

Международный научно-исследовательский журнал

«Прогрессивная экономика»

№ 7 / 2024 https://progressive-economy.ru/vypusk_1/razrabotka-matematicheskikh-modelej-analiza-i-prognozirovaniya-ekonomicheskikh-proცessov-s-ispolzovaniem-formalizma-fenomenologicheskoy-teorii/

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности ВАК: 5.2.2

УДК 004.9:330.42

DOI: 10.54861/27131211_2024_7_208



РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРМАЛИЗМА ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

*Артамонов А.А., Ph.D. (признанная в РФ), старший научный сотрудник,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Государственный научный центр Российской Федерации – Институт
Медико-Биологических Проблем РАН, г. Москва, Россия*

Аннотация. Целью данной статьи является методическое описание разработки математических моделей анализа и прогнозирования экономических процессов с использованием формализма феноменологической теории. Показано, что феноменологический подход к экономическому моделированию представляет собой удобный инструмент для анализа и прогнозирования сложных экономических систем. Применение феноменологического подхода, основанного на наблюдаемых закономерностях и эмпирических данных, позволяет акцентировать внимание на изучении макроскопических характеристик экономического явления, обходя сложные и непредсказуемые с точки зрения прогнозирования микродетали. Математические модели, разработанные с использованием феноменологического подхода, позволяют эффективно анализировать и прогнозировать динамику экономических систем, учитывая эволюционный характер их развития и свойственную будущим состояниям неопределенность. Предложенные методы экономико-математического моделирования продемонстрированы на примере анализа изменений экономических показателей, вызванных внешними факторами, такими как магнитные бури. Результаты моделирования позволяют сделать вывод о наличии статистически значимой связи между вариативностью показателей нетрудоспособности и магнитных бурь, что указывает на необходимость учета внешних геофизических факторов для анализа и прогнозирования их воздействия на экономику и общественное здоровье. Сделан вывод, что феноменологический подход является универсальным и применимым в различных областях экономического анализа, что актуально для исследования процессов в сложной экономике.

Ключевые слова: феноменологический подход, математическое моделирование, прогнозирование экономических процессов, динамика экономических систем, сложная экономика.

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS FOR THE ANALYSIS AND FORECASTING OF ECONOMIC PROCESSES USING THE FORMALISM OF PHENOMENOLOGICAL THEORY

*Artamonov A.A., Ph.D. (recognized in the Russian Federation), Senior
Researcher, Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Science,
Moscow, Russia*

Abstract. The purpose of this article is a methodological description of the development of mathematical models for the analysis and forecasting of economic processes using the formalism of phenomenological theory. It is shown that the phenomenological approach to economic modeling is a convenient tool for analyzing and forecasting complex economic systems. The application of a phenomenological approach based on observed patterns and empirical data allows us to focus on the study of macroscopic characteristics of an economic phenomenon, bypassing complex and unpredictable micro-details from the point of view of forecasting. Mathematical models developed using a phenomenological approach make it possible to effectively analyze and predict the dynamics of economic systems, taking into account the evolutionary nature of their development and the inherent uncertainty of future states. The proposed methods of economic and mathematical modeling are demonstrated by analyzing changes in economic indicators caused by external factors such as magnetic storms. The simulation results allow us to conclude that there is a statistically significant relationship between the variability of disability indicators and magnetic storms, which indicates the need to take into account external geophysical factors to analyze and predict their impact on the economy and public health. It is concluded that the phenomenological approach is universal and applicable in various fields of economic analysis, which is relevant for the study of processes in a complex economy.

Keywords: phenomenological approach, mathematical modeling, forecasting of economic processes, dynamics of economic systems, complex economics.

JEL classification: C02, C53, C83.

Для цитирования: Артамонов А.А. Разработка математических моделей анализа и прогнозирования экономических процессов с использованием формализма феноменологической теории // Прогрессивная экономика. 2024. № 7. С. 208–219. DOI: 10.54861/27131211_2024_7_208.

Статья поступила в редакцию: 22.07.2024 г. Одобрена после рецензирования: 02.08.2024 г. Принята к публикации: 02.08.2024 г.

For citation: Artamonov A.A. Development of mathematical models for the analysis and forecasting of economic processes using the formalism of phenomenological theory // Progressive Economy. 2024. No. 7. pp. 208–219. DOI: 10.54861/27131211_2024_7_208.

The article was submitted to the editorial office: 22/07/2024. Approved after review: 02/08/2024. Accepted for publication: 02/08/2024.

Финансирование

Работа выполнена в рамках темы FMFR-2024-0042 программы фундаментальных научных исследований РАН.

Financing

The work was carried out within the framework of topic FMFR-2024-0042 of the program of fundamental scientific research of the Russian Academy of Sciences.

Введение

С научно-техническим развитием повышается сложность процессов в мировой экономике [20]. Появляются новые парадигмы описания этих процессов [7]. На смену неоклассической экономики приходит так называемая сложная экономика (complexity economics) [22]. В отличие от неоклассической экономики, где предполагается рациональность агентов [1], предсказуемость их действий и стремление системы к равновесию [13], сложная экономика предлагает рассматривать экономические системы как эволюционирующие, сложные и не обязательно стремящиеся к равновесию [5; 21].

Применение сложной экономики особенно актуально в условиях неопределенности и быстрого изменения экономических условий [11]. Например, этот подход позволяет более точно моделировать поведение финансовых рынков, учитывать возникновение рыночной психологии, ценовых пузырей и крахов [4]. Эти явления трудно уловить с помощью традиционных методов, но они становятся видимыми при использовании методов сложной экономики [26]. Сложная экономика предлагает новые возможности для разработки и анализа экономической политики [6]. В отличие от неоклассической парадигмы, которая фокусируется на достижении равновесия через настройку налогов, регулирования и квот, сложная экономика позволяет учитывать разнообразие агентов и их поведения, влияние фундаментальной неопределенности и возможные неожиданные последствия политических решений или случайных факторов [14].

Сложная экономика представляет собой важный шаг в развитии экономической науки, позволяя более глубоко понимать сложность и динамику реальных экономических систем [17]. Отказ от жестких предположений о равновесии и рациональности открывает новые перспективы для анализа экономических процессов, выявления новых явлений и разработки более реалистичных и эффективных политик [12]. Этот подход не только расширяет границы экономической теории, но и предоставляет мощные инструменты для решения актуальных экономических проблем, связанных с глобализацией, технологическими изменениями и неопределенностью [16]. Безусловно, для развития инструментов сложной экономики необходим поиск новых математических подходов, революционным подходом в экономике может стать подход, основанный на формализме феноменологической теории [18].

Таким образом, *целью* данной статьи является методическое описание разработки математических моделей анализа и прогнозирования экономических процессов с использованием формализма феноменологической теории.

Введение в феноменологическую теорию

Феноменологическая теория [25] представляет собой один из подходов к изучению сложных систем, в том числе и экономических. В основе феноменологической теории лежит идея о том, что вместо детального описания всех микропроцессов системы можно сосредоточиться на её макроскопических свойствах и обобщенных зависимостях, которые определяют поведение системы в целом [27]. Такой подход позволяет упростить анализ и прогнозирование сложных систем, опираясь на наблюдаемые закономерности и их математическое описание [9].

Основные принципы феноменологического подхода в экономике включают:

– макроскопический уровень анализа, в рамках которого феноменологический подход в экономике фокусируется на макроскопических переменных, таких как совокупный спрос, уровень инфляции, валовой внутренний продукт (ВВП) и т.д., вместо изучения поведения отдельных агентов, исследуются общие закономерности на уровне всей системы [15];

– эмпирическую основу, в соответствии с которой феноменологические модели основываются на эмпирически наблюдаемых данных и корреляциях между макроскопическими переменными и разрабатываются с целью описания закономерностей, которые непосредственно следуют из наблюдений [10];

– простоту и универсальность, которые в отличие от микроскопических моделей, требуют детальной информации о взаимодействиях между отдельными элементами системы. Феноменологические модели могут быть применимы к широкому кругу экономических систем [24];

– математическое моделирование является основным инструментом феноменологического подхода, позволяя формализовать наблюдаемые закономерности и делать прогнозы о поведении системы в будущем [23].

Разработка математических моделей с использованием феноменологического подхода

Математические модели, разработанные с использованием феноменологического подхода, обычно включают в себя уравнения, описывающие макроскопические параметры экономической системы. Эти уравнения могут быть линейными или нелинейными, детерминированными или стохастическими в зависимости от природы исследуемого процесса. Подход, разработанный автором настоящей статьи, основан на том, что любой процесс или явление (в том числе и в экономике) имеет аналог в физике или математике. В отличие от других наук, математика и физика имеют в своем арсенале методы анализа и хорошо проработанного математического аппарата. Таким образом, остается переформулировать наблюдаемый процесс

или явления в подходящем математическом или физическом аналоге, где используют теорию подобия. В результате можно получить готовый подходящий математический аппарат и сформулировать осмысленные выводы наблюдаемого явления.

Для понимания методологии формализма феноменологической теории будут представлены две модели неоклассической экономики (первые две модели) и две модели сложной экономики, в которых уже учитывается элемент случайности и иррациональности. Для последней модели сложной экономики будет представлен реальный модельный расчет влияния магнитных бурь на экономические показатели.

Модель 1. Линейная модель спроса и предложения

Одним из наиболее простых примеров феноменологической модели в экономике является линейная модель спроса и предложения. Пусть Q_d обозначает спрос на товар (1а), а Q_s – предложение (1б). Тогда:

$$Q_d = a - bP \quad (1 \text{ а})$$

$$Q_s = c - dP \quad (1 \text{ б})$$

где P – цена товара, a , b , c , d – коэффициенты, определяемые эмпирически. Точка равновесия на рынке определяется из условия равенства спроса и предложения (2):

$$Q_d = Q_s \quad (2)$$

что приводит к следующему уравнению для равновесной цены P^* (3):

$$P^* = \frac{(a - c)}{(b + d)} \quad (3)$$

Соответственно, равновесный объем производства Q^* равен (4):

$$Q^* = \frac{(ad + bc)}{(b + d)} \quad (4)$$

Модель (1–4) проста в реализации и интерпретации, ее использование позволяет предсказать, как изменения в параметрах a , b , c , d влияют на равновесные значения цены и объема производства. И, по сути, уравнение 2 отражает фундаментальный физический закон природы – действие равно противодействию. Таким образом, от физического закона мы смогли легко перейти к описанию закономерностей спроса и предложений в экономической теории. Используя линейную модель спроса и предложения, можно оценить влияние изменений минимальной заработной платы на занятость. Пусть Q_d представляет собой количество рабочих мест, на которые существует спрос, а

Q_s – количество рабочих, готовых принять работу при определенной зарплате P . Увеличение минимальной зарплаты может привести к уменьшению спроса на рабочие места, что отразится на равновесной занятости. Этот анализ может быть использован для разработки политики занятости и регулирования минимальной заработной платы.

Модель 2. Нелинейная модель деловых циклов

Еще одним примером феноменологической модели является нелинейная модель деловых циклов. Пусть $x(t)$ обозначает отклонение реального ВВП от его трендового значения. Тогда динамика $x(t)$ может быть описана нелинейным дифференциальным уравнением (5):

$$\frac{dx(t)}{dt} = \alpha x(t) - \beta x(t)^3 + \gamma \cos(\omega t) \quad (5)$$

где $\alpha, \beta, \gamma, \omega$ – параметры модели. Первый член в правой части уравнения отвечает за линейный рост отклонений, второй – за их насыщение (ввиду нелинейности), а третий – за циклические колебания, связанные с внешними воздействиями. Решение этого уравнения позволяет исследовать наличие циклических колебаний в экономике, их амплитуду и частоту в зависимости от значений параметров $\alpha, \beta, \gamma, \omega$.

Уравнения, подобные уравнению 5, широко представлены в физике колебаний и являются целым классом ангармонических колебаний (ангармонические колебания, периодические колебания, отличающиеся по форме от гармонических колебаний) [2; 3].

Применение нелинейной модели деловых циклов позволяет прогнозировать колебания ВВП в ближайшие годы. Решая нелинейное уравнение с определенными начальными условиями и параметрами, можно оценить вероятные периоды рецессий и подъемов в экономике. Это может быть полезно для бизнеса при стратегическом планировании инвестиций и управления рисками.

Модель 3. Модель экономического роста Солоу

Другим примером является феноменологическая модель экономического роста, разработанная Робертом Солоу (R. Solow model). Эта модель описывает долгосрочный экономический рост с использованием производственной функции и уравнения накопления капитала. Производственная функция имеет вид (6):

$$Y(t) = A(t)K(t)^\alpha L(t)^{1-\alpha} \quad (6)$$

где $Y(t)$ – выпуск продукции в момент времени t , $K(t)$ – капитал, $L(t)$ – труд, $A(t)$ – технологический уровень, α – доля капитала в выпуске. Уравнение накопления капитала (7):

$$\frac{dK(t)}{dt} = sY(t) - \delta K(t) \quad (7)$$

$dK(t)/dt = sY(t) - \delta K(t)$, где s – норма сбережений, δ – норма амортизации капитала.

В стационарном состоянии темп роста капитала $dK(t)/dt = 0$, что приводит к следующему уравнению:

$$sY^* = \delta K^* \quad (8)$$

где Y^* и K^* – стационарные значения выпуска и капитала. Используя уравнение производственной функции, получаем (9):

$$Y^* = \left(\frac{sA^* L^*}{\delta} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad (9)$$

Данная модель помогает анализировать влияние сбережений, амортизации, роста населения и технического прогресса на экономический рост в долгосрочной перспективе. Физическая интерпретация и применение этой модели проиллюстрировано в работах [8; 19; 28].

С помощью модели Солоу можно провести анализ влияния технического прогресса на экономический рост в долгосрочной перспективе. Например, предполагая, что $A(t)$ растет экспоненциально со скоростью g , можно оценить, как изменение скорости технического прогресса влияет на уровень стационарного выпуска Y^* . Такой анализ может быть полезен для правительств, разрабатывающих политику стимулирования инноваций и инвестиций в науку и технологии.

Модель 4. Стохастическая модель инфляции

Феноменологические модели также могут включать стохастические элементы для учета случайных колебаний в экономике. Рассмотрим стохастическую модель инфляции, где уровень инфляции $\pi(t)$ описывается уравнением (10):

$$\pi(t) = \pi_0 + \alpha(Y(t) - Y^*) + \sigma W(t) \quad (10)$$

где π_0 – целевой уровень инфляции, $Y(t)$ – текущий выпуск продукции, Y^* – потенциальный выпуск, α – коэффициент чувствительности инфляции к отклонениям выпуска от потенциального, σ – коэффициент волатильности, $W(t)$ – винеровский процесс, моделирующий случайные колебания. Модель (10) используется для прогнозирования инфляции с учетом возможных случайных шоков, влияющих на экономику. Основным результатом такого моделирования является возможность оценки вероятности достижения определенного уровня инфляции в будущем.

Используя стохастическую модель инфляции, можно оценить вероятность того, что инфляция превысит определенный порог в будущем. Пусть, например, целевой уровень инфляции $\pi_0 = 2\%$, и рассматриваем период в один год. Задавая значения параметров α , σ и начальных условий, можно провести моделирование, используя метод Монте-Карло, чтобы получить распределение возможных значений инфляции через год. Результаты моделирования могут быть использованы центральными банками для принятия решений по корректировке процентных ставок.

Физическим аналогом процесса, которое описывает уравнение (10), является хорошо известный винеровский процесс, ключевым свойством которого является то, что он масштабно инвариантен или простым языком – самоподобен сам себе. При этом винеровский процесс описывает случайные колебания, в том числе и чрезвычайно редкие. Особый интерес представляют случаи сложной экономики, где есть компонент случайности и иррациональности экономических процессов.

Для демонстрации реального применения феноменологической теории рассмотрим задачу моделирования влияния магнитных бурь на такой экономический показатель, как бремена болезней (выражающееся через число человеко-лет с временной нетрудоспособностью или инвалидностью, вызванной влиянием магнитных бурь). В нашем примере мы рассматриваем магнитные бури из-за того, что этот пример в полной мере отражает задачи, с которыми сталкивается сложная экономика и которые позволяют решать формализм феноменологической теории. Как было сказано выше: сложная экономика рассматривает экономические процессы, где агенты реагируют на стохастические внешние факторы непредсказуемым образом, при этом экономические процессы эволюционируют сложным образом и не обязательно стремятся к равновесию. Если рассмотреть поставленную задачу действия магнитных бурь на медико-экономические показатели, отметим важные исходные условия:

- магнитные бури – это достаточно редкое явление, связанное с активностью Солнца, его циклами солнечной активности. Невозможно предсказать возникновение магнитных бурь, однако они могут быть математически описаны в рамках винеровского процесса;
- не установлен достоверный механизм действия магнитных бурь на организм человека;
- существует некоторый интерес со стороны общества (отдельных членов общества) к магнитным бурям и по этой причине вместе с краткосрочным прогнозом погоды публикуют прогноз геомагнитной возмущенности;
- эмпирически установлено, что повышается число вызовов скорой помощи в дни магнитных бурь и последующих дней [1].

Вызов скорой помощи, как правило, связан с серьезностью возникшей ситуации, сопряженной с рисками для здоровья и жизни пациента. Как

показано в исследовании [1], повышение числа вызовов скорой помощи в дни магнитных бурь в большей степени связано с острыми эпизодами сердечно-сосудистых заболеваний, ассоциированных с высоким уровнем глубокой инвалидизации (инсульты, инфаркты). При этом возрастает нагрузка на станции скорой помощи, стационарные отделения и увеличивается число человеко-лет с временной нетрудоспособностью или инвалидностью. Для моделирования этого влияния воспользуемся тем обстоятельством, что частота регистрации магнитных бурь описывается винеровским процессом.

Используя стохастическую модель (уравнение 10), оценим вероятность того, что число человеко-лет с временной нетрудоспособностью или инвалидностью превысит определенный порог в будущем.

Переопределим некоторые параметры уравнения (10). Переобозначим $\pi(t)$ как функцию от времени нетрудоспособности населения, выраженную в человеко-лет с временной нетрудоспособностью или инвалидностью. Поскольку нам необходимо учесть влияние магнитных бурь на этот показатель, а магнитные бури описываются в рамках винеровского процесса, то мы можем воспользоваться уравнением (10). Само уравнение останется прежним, однако будут переобозначены все входящие в него переменные (11):

$$\pi(t) = \pi_0 + \alpha(Y(t) - Y^*) + \sigma W(t) \quad (11)$$

где π_0 – целевой показатель (заданный министерством здравоохранения), $Y(t)$ – текущий уровень нетрудоспособности населения, Y^* – потенциальный уровень нетрудоспособности населения, α – коэффициент чувствительности, σ – коэффициент вариативности (учитывающий влияние магнитных бурь), $W(t)$ – винеровский процесс, моделирующий случайные колебания.

Часть уравнения $\pi_0 + \alpha(Y(t) - Y^*)$ – это хорошо прогнозируемая величина, которая отражает рост увеличения заболеваемости, и мы не будем её рассматривать. Для нашей задачи самым важным компонентом уравнения 11 является $\sigma W(t)$. Параметр σ^* мы находим из публикации [2], и он составляет статистически достоверную величину, равную 1,205 – что означает увеличение числа вызовов скорой помощи по поводу случаев инсульта или инфаркта на 20,5% во время геомагнитной возмущенности. Параметр σ связан уравнением $\sigma = (\sigma^* - 1)\pi_0$. Таким образом, перед нами стоит задача смоделировать во времени изменения $\pi(t)$, связанные с магнитными бурями $\Delta\pi(t) \sim \sigma W(t)$.

По определению винеровского процесса изменения на любом промежутке времени удовлетворяют равенству (11):

$$\Delta\pi(t) = \sigma W(t) = \sigma \chi \sqrt{\Delta t} \quad (12)$$

где χ – случайная величина, подчиняющаяся стандартизированному нормальному распределению $\phi(0,1)$. На основе уравнения (12) оценим $\Delta\pi(t)$, в единицах π_0 на двух шкалах времени (с шагом в месяц и шагом в год). Результат моделирования представлен на рисунке 1 (шаг моделирования 1 месяц) – $\Delta\pi(t)$, и рисунке 2 (шаг моделирования 1 год) – $\Delta\pi(T)$.

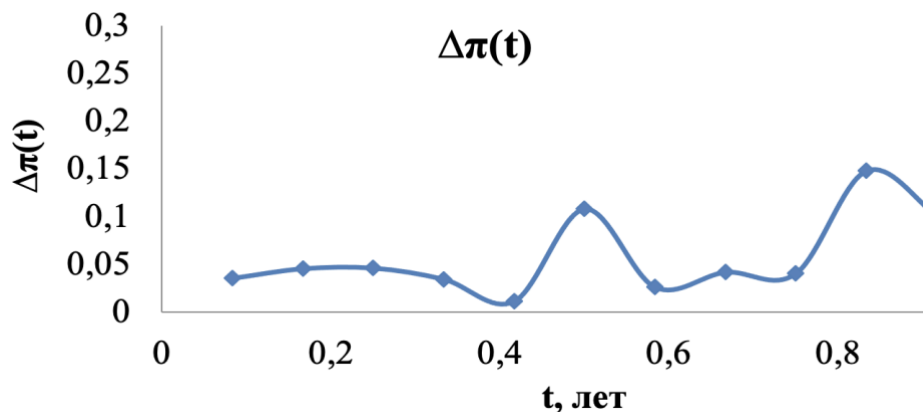


Рис. 1. Результат моделирования $\Delta\pi(t)$. Шаг моделирования 1 месяц
Источник: моделирование выполнено в программе MathCad 11

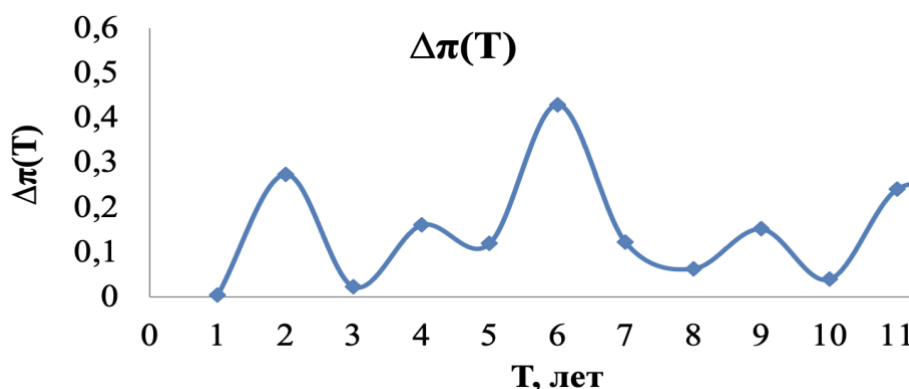


Рис. 2. Результат моделирования $\Delta\pi(T)$. Шаг моделирования 1 год
Источник: моделирование выполнено в программе MathCad 11

Проведенное моделирование влияния магнитных бурь на медико-экономические показатели указывает на значимую связь между данными явлениями. Используемая стохастическая модель, основанная на винеровском процессе, демонстрирует, что вариативность показателя нетрудоспособности напрямую связана с магнитными бурями, что позволяет прогнозировать случаи превышения определенного порога ухудшения здоровья во время геомагнитных возмущений. Результаты моделирования подчеркивают необходимость учета внешних геофизических факторов для более точного анализа и прогнозирования их воздействия на экономику и общественное здоровье.

Заключение

В статье показано, что феноменологический формализм может использоваться как в традиционных, так и в более современных

экономических парадигмах, расширяя границы теоретического и прикладного анализа. Основываясь на наблюдаемых закономерностях и эмпирических данных, феноменологические модели позволяют исследовать макроскопические характеристики экономик, не углубляясь в микроскопические детали. Как было показано выше, формализм феноменологической теории может использоваться как в рамках неоклассической экономики, так и сложной экономики. Феноменологический подход является универсальным и применимым в различных областях экономического анализа, а применение феноменологической теории позволяет учитывать элементы случайности и иррациональности, присущие реальным экономическим процессам, что особенно актуально для сложной экономики.

Литература

1. Бреус Т.К., Бинги В.Н., Петрукович А.А. Магнитный фактор солнечно-земных связей и его влияние на человека: физические проблемы и перспективы // Успехи физических наук. 2016. Т. 186. № 5. С. 568–576.
2. Бреус Т.К., Рапопорт С.И. Возрождение гелиобиологии // Природа. 2005. Т. 9. С. 54–62.
3. Ailon G. The phenomenology of homo economicus // Sociological Theory. 2020. Vol. 38. № 1. P. 36–50.
4. Andraszewicz S. Stock Markets, Market Crashes, and Market Bubbles // Psychological perspectives on financial decision making. 2020. P. 205–231.
5. Arthur W.B. Foundations of complexity economics // Nature Reviews Physics. 2021. Vol. 3. № 2. P. 136–145.
6. Axtell R.L., Farmer J.D. Agent-based modeling in economics and finance: Past, present, and future // Journal of Economic Literature. 2022. P. 1–101.
7. Balland P.A. et al. The new paradigm of economic complexity // Research Policy. 2022. Vol. 51. № 3. P. 104450.
8. Boyko A.A. et al. Using linear regression with the least squares method to determine the parameters of the Solow model // Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2020. Vol. 1582. № 1. P. 012016.
9. Burns M. et al. Constructivist grounded theory or interpretive phenomenology? Methodological choices within specific study contexts // International Journal of Qualitative Methods. 2022. Vol. 21. P. 16094069221077758.
10. Buturac G. Measurement of economic forecast accuracy: A systematic overview of the empirical literature // Journal of risk and financial management. 2021. Vol. 15. № 1. P. 1.
11. Chenet H., Ryan-Collins J., Van Lerven F. Finance, climate-change and radical uncertainty: Towards a precautionary approach to financial policy // Ecological Economics. 2021. Vol. 183. P. 106957.
12. Ciarli T. et al. Digital technologies, innovation, and skills: Emerging trajectories and challenges // Research Policy. 2021. Vol. 50. № 7. P. 104289.

13. Fontana M. Can neoclassical economics handle complexity? The fallacy of the oil spot dynamic //Journal of Economic Behavior & Organization. 2010. Vol. 76. № 3. P. 584–596
14. Gomes O., Gubareva M. Complex systems in economics and where to find them //Journal of Systems Science and Complexity. 2021. Vol. 34. № 1. P. 314–338.
15. Hommes C. Behavioral and experimental macroeconomics and policy analysis: A complex systems approach //Journal of Economic Literature. 2021. Vol. 59. № 1. P. 149–219.
16. Iriani N. et al. Understanding Risk and Uncertainty Management: A Qualitative Inquiry into Developing Business Strategies Amidst Global Economic Shifts, Government Policies, and Market Volatility // Golden Ratio of Finance Management. 2024. Vol. 4. № 2. P. 62–77.
17. Khudoyarov R., Kamolov D., Azamatov B. Economic growth, business circulation and economic development // Science technology & Digital finance. 2024. Vol. 2. № 2. P. 21–24.
18. Manen M. Doing phenomenological research and writing // Qualitative Health Research. 2021. Vol. 31. № 6. P. 1069–1082.
19. Matsumoto A., Szidarovszky F. Delay Solow Model with a Normalized CES Production Function //Journal of Economic Behavior & Organization. 2023. Vol. 213. P. 305–323.
20. Moreno-Casas V., Bagus P. Dynamic efficiency and economic complexity // Economic Affairs. 2022. Vol. 42. № 1. P. 115–134.
21. Moreno-Casas V., Bagus P. Dynamic efficiency and economic complexity //Economic Affairs. 2022. Vol. 42. № 1. P. 115–134.
22. Serafini G. Complexity economics and neoclassical economics: a critique // Chaos and Complexity Letters. 2021. Vol. 15. № 1. P. 7–16.
23. Skrynkovskyy R. et al. Economic-mathematical model of enterprise profit maximization in the system of sustainable development values //Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal. 2022. Vol. 8. № 4. P. 188–214.
24. Tarasov V. E. Mathematical economics: application of fractional calculus // Mathematics. 2020. Vol. 8. № 5. P. 660.
25. Vigliarolo F. Economic phenomenology: fundamentals, principles and definition //Insights into Regional Development. 2020. Vol. 2. № 1. P. 418–429.
26. Willett T.D. New developments in financial economics //Journal of Financial Economic Policy. 2022. Vol. 14. № 4. P. 429–467.
27. Williams H. The meaning of «Phenomenology»: Qualitative and philosophical phenomenological research methods // The Qualitative Report. 2021. Vol. 26. № 2. P. 366–385.
28. Yerznkyan B. H., Gataullin T. M., Gataullin S. T. Solow models with linear labor function for industry and enterprise //Montenegrin Journal of Economics. 2021. Vol. 17. № 1. P. 111–120.