

АНАЛИЗ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ

УДК 51-7

ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ЦЕЛЯХ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ДИНАМИКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Коды JEL:

Белоусова Е. П., доцент, Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия
E-mail: e.p.belousova@gmail.com; SPIN-код: отсутствует

Поступила в редакцию 07.02.2025. Принята к публикации 26.02.2025

Аннотация

Актуальность темы. Известно немало число моделей макроэкономики, которые пытаются объяснить и прогнозировать долгосрочные тенденции и динамику важных экономических показателей. Одной из таких является модель Ричарда Гудвина, который предложил ее в начале 1970-х годов. Она основана на идее взаимосвязи между уровнем заработных плат, безработицей и инфляцией. Макроэкономическая модель Гудвина с математической точки зрения представляет собой систему, содержащую малый параметр. Стоит отметить, что такого рода системы весьма сложны для исследования. Для сравнения приведем еще несколько моделей. А именно. Модель AS-AD объединяет движение агрегированного предложения и спроса на блага и услуги. Она описывает взаимосвязь между уровнем цен и реальным ВВП и уделяет большое внимание благосостоянию потребителей и компаний, предпочтениям и изменениям технологий. Модель IS-LM анализирует взаимосвязь между уровнем процентных ставок, инвестициями и доходом в экономике. В отличие от модели Гудвина, IS-LM модель сосредоточена, главным образом, на финансовых и денежных аспектах экономики. Модель роста Солоу описывает процесс экономического роста в долгосрочной перспективе и сосредоточена на образовании капитала и технологическом прогрессе. Классическая экономическая теория предполагает цикличность происходящих процессов. В данной статье изложена их математическая интерпретация и показано, как можно использовать математические методы для анализа и прогноза динамики экономических показателей. В этом контексте актуальность рассматриваемой задачи на сегодняшний день очевидна.

Цель. Определение уровня ВВП, который будет обеспечивать стабильность в экономике страны и в жизни ее граждан продолжительное время.

Методология. Применение метода Пуанкаре для решения сформулированной задачи.

Результаты и выводы. Определен количественный размер предельного цикла, который отображает периодические процессы, возникающие в экономической системе Гудвина, по входным параметрам. Доказана устойчивость этих процессов. Устойчивая цикличность экономического процесса, обеспечивающая эффективное развитие государства, достигается далеко не всегда. Для этого должен выполняться ряд довольно жестких требований. Кроме того, сделать выводы о том, в какие рамки будет укладываться эта цикличность, тоже довольно сложно с практической точки зрения. Но если это удастся, то можно строить долгосрочные прогнозы относительно развития и уровня основных экономических показателей, которые это развитие будут обеспечивать.

Область применения. Экономическое прогнозирование.

Ключевые слова: макроэкономика, математические методы в экономике, модель Гудвина, метод Пуанкаре.

THE STUDY OF THE MACROECONOMIC MODEL IN ORDER TO ANALYZE AND FORECAST THE DYNAMICS OF ECONOMIC INDICATORS

JEL Codes:

Belousova E. P., Associate Professor, Voronezh State University, Voronezh, Russia
E-mail: e.p.belousova@gmail.com; SPIN-code: missing

Received by the editorial office 07.02.2025. Accepted for publication 26.02.2025

Abstract

The relevance of the topic. *There are a considerable number of macroeconomics models that try to explain and predict long-term trends and dynamics of important economic indicators. One of these is the Richard Goodwin model, which was proposed in the early 1970s. It is based on the idea of the relationship between wages, unemployment and inflation. From a mathematical point of view, the Goodwin macroeconomic model is a system containing a small parameter. It is worth noting that such systems are very difficult to study. Here are a few more models for comparison. Exactly. The AS-AD model combines the movement of aggregated supply and demand for goods and services. It describes the relationship between the price level and real GDP and pays great attention to the welfare of consumers and companies, preferences and technology changes. The IS-LM model analyzes the relationship between the level of interest rates, investments and income in the economy. Unlike the Goodwin model, the IS-LM model focuses mainly on the financial and monetary aspects of the economy. The Solow growth model describes the process of economic growth in the long term and focuses on capital formation and technological progress. Classical economic theory assumes the cyclical nature of ongoing processes. This article presents their mathematical interpretation and shows how mathematical methods can be used to analyze and forecast the dynamics of economic indicators. In this context, the relevance of the task under consideration is obvious today.*

Goal. *Determining the level of GDP that will ensure stability in the country's economy and in the lives of its citizens for a long time.*

Methodology. *Application of the Poincare method to solve the formulated problem.*

Results and conclusions. *The quantitative size of the limit cycle is determined, which reflects the periodic processes occurring in the Goodwin economic system, according to the input parameters. The stability of these processes has been proven. The sustainable cyclical nature of the economic process, which ensures the effective development of the state, is not always achieved. To do this, a number of rather stringent requirements must be met. In addition, it is also quite difficult to draw conclusions about the scope of this cycle from a practical point of view. But if it succeeds, then it is possible to make long-term forecasts regarding the development and the level of the main economic indicators that this development will ensure.*

The scope of application. *Economic forecasting.*

Keywords: *macroeconomics, mathematical methods in economics, Goodwin model, Poincare method.*

DOI: 10.22394/1997-4469-2025-68-1-194-200

Введение

Ричард Гудвин предложил версию математической модели для описания цикличности в экономике, для которой позже появились модификации [1—4]. Один из наиболее часто встречающихся вариантов этой модели представляет собой дифференциальное уравнение второго порядка с переменными коэффициентами.

$$\ddot{x} + A(x)\dot{x} + B(x) = 0. \quad (1)$$

В статье решается задача поиска условий существования предельного цикла в такой системе, вычисления его размера и доказа-

тельства устойчивости. Сделаем пояснения к уравнению (1). Искомой функцией $x(t)$ здесь является отклонение суммарного дохода от положения равновесия. О функциях $A(x)$ и $B(x)$ известно, что они обладают свойством непрерывной дифференцируемости и, кроме того, $A(x)$ — четная по переменной x , а $B(x)$ — нечетная по x . Кроме того, относительно $A(x)$ естественно сделать предположение, что $A(0) < 0$. Чуть позже это будет обосновано. Одна из версий рассматриваемой бизнес-модели может быть записана в виде

$$\ddot{x} + \mu(x^2 - \alpha^2)\dot{x} + \beta^2 x = 0, \alpha, \beta > 0. \quad (2)$$

Здесь число μ — малый положительный параметр. Функция $A(x) = \mu(x^2 - a^2)$, а функция $B(x) = \beta^2 x$. Исходя из условий задачи, предположим, что система (2) должна иметь устойчивое положение равновесия при определенных условиях, либо устойчивый предельный цикл, если состояние равновесия становится неустойчивым. Покажем это.

Методологический подход

Очевидно, что уравнение (2) имеет положение равновесие $x(t) \equiv 0$ [5, 6]. Далее линеаризуем коэффициенты $A(x)$ и $B(x)$ в окрестности нуля, разложив их в ряд Тейлора. Получим уравнение

$$\ddot{x} - \mu a^2 \dot{x} + \beta^2 x = 0. \quad (3)$$

Поскольку второй коэффициент отрицательный, то положение равновесия по спектральному признаку устойчивостью не обладает [7, 8]. Поэтому следующий шаг состоит в доказательстве существования предельного цикла [9]. Перепишем уравнение (2) в виде

$$\ddot{x} + \beta^2 x = \mu(a^2 - x^2)\dot{x} \quad (4)$$

и введем обозначение

$$f(x, \dot{x}) = (a^2 - x^2)\dot{x}. \quad (5)$$

Тогда имеет место система

$$\ddot{x} + \beta^2 x = \mu f(x, \dot{x}). \quad (6)$$

Если $\mu = 0$, то однородное уравнение $\ddot{x} + \beta^2 x = 0$ имеет решение

$$x_0(t) = A \cos \beta t + B \sin \beta t. \quad (7)$$

Его часто называют порождающим. Исходя из условий задачи, очевидно что, $x_0(0) = A \neq 0$ и $\dot{x}_0(0) = 0$. Тогда порождающее решение $x_0(t) = A \cos \beta t$. Без уменьшения общности, будем считать, что $\beta = 1$. Если $\mu \neq 0$, то периодические решения системы (6) в общем случае отсутствуют. Но для некоторых функций $f(x, \dot{x})$ и при определенных начальных условиях такие решения можно найти. Применим метод Пуанкаре. Он базируется на *теореме Пуанкаре* [10, 11]. Нетрудно заметить, что при $\beta = 1$ и $\mu = 0$ уравнение (6) имеет периодическое решение с периодом 2π . А правая часть этого уравнения является аналитической по переменным $x, \dot{x}$ и параметру μ . Поэтому, согласно теореме Пуанкаре, решение $x(t)$ можно искать в виде ряда по степеням малого параметра

$$x(t) = x_0(t) + \mu x_1(t) + \mu^2 x_2(t) + \dots \quad (9)$$

Здесь $x_0(t)$ — периодическое решение однородного уравнения $\ddot{x} + x = 0$. Оно имеет вид $x_0(t) = A \cos t$. Отметим, что функции $x_1(t)$, $x_2(t)$, ... не будут обладать свойством периодичности. Сделаем некоторые пояснения. Решение $x(t)$

уравнения (6) имеет частоту, зависящую от параметра μ . Порождающая функция $x_0(t)$ имеет частоту равную 1. Устранить этот дисбаланс с помощью периодических функций $x_i(t)$, $i = 1, 2, \dots$ не представляется возможным. Поэтому проведем некоторые преобразования. Введем новый масштаб времени, чтобы избавиться от возникающих затруднений. Пусть $s = \omega t$, где ω — искомая частота периодического решения уравнения

$$\ddot{x} + x = \mu(a^2 - x^2)\dot{x} \quad (10)$$

зависящая от μ . В новом времени частота искомых колебаний уже не зависит от параметра, а период равен 2π . Уравнение (10) в новых обозначениях приобретает вид

$$\omega^2 \frac{d^2 x}{ds^2} + x = \mu(a^2 - x^2) \omega \frac{dx}{ds}. \quad (11)$$

Результаты

Представим величины ω и ω^2 в виде степенных рядов малого параметра. А именно

$$\omega = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \mu^n \omega_n \quad (12)$$

и

$$\omega^2 = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \mu^n \Omega_n. \quad (13)$$

Первые слагаемые в (12) и (13) представляют собой циклическую частоту порождающего решения. Подставляя (12) и (13) в (14), получим уравнение

$$(1 + \sum_{n=1}^{\infty} \mu^n \Omega_n) \frac{d^2 x}{ds^2} + x = \mu(a^2 - x^2)(1 + \sum_{n=1}^{\infty} \mu^n \omega_n) \frac{dx}{ds}. \quad (14)$$

Его решение будем искать в виде разложения

$$x(s) = x_0(s) + \mu x_1(s) + \mu^2 x_2(s) + \dots \quad (15)$$

Период функций $x_0(s)$ и $x(s)$ равен 2π . Поэтому теперь можно искать функции $x_1(s)$, $x_2(s)$, ... как периодические функции периода 2π . Заметим, что дальнейшие вычисления достаточно громоздкие. Поэтому часто приходится ограничиваться малым числом слагаемых в формуле (15). Разложим по степеням параметра μ и нелинейную функцию

$$f\left(x, \omega \frac{dx}{ds}\right) = f_0(s) + \sum_{n=1}^{\infty} \mu^n f_n(s), \quad (16)$$

где

$$f_0(s) = f\left(x_0(s), \frac{dx_0(s)}{ds}\right). \quad (17)$$

Подставляя представления (15) и (16) в уравнение (14), получим

$$(1 + \mu \Omega_1 + \mu^2 \Omega_2 + \dots) \left(\frac{d^2 x_0}{ds^2} + \mu \frac{d^2 x_1}{ds^2} + \mu^2 \frac{d^2 x_2}{ds^2} + \dots \right) + x_0 + \mu x_1 + \mu^2 x_2 + \dots = \mu f_0 + \mu^2 f_1 + \dots$$

Приравнявая теперь слагаемые при одинаковых степенях параметра из обеих частей по-

следнего равенства получим следующие рекуррентные соотношения для поиска функций $x_1(s)$, $x_2(s)$, ...

$$\begin{cases} \frac{d^2 x_0}{ds^2} + x_0 = 0, \\ \frac{d^2 x_1}{ds^2} + x_1 = -\Omega_1 \frac{d^2 x_0}{ds^2} + f_0 = G_1(s), \dots \\ \frac{d^2 x_n}{ds^2} + x_n = G_n(s). \end{cases} \quad (18)$$

Очевидно, что решение первого уравнения из системы (18) удовлетворяющее начальным условиям $x_0(0) = A \neq 0$ и $\dot{x}_0(0) = 0$ имеет вид $x_0(s) = A \cos s$. Число A подлежит определению. Подставляя $x_0(s)$ в правую часть второго уравнения из (18), получим

$$\frac{d^2 x_1}{ds^2} + x_1 = \Omega_1 A \cos s + f(A \cos s, -A \sin s) = G_1(s).$$

Его решение представимо в виде

$$x_1(s) = X_1(s) + \int_0^s G_1(u) \sin(s-u) du,$$

где $x_1(s) = A_1 \cos s + B_1 \sin s$ общее решение уравнения

$$\frac{d^2 x_1}{ds^2} + x_1 = 0,$$

а второе слагаемое представляет собой интеграл Дюамеля [12]. Тогда имеем

$$\begin{aligned} x_1(s) &= A_1 \cos s + B_1 \sin s + \\ &+ \Omega_1 A \int_0^s \sin(s-u) \cos u du + \\ &\int_0^s f(A \cos u, -A \sin u) \sin(s-u) du. \end{aligned} \quad (19)$$

Применим теперь условия периодичности на функцию $x_1(s)$ и ее первую производную. Получим

$$x_1(0) = x_1(2\pi) \text{ и } \frac{dx_1}{ds}(0) = \frac{dx_1}{ds}(2\pi).$$

Подставляя в эти равенства представление функции $x_1(s)$, составим систему уравнений

$$\begin{cases} \int_0^{2\pi} f(A \cos u, -A \sin u) \sin u du = 0, \\ \Omega_1 = -\frac{1}{A\pi} \int_0^{2\pi} f(A \cos u, -A \sin u) \cos u du. \end{cases} \quad (20)$$

Первое уравнение системы (20) позволяет найти константу A и, следовательно, решение $x_0(s)$, около которого возникают периодические решения исходной системы при малых значениях параметра μ . Проводя соответствующие вычисления для уравнения (4) (при $\beta = 1$) получаем $A = 2a$. Второе уравнение из (20) позволяет определить поправку на частоту автоколебаний [13, 14]. В нашем случае $\Omega_1 = 0$. Поскольку предельный цикл в изучаемой системе существует, то возникает закономерный вопрос, а будет ли он устойчивым. Отсут-

ствие устойчивости в этом случае лишает смысла все наши рассуждения. Чтобы разобраться с этим вопросом, преобразуем уравнение второго порядка (10) к системе двух уравнений первого порядка. А именно, вводя замену переменных, получим

$$\begin{cases} \dot{x} = y, \\ \dot{y} = -x + \mu(a^2 - x^2)y. \end{cases} \quad (21)$$

Обозначим правые части системы (21) следующим образом. Пусть $P(x, y) = y$ и $Q(x, y) = -x + \mu(a^2 - x^2)y$. А. М. Ляпунов доказал, что для исследования устойчивости некоторого периодического движения $x = \varphi(t)$, $y = \psi(t)$ можно идти по пути линеаризации уравнений подобно тому, как это делают в процессе исследования устойчивости состояний равновесия. Устойчивость предельного цикла и устойчивость в смысле Ляпунова соответствующих периодических движений [15, 16] определяется знаком характеристического показателя

$$h = \frac{1}{T} \int_0^T (P'_x(\varphi(t), \psi(t)) + Q'_y(\varphi(t), \psi(t))) dt \quad (22)$$

где $x = \varphi(t)$, $y = \psi(t)$, T — период решения. В нашем конкретном случае $\varphi(t) = 2a \cos t$, $\psi(t) = -2a \sin t$, $T = 2\pi$. Предельный цикл устойчив, если $h < 0$ и неустойчив, если $h > 0$. Проведя необходимые вычисления, найдем показатель Ляпунова для нашей задачи. Он имеет вид

$$h = -\mu a^2 < 0. \quad (23)$$

Обсуждение

Таким образом, изложенные в статье рассуждения показывают, что при малых значениях параметра μ уравнение

$$\ddot{x} + x = \mu(a^2 - x^2)\dot{x}$$

имеет предельный цикл, радиус которого равен $A = 2a$, а частота соответствующих колебаний равна собственной частоте системы при $\mu = 0$. Это означает, что количественный размер предельного цикла, который отображает периодические колебания, возникающие в экономической системе Гудвина, определяется значением, входящего в нее параметра a . Кроме того, этот предельный цикл является устойчивым, в отличие от нулевого положения равновесия.

Проиллюстрируем эти выводы на примерах, для которых был проведен численный эксперимент. На рисунках, приведенных ниже, слева изображены графики решения системы (10). Справа соответствующие траектории и предельные циклы.

На рисунке 1 изображены график и фазовый портрет системы (10) для параметров $\mu = 0.001$, $a = 1$, $\beta = 1$. Предельный цикл, очевидно, обладает устойчивостью и представляет собой окружность радиуса $2(2a)$. Начальные условия отклонения доходов взяты достаточно далеко за пределами цикла.

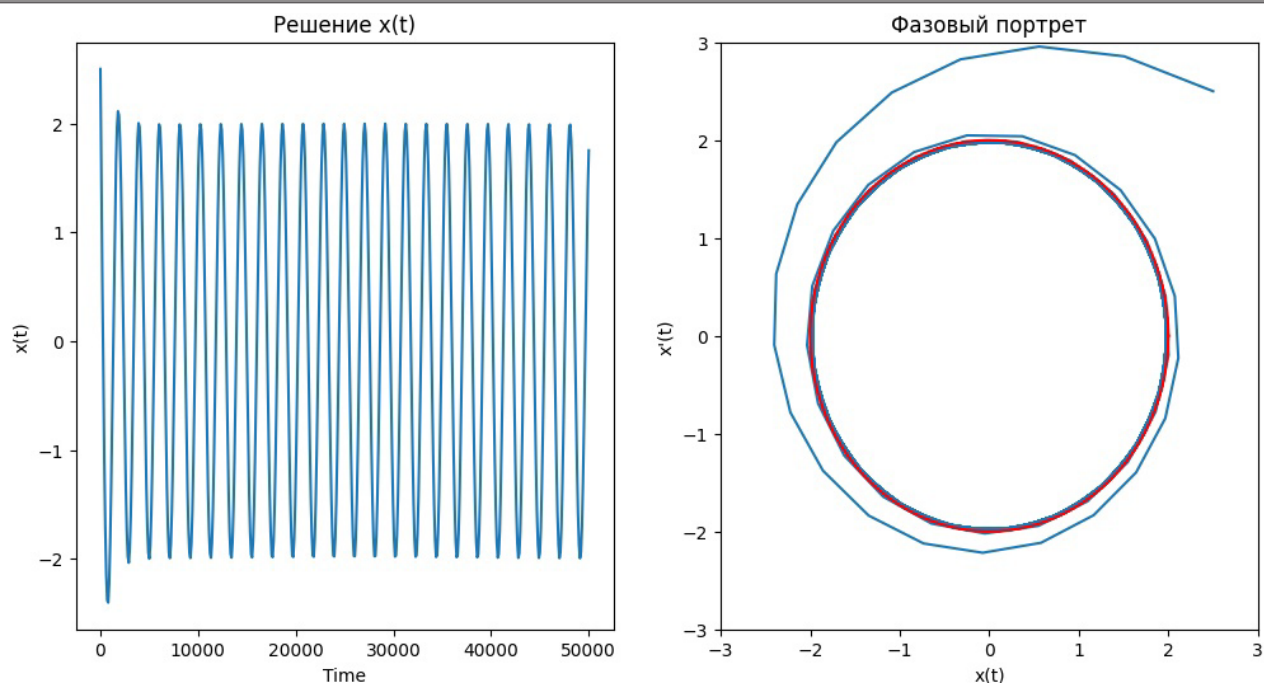


Рис. 1.

Нетрудно увидеть, что большое начальное отклонение дохода от равновесного состояния не обеспечивает сохранение этого уровня с течением времени. Происходит его снижение до определенного допустимого предела и дальнейшая стабилизация.

На рисунке 2 изображены график и фазовый портрет системы (10) для $\mu = 0.001$, $\alpha = 1$, $\beta = 1$ с начальными условиями, выбранными внутри окружности с центром в нуле и радиуса 2α .

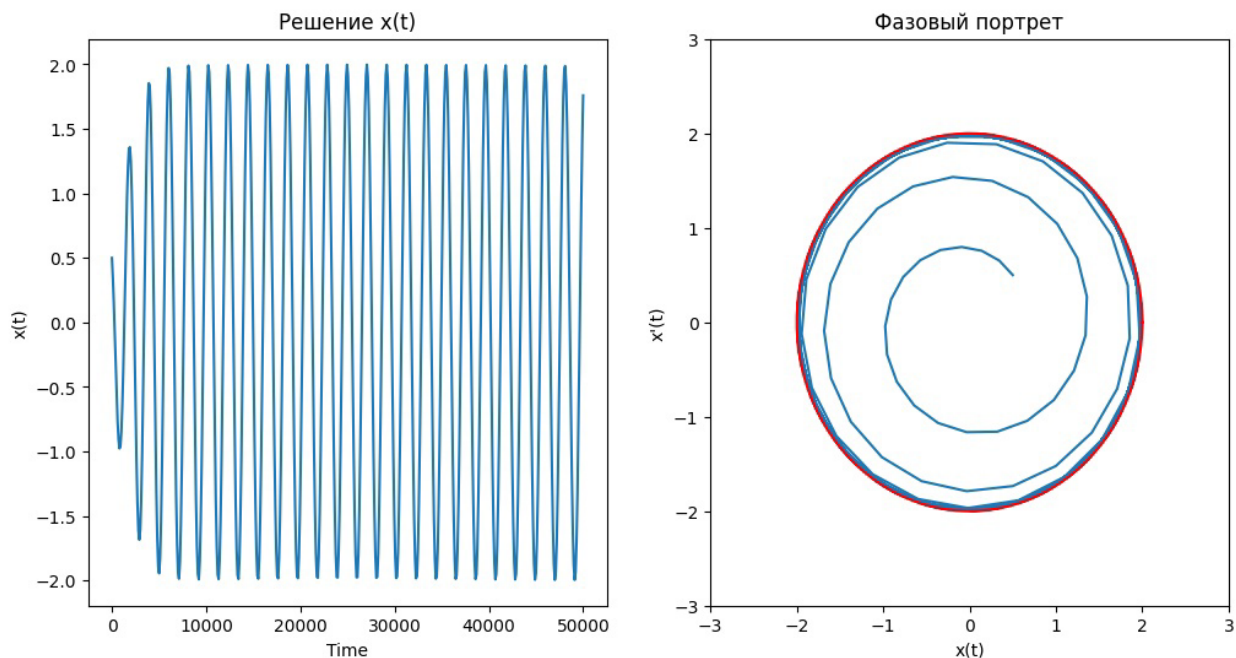


Рис. 2.

В этом случае начальное условие по отклонению доходов от равновесного состояния выбрано заметно меньше желаемого. По графику легко увидеть, что с течением времени ситуация улучшается и макроэкономическая система

достигает желаемого равновесного состояния, в котором будет находиться довольно продолжительное время.

И последний случай. На рисунке 3 изображены график и фазовый портрет системы (10)

для $\mu = 0.001$, $\alpha = 1$, $\beta = 1$ с начальными условиями, выбранными в точности на окружности с центром в нуле и радиуса 2α .

Здесь начальные условия выбраны в точности в соответствии с положением равновесия. Очевидно, что если удастся заранее удачно их

определить, то стабильное развитие будет обеспечено в течение довольно продолжительного промежутка времени.

Численный эксперимент демонстрирует верность изложенных выше теоретических рассуждений.

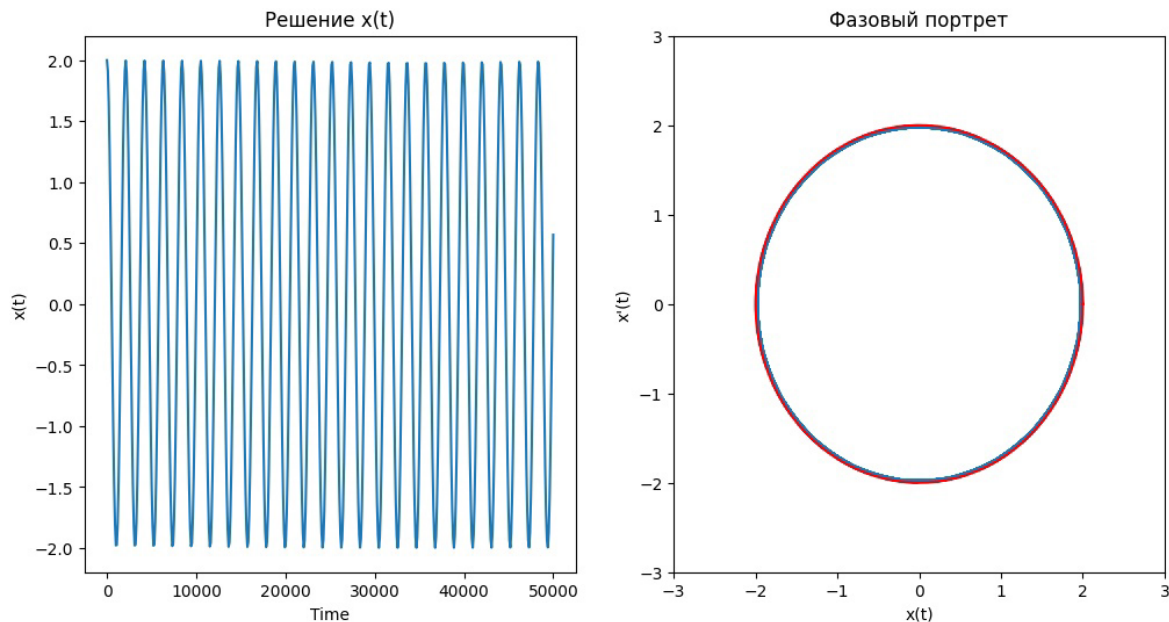


Рис. 3.

Заключение

Исходя из полученных результатов следует, что желаемая устойчивая цикличность экономического процесса для развития государства достигается далеко не всегда. Для этого должны выполняться довольно жесткие требования.

Основным результатом исследования является возможность его практической реализации, позволяющей по известным параметрам системы спрогнозировать ее поведение в будущем и использовать эти результаты для построения экономической стратегии.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zhang W. B. Synergetic Economics: Time and Change in Nonlinear Economics / W. B. Zhang. — Berlin : Springer-Verlag, 1991.
2. Keynes J. M. General Theory of Employment, Interest, and Money / J. M. Keynes. — New York : Harcourt Brace, 1936.

3. Gudwin R. M. The nonlinear accelerator and the persistence of business cycles / R. M. Gudwin // *Econometrica*. — 1951. — Vol. 19, no. 1. — P. 1—17.

4. Lorenz H. W. Goodwin's nonlinear accelerator and chaotic motion / H. W. Lorenz // *Journal of Economics*, 1987. — Vol. 47, no. 4. — Pp. 413—418.

5. Арнольд В. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения / В. И. Арнольд. — Издательство: МЦНМО, 2024. — 342 с.

6. Боровских А. В. Дифференциальные уравнения: учебник и практикум для академического бакалавриата: [для студ. вузов, обуч. по естественнонауч. направлениям] : в 2 ч. / А. В. Боровских, А. И. Перов. — Ч. 1. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2017. — 326 с.

7. Андреев А. А. Качественная теория динамических систем второго порядка / А. А. Андреев, Е. А. Леонтович, И. И. Гордон, А. Г. Майер. — Москва : Наука, 1966. — 568 с.

8. Демидович Б. П. Лекции по математической теории устойчивости / Б. П. Демидович. — Москва : Лань, 2023. — 477 с.

9. Андронов А. А. Предельные циклы Пуанкаре и теория колебаний / А. А. Андронов // *Собр. трудов*. — Москва : Изд-во АН СССР, 1956. — С. 41.

10. Горяченко В. Д. Элементы теории колебаний / В. Д. Горяченко. — Изд-во Красноярского университета, 1995. — 429 с.

11. Мищенко Е. Ф. Дифференциальные уравнения с малым параметром и релаксационные колебания / Е. Ф. Мищенко, Н. Х. Розов. — Москва : Наука, 1975. — 244 с.

12. Малкин И. Г. Методы Ляпунова и Пуанкаре в теории нелинейных колебаний / И. Г. Малкин. — Москва : Гостехиздат, 1949. — 244 с.

13. Харкевич А. А. Автоколебания. Государственное издательство технико-теоретической литературы / А. А. Харкевич. — Москва : Гостехиздат, 1954. — 170 с.

14. Андронов А. А. Математические проблемы теории автоколебаний / А. А. Андронов // Собр. трудов. — Москва : Изд-во АН СССР, 1956. — С. 85—124.

15. Меркин Д. Р. Введение в теорию устойчивости движения / Д. Р. Меркин. — Москва : Наука, 1971. — 305 с.

16. Красовский Н. Н. Некоторые задачи теории устойчивости движения / Н. Н. Красовский. — Москва : Физматгиз, 1959. — 211 с.

LITERATURE

1. Zhang W. B. Synergetic Economics: Time and Change in Nonlinear Economics / W. B. Zhang. — Berlin : Springer-Verlag, 1991.

2. Keynes J. M. General Theory of Employment, Interest, and Money / J. M. Keynes. — New York : Harcourt Brace, 1936.

3. Gudwin R. M. The nonlinear accelerator and the persistence of business cycles / R. M. Gudwin // *Econometrica*. — 1951. — Vol. 19, no. 1. — P. 1—17.

4. Lorenz H. W. Goodwin's nonlinear accelerator and chaotic motion / H. W. Lorenz // *Journal of Economics*, 1987. — Vol. 47, No. 4. — Pp. 413—418.

5. Arnold V. I. Ordinary differential equations / V. I. Arnold. — Publishing house: ICNMO, 2024. — 342 p.

6. Borovskikh A. V. Differential equations: textbook and practical course for academic baccalaure-

ate: [for students, universities, students, in natural science directions] : in 2 parts / A. V. Borovskikh, A. I. Perov. — Part 1. — 3rd ed., reprint. and add. — Moscow : Yurait, 2017. — 326 p.

7. Andreev A. A. Qualitative theory of dynamical systems of the second order / A. A. Andreev, E. A. Leontovich, I. I. Gordon, A. G. Mayer. — Moscow : Nauka, 1966. — 568 p.

8. Demidovich B. P. Lectures on the mathematical theory of stability / B. P. Demidovich. — Moscow : Lan Publishing House, 2023. — 477 p.

9. Andronov A. A. Limit cycles of Poincare and the theory of oscillations / A. A. Andronov // *Collected works*. — Moscow : Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1956. — P. 41.

10. Goryachenko V. D. Elements of the theory of oscillations / V. D. Goryachenko. — Publishing House of Krasnoyarsk University, 1995. — 429 p.

11. Mishchenko E. F. Differential equations with a small parameter and relaxation oscillations / E. F. Mishchenko, N. H. Rozov. — Moscow : Nauka, 1975. — 244 p.

12. Malkin I. G. Lyapunov and Poincare methods in the theory of nonlinear oscillations / I. G. Malkin. — Moscow : Gostekhizdat, 1949. — 244 p.

13. Kharkevich A. A. Self-oscillations. The State Publishing House of technical and theoretical literature / A. A. Kharkevich. — Moscow : Gostekhizdat, 1954. — 170 p.

14. Andronov A. A. Mathematical problems of the theory of self-oscillations / A. A. Andronov // *Collected works*. — Moscow : Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1956. — Pp. 85—124.

15. Merkin D. R. Introduction to the theory of motion stability / D. R. Merkin. — Moscow : Nauka, 1971. — 305 p.

16. Kharkevich A. A. Self-oscillations. The State Publishing House of technical and theoretical literature / A. A. Kharkevich. — Moscow : Gostekhizdat, 1954. — 170 p.

УДК 343.352

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ АНТИКОРРУПЦИОННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРАВОВЫХ АКТОВ И ИХ ПРОЕКТОВ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Коды JEL: K 10, K 19, K 40

Двойменный И. А., кандидат юридических наук, доцент, заведующий кафедрой уголовного и гражданского права и процесса, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (филиал РАНХиГС), г. Воронеж, Россия
E-mail: dvoymennyi-ia@ranepa.ru; SPIN-код: 3265-9965

Поступила в редакцию 24.02.2025. Принята к публикации 10.03.2025

Аннотация

Актуальность темы. Коррупция представляет собой общественно-опасное явление, имеющее последствия в форме неблагоприятного влияния на национальную безопасность, экономическое