные периодические компоненты процесса, связанные с солнечной активностью и циклами Кондратьева. Сделаны среднесрочные прогнозные оценки кризисов. За основу такого анализа были взяты данные о валовом внутреннем продукте (ВВП) и показателям внешнеэкономической деятельности — импорте и экспорте с 1918 г. по настоящее время

Ключевые слова: нелинейная динамика, экономика, анализ данных.

Прошедшее столетие было для России периодом жестоких экономических и политических преобразований. Происходившие в это время процессы и определяют, как современное развитие России, так и его перспективы. Отсюда интерес к рассмотрению закономерностей формирования динамики стадий экономического развития России после 1917 г.

Известно, что экономическое развитие на уровне стран, регионов и мира в целом характеризуется периодическим чередованием кризисов, представленных «большими циклами конъюнктуры» — волнами Н.Д. Кондратьева [7] с длительностью около 60 лет. Периодизация процессов на Земле по А.Л. Чижевскому [8] по экономическим, политическим и военным факторам определяется солнечной активностью, представленной её максимумами с средним периодом 11 лет, составляющим половину полного солнечного цикла — 22 года.

Представляется интересным сопоставить периодизацию стадий экономического развития России с мировыми закономерностями развития социально-экономических и политических структур. Это особенно значимо в связи с тем, что основная часть рассматриваемого процесса приходилась на период, когда в России

развитие было реализовано в рамках принципиально новой социально-экономической и политической структуры.

Н.Д. Кондратьев «большие циклы конъюнктуры» выделил, решая задачу о разделении движений, т.е. анализируя полученные после исключения тренда колебания. Характеристики выделялись им произвольно, что было основой для уничтожающей критики результатов. Полученные после исключения тренда Н.Д. Кондратьев сглаживал для исключения «коротких» периодов колебаний около 11 лет, что позволило уверенно выделить «большие циклы».

Задача о разделении движений, решенная И. Ньютоном, предполагала знание траектории «среднего движения» — тренда. Когда тренд не известен, его надо задать, как это делал Н.Д. Кондратьев, либо найти способы исключения тренда при не известной его структуре

Методы исключения тренда при не известной его структуре были разработаны и их эффективность представлена в [5]. После исключения тренда периодические компоненты, в ряде случаев, проявляются, как очевидные, либо почти-периодический анализ позво-

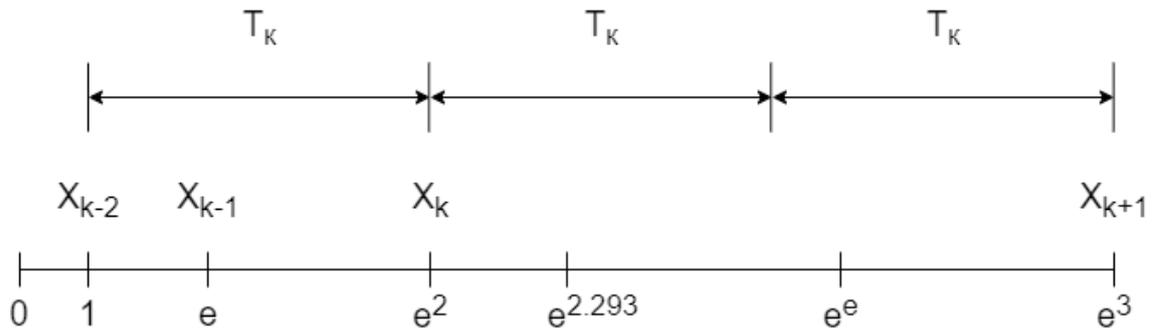


Рис. 1. Ячейка развития

ляет определить значения, наиболее близкие к периодам — почти-периоды.

Для исключения тренда рассмотрим 3 точки $y_{t-\Delta t}$, y_t , $y_{t+\Delta t}$ находящиеся на равных расстояниях по аргументу от средней точки, т.е. от y_t , по которым на основе средней геометрической пропорции построим показатель

$$P(t, \Delta t) = \ln \left(\frac{y_{t-\Delta t} * y_{t+\Delta t}}{y_t^2} \right), \tag{1}$$

который при варьировании Δt показывает динамику колебаний после исключения тренда, т.е. относительно нуля.

Для выявления почти-периодов будем отталкиваться от естественного свойства периода функции: $f(t+\tau) - f(t) = 0$. При этом, поскольку мы имеем дело с реальными данными, где колебания, как правило, нелинейные, из-за чего чистые периоды встречаются достаточно редко, то мы будем искать значения, наиболее близкие к периодам. Такие значения и будем называть почти-периодами. Тогда для дискретного случая функции $f(t)$, заданной экспериментальными значениями, получаем функцию, носящее название сдвиговой функции и имеющей вид:

$$a(\tau) = \frac{1}{n-\tau} * \sum_{t=1}^{n-\tau} |f(t+\tau) - f(t)| \tag{2}$$

Здесь τ — почти-период, $f(t)$ — исследуемый временной ряд, n — общее число отсчётов функции $f(t)$ ^[5]. Задача по определению почти-периодов состоит в поиске наиболее глубоких локальных минимумов сдвиговой функции $a(\tau)$.

Последовательность почти-периодов определяет арифметическую прогрессию равномерных интервалов в динамике анализируемых данных.

В характеристиках природных и рукотворных, как и экономических, процессов реализована структура,

называемая ячейкой развития (рис. 1). Сами процессы расширенного воспроизводства представлены законом сложных процентов, т.е. геометрической прогрессией.

Ячейка развития представляет собой взаимосвязь между равномерными интервалами арифметической прогрессии и членами геометрической прогрессии с модулем e , и определяется синхронизацией их рубежей в соответствии с соотношением:

$$X_k = \frac{2e}{e-1} T_k, \tag{3}$$

где T_k — равномерные единичные такты арифметической прогрессии (почти-периоды), X_k — рубеж геометрической прогрессии с модулем e .

В качестве макроэкономических показателей рассмотрим сначала данные по ежегодному ВВП, импорту и экспорту России с 1918 года по 2020 год. Источником данных являются сборники экономических показателей [1–2], в книге Федоренко Н.П. «Россия: уроки прошлого и лики будущего» [3]. Стоимость ВВП, импорта и экспорта считается в рублях.

Поскольку за исследуемый период стоимостные характеристики претерпели серьёзные изменения, из-за чего, данные обладают разным порядком, то для того, чтобы провести качественную оценку, потребуется свести данные к масштабу, где данные больших и малых значений макроэкономических показателей могли оцениваться одинаково. Для этого, воспользуемся логарифмическим масштабом по оси ординат и рассмотрим зависимости вида $\ln(y) \sim t$, где y — исходные данные, t — время.

На рис. 2 представлены данные в полулогарифмическом масштабе.

При сравнении объёма ВВП, импорта и экспорта в стоимостном выражении, можем сказать, что после

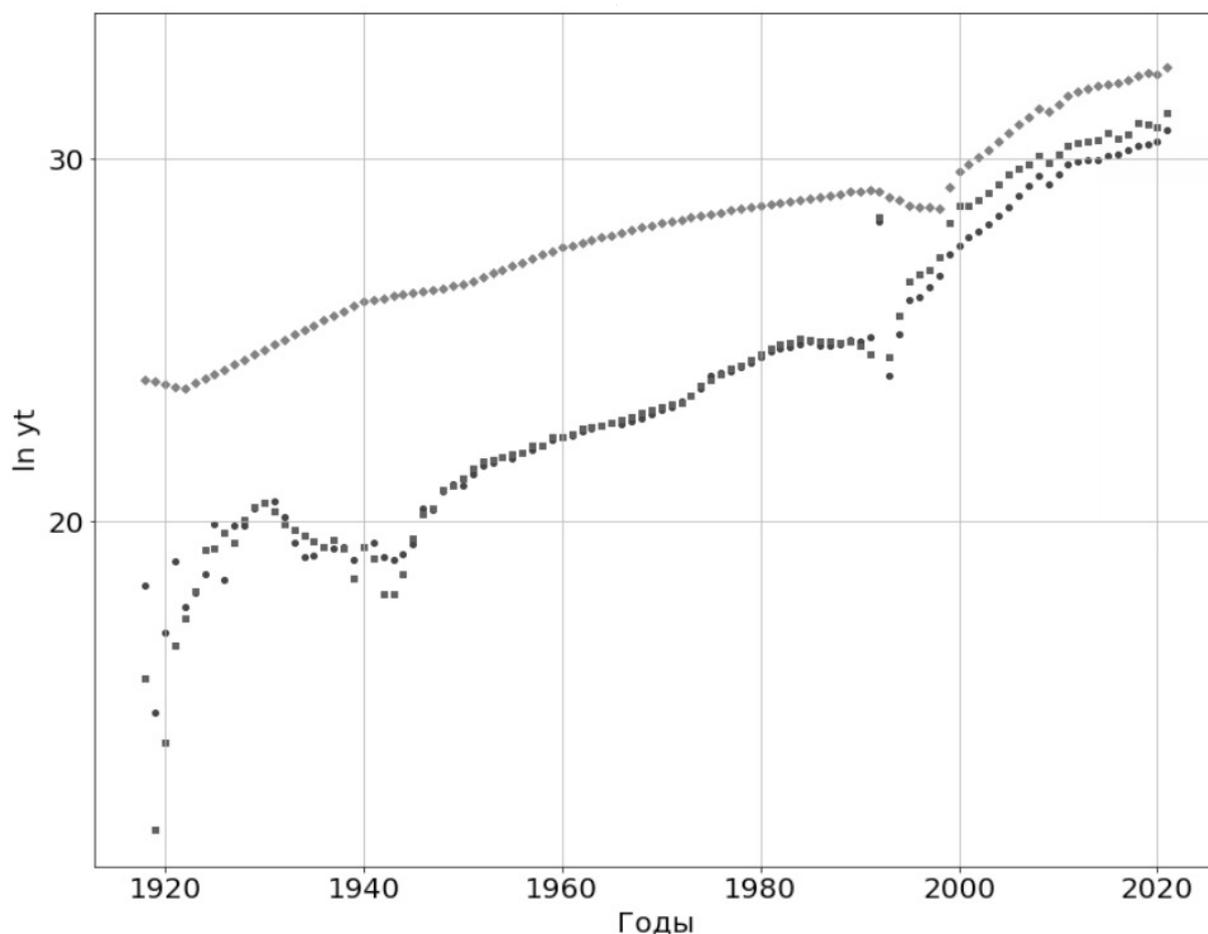


Рис. 2. Данные по импорту и экспорту России в координатах $\ln(y) \sim t$.
 ◆ — ВВП, ● — Импорт, ■ — Экспорт.

1945 года, конца Второй мировой войны, и до 1992–1993 годов, времени перестройки в СССР, страна характеризовалась одинаковым уровнем импорта и экспорта.

После перестройки, в России экспорт стал превышать импорт, из-за чего страна стала экспортёром. Теперь приступим к анализу представленных макроэкономических показателей, при помощи ранее описанных методов.

Известно, что в период кризисов наблюдаются большие колебания показателей развития относительно тренда. По соотношению (1) из исходных данных исключим тренд, взяв за Δt значение равное 5 годам, рис. 3.

Можем заметить, что рубежи особо сильных колебаний в данных с исключённым трендом идут в интервале 60 лет. Этот интервал соответствует основному циклу китайского календаря и при этом известен как большой цикл конъюнктуры Н.Д. Кондратьева.

Для детализации внутренней структуры процесса, в соответствии со структурой ячейки развития (рис. 1), считая $T_k = 60$ лет, получим почти-период в e раз мень-

ший $T_{k-1} = \frac{60}{e} \approx 22$ года. Стоит отметить, что данный период соответствует периоду солнечного цикла, проявление которого было рассмотрено в монографии Чижевского А.Л. «Земное эхо солнечных бурь»^[7].

Сдвиговая функция (2) показывает наличие почти-периода в 22 года (рис. 4).

На основе почти-периода в 22 года построим ячейку развития, согласно синхронизации арифметической и геометрической прогрессий с модулем e (3) результат построения представлен на рис. 5.

Характерные рубежи были получены следующие: значению нуля соответствует 1914 год, значению единицы соответствует 1918 год, значению e — 1924 год, значению

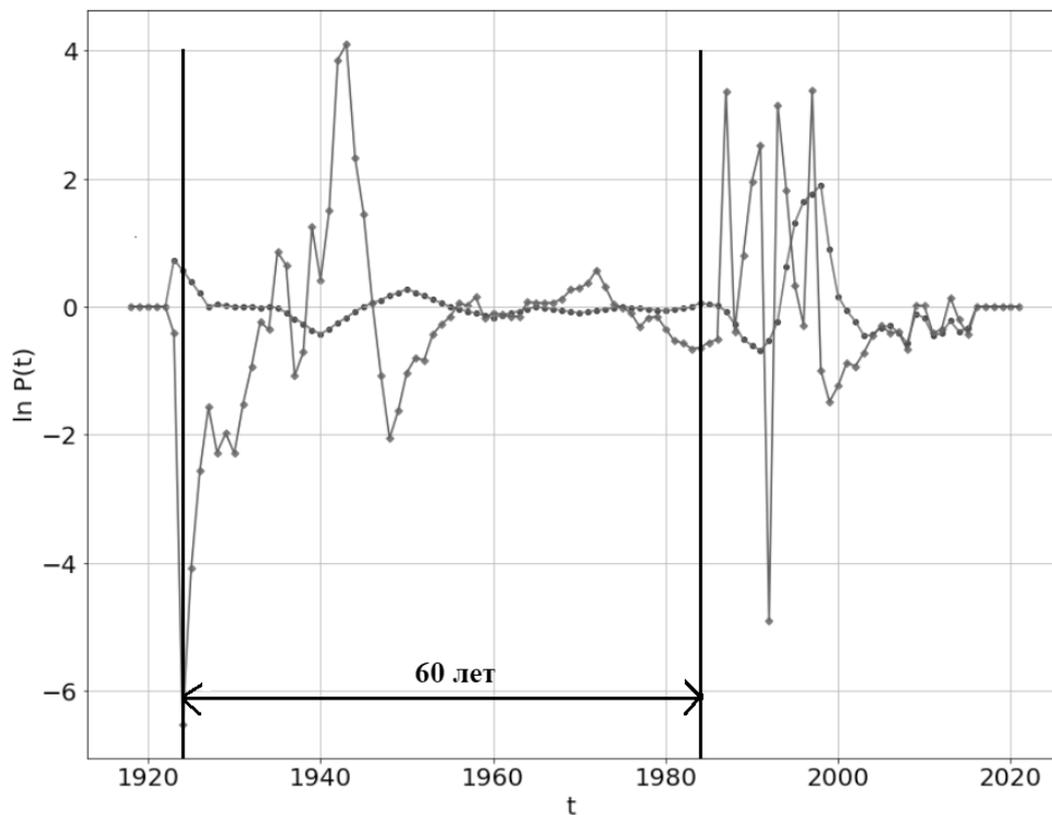


Рис. 3. Исключение тренда для данных при $\Delta t = 5$.
 ◆ — Экспорт, ● — ВВП.

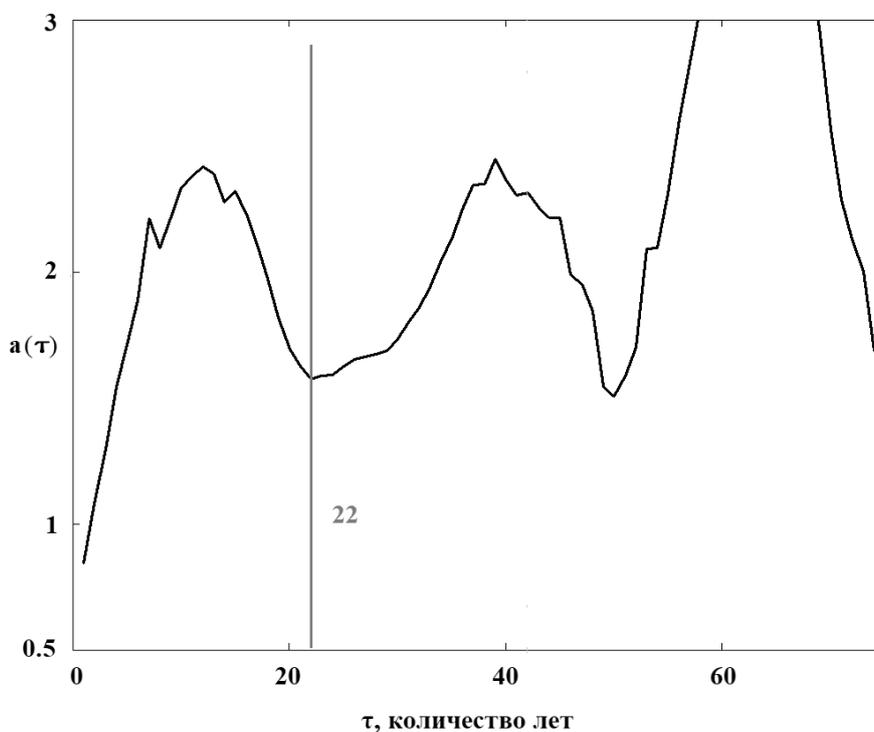


Рис. 4. Сдвиговая функция для данных по экспорту.

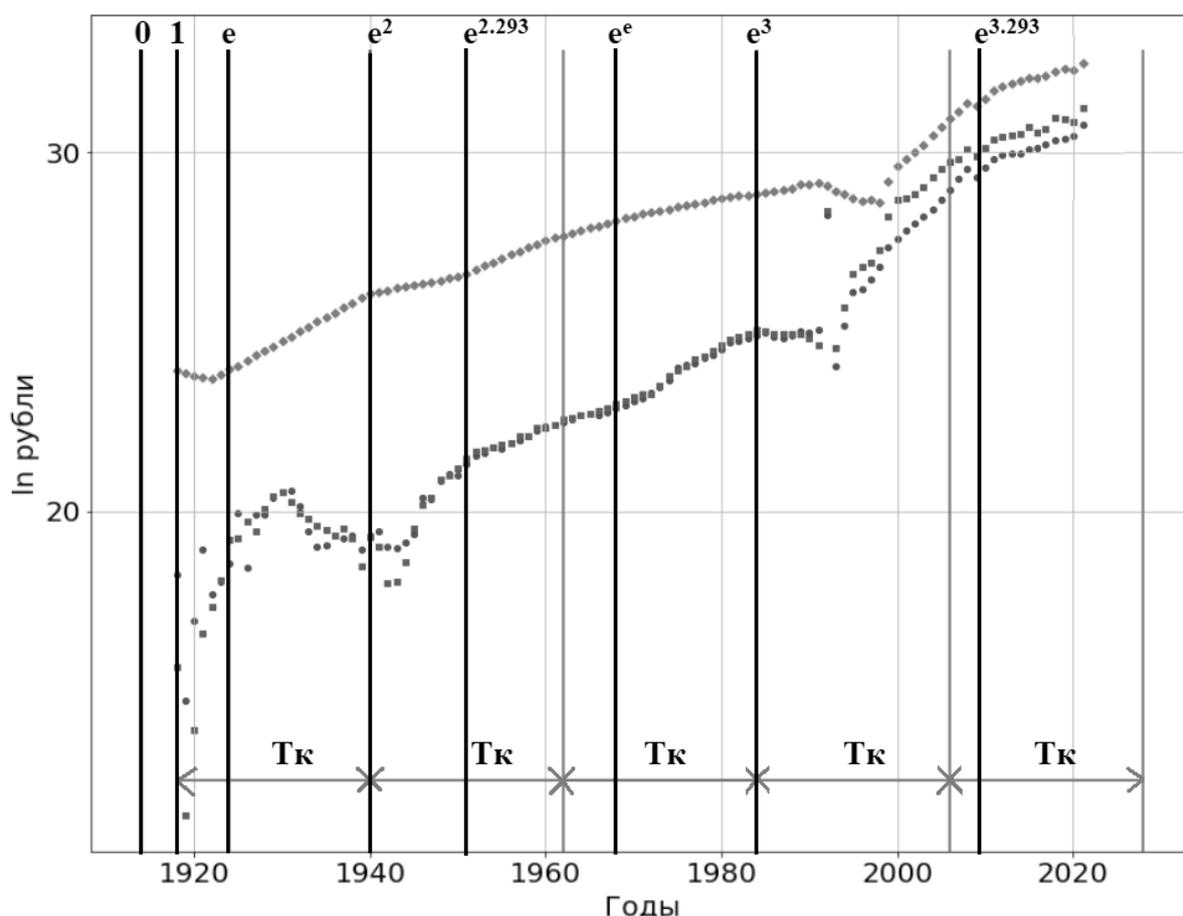


Рис. 5. Ячейка развития на основе почти-периода в 22 года.

◆ — ВВП, ● — Импорт, ■ — Экспорт.

e^2 –1940 год, конец второго почти-периода приходится на 1962 год, значению $e^{2.293}$, он же $e^3/2$, соответствует 1951 год, значению e^e — 1968 год, значению e^3 –1984 год. В выделенных рубежах можно наблюдать смену тенденций поведения представленных макроэкономических процессов. Отложив ещё 2 почти-периода получим значение равное 2006 году и прогнозную оценку на 2028 год, в котором ожидается очередная смена структуры в экономике России. Дополнительно, стоит отметить, что на 2009 приходится критический уровень $e^{3.293}$.

Выявленные рубежи являются значимыми в истории развития России. 1914 год, характеризуется началом Первой мировой войны. 1918 год знаменуется окончанием Первой мировой войны и революцией в стране. В 1924 году началась индустриализация в СССР, а в 1940 году — начало активного развития Второй мировой войны. 1951 год характеризовался окончательным восстановлением страны после Второй мировой войны. 1968 год — начальный рубеж периода застоя в СССР, а начиная с 1984 года, начался процесс распада СССР.

Отложенные рубежи после построенной ячейки развития характеризуют собой восстановление страны после распада СССР. Рубеж, приходящийся на 2009 год, знаменует собой окончательное восстановление страны после распада и укрепление экономических позиций.

В результате анализа данных макроэкономических показателей России было выявлено характерное значение почти-периода при помощи сдвиговой функции, связанное с солнечной активностью и циклами Кондратьева. Проявленность найденного значения почти-периода была продемонстрирована на исследуемых данных, а также построена на его основе ячейка развития, критические рубежи которой совпали со значимыми для страны событиями.

На основе полученных оценок ячейки развития с выявленным почти-периодом, были сделаны среднесрочные прогнозные оценки кризисов макроэкономических показателей России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исторические материалы. [Электронный ресурс] — Режим доступа: — <http://istmat.info/statistics> (дата обращения 14.10.2022)
2. TrendEconomy [Электронный ресурс] — Режим доступа: — <https://trendeconomy.ru> (дата обращения 10.10.2022)
3. Федоренко Н.П. Россия: уроки прошлого и лики будущего. — М.: ЗАО «Издательство “Экономика”», 2000. — 489 с.
4. A.A. Paramonov, V.I. Kuzmin and R.I. Dzerjinsky. Analysis of almost-periodic and almost-proportional characteristics of a representative sample local minima time series. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2020. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1047 012045
5. Кузьмин В.И., Самохин А.Б. Почти периодические функции с трендом. — М.: «ВЕСТНИК МГТУ МИРЭА» № 4 2015 Том II, 2015.
6. Кузьмин В.И., Тытик Д.Л., Гадзаов А.Ф. Дискретность и непрерывность в свойствах физико-химических систем. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014
7. Кондратьев Н.Д. Проблемы экономической динамики. М.: ЭКОНОМИКА, 1989
8. Чижевский А.Л. Космический пульс жизни. М.: МЫСЛЬ, 1995
9. Zhirmunsky A.V., Kuzmin V.I. Critical Levels in the Development of Natural System. Berlin ets. Springer-Verlag, 1988
10. Кузьмин В.И., Гадзаов А.Ф. Математические методы анализа периодических компонент нелинейных процессов и прогнозирования динамики ограниченного роста на их основе. — М.: «ВЕСТНИК МГТУ МИРЭА» № 4 2015 Том II, 2015.

© Парамонов Александр Александрович (paramonov_a_a99@mail.ru), Кузьмин Виктор Иванович (vik271935@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

