

Научная статья

УДК 332.14

МОДЕЛЬ СОЦИО-ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Юрий Геннадьевич Мальцев¹, Дмитрий Юрьевич Двинин²,
Анна Леонидовна Плаксина³, Александра Анатольевна Егорова⁴

^{1,2,3,4} Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия

¹ brazil.yura@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3553-9212>

² dvinin1981@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9451-4445>

³ vita_avis@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4894-7407>

⁴ aleksandra_csu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6291-9878>

Аннотация. Статья посвящена вопросу моделирования социо-эколого-экономической сбалансированности регионов. Модель основывается на анализе социо-эколого-экономической системы с использованием параметров ОКВЭД (Общероссийского классификатора видов экономической деятельности). Особенность представленной модели — дополнительное введение параметров, связанных с эмиссией парниковых газов (нарушением углеродного баланса в регионах) традиционной энергетикой и уровнем развития возобновляемой (альтернативной) энергетики. Это дает возможность прогнозировать уровень социо-эколого-экономической сбалансированности в регионах при условии управленческих воздействий на экологические показатели, что имеет особенное значение для регионов с развитым промышленным комплексом. При моделировании учитывалось, что возобновляемая энергетика использует материально-энергетические потоки, циркулирующие в природных системах, в результате чего и обеспечивается достижение общей сбалансированности.

Ключевые слова: сбалансированность, социо-эколого-экономический, регион, альтернативная (возобновляемая) энергетика, моделирование

Финансирование: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-28-00287, <https://rscf.ru/project/22-28-00287/>

Для цитирования: Мальцев Ю. Г., Двинин Д. Ю., Плаксина А. Л., Егорова А. А. Модель социо-эколого-экономической сбалансированности регионов Российской Федерации // Вестник Челябинского государственного университета. 2023. № 3 (473). С. 76–85.

Original article

MODEL OF SOCIO-ECOLOGICAL AND ECONOMIC BALANCE OF THE REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Yuri G. Maltsev¹, Dmitry Yu. Dvinin², Anna L. Plaksina³, Aleksandra A. Egorova⁴

^{1,2,3,4} Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia

¹ brazil.yura@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3553-9212>

² dvinin1981@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9451-4445>

³ vita_avis@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4894-7407>

⁴ aleksandra_csu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6291-9878>

Abstract. The article is devoted to the issue of modeling the socio-ecological and economic balance of regions. The model is based on the analysis of the socio-ecological-economic system using the parameters of OKVED (All-Russian classifier of types of economic activity). A feature of the presented model is the additional introduction of parameters related to the emission of greenhouse gases (disturbance of the carbon balance in the regions) by traditional energy and the level of development of renewable (alternative) energy. This makes it possible to predict the level of socio-ecological and economic balance in the regions, subject to managerial impacts on environmental indicators, which is of particular importance for regions with a developed industrial complex. When modeling, it was taken into account that renewable energy uses the material and energy flows circulating in natural systems, as a result of which the overall balance is achieved.

© Мальцев Ю. Г., Двинин Д. Ю., Плаксина А. Л., Егорова А. А., 2023

Keywords: balance, socio-ecological-economic, region, alternative (renewable) energy, modeling

Acknowledgements. The research was supported by the Russian Science Foundation grant No. 22-28-00287, <https://rscf.ru/project/22-28-00287/>

For citation: Maltsev YuG, Dvinin DYu, Plaksina AL, Egorova AA. Model of socio-ecological and economic balance of the regions of the Russian Federation. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2023;(3(473):76-85. (In Russ.).

Введение

Хозяйственная деятельность страны представляет собой сложную, многоуровневую, многопараметрическую систему. Перспективы развития хозяйственной системы страны зависят от различных балансов между различными ее компонентами. В качестве примеров балансов можно привести следующие: баланс «экспорт — импорт», который устанавливается между странами или регионами, данный баланс относится к мегаэкономическому уровню; внутри страны на макроуровне устанавливается межотраслевой баланс, на микроуровне — балансы предприятий; существуют и многие другие виды балансов. Перечисленные виды баланса характеризуют различные аспекты соразмерных хозяйственных систем, находящихся на одном уровне иерархии, относятся к внутриуровневым балансам и составляют необходимые условия развития хозяйственной системы страны.

Но выполнение необходимых условий не означает достаточность. Об этом говорит любая из кризисов прошедших десятилетий. Несмотря на кризис, субъекты хозяйственной деятельности, находящиеся на любом из уровней иерархии, могут продолжать устойчиво развиваться без поддержки, как смежных соразмерных субъектов, так и более высокого и низкого уровней иерархии. Из этого следует, что хозяйственная деятельность не может быть охарактеризована только балансами одного уровня иерархии.

Необходимо сказать, что в экономической теории нет общепринятой модели многоуровневой хозяйственной деятельности. Научные исследования ведутся в направлении построения моделей стохастических производственных границ, здесь особо следует выделить работы С. А. Айвазяна, М. Ю. Афанасьева, В. А. Руденко [1; 3].

Макроэкономика фокусируется на отношениях государства и предприятий. Пространственная экономика занимается вопросами взаимодействия государства и региона. Микроэкономика направлена на исследование отношений между предприятиями. Из этого вытекает актуальность построения модели многоуровневой хозяйственной деятельности. Строить такую модель нужно

исходя из принципов системного подхода. Рассмотрение составных частей хозяйственной деятельности страны в виде систем (например, экономической, экологической, социальной систем), позволяет применить аппарат общей теории систем, разработанный Л. Берталанди [22].

Системный подход используется в экономической науке уже более полувека. За это время появился как положительный, так и отрицательный опыт его использования. Противоречие в использовании системного подхода состоит в том, что весьма абстрактная категория «система» используется для решения конкретных экономических задач [5]. Исследования проведенные целым рядом ученых: В. Г. Горшковым, К. Г. Гофманом, В. И. Гурманом Р. А. Жуковым [6–8; 28], позволяют сделать вывод, что сложные социально-экономические системы имеют ряд системных закономерностей, общих с природными системами, для которых эволюционное развитие характеризуется периодами роста, нормальной жизнедеятельности и спада [15]. Циклическое развитие связано с изменением жизнеспособности, которая обеспечивается наличием у системы ряда свойств, в том числе самоорганизации [18]. Это дает возможность «рассматривать процессы развития территориальной системы в целом, изучать не только внутренние проблемы ее подсистем (экономической, экологической и социальной), но и межподсистемные, возникающие при их взаимодействии. Во взаимосвязи этих подсистем появляются новые проблемы, которые не были бы выявлены при подсистемном изучении территории» [24]. Чем более упорядочена система, тем она более самоорганизована, более экономична за счет возникающих коммуникационных взаимодействий [28]. Таким образом, в конкретных природных условиях непрерывно идет процесс установления соответствия между определяемым уровнем внешней среды и энергией связи между системами. Структурообразование повышает уровень самоорганизации (эффективности) систем [12].

Системная ценность как результат деятельности системы должна быть всегда выше ценности энергетических затрат системы при получении результата [27]. А поскольку «системная

и затратная ценности изменяются во времени, то и экономичность можно выразить как разность скорости изменения системной ценности (продуктивности системы) и скорости изменения издержек, обеспечивающих эту продуктивность во времени. Другими словами, экономичность — это разность скоростей изменения созидательных и деградирующих тенденций, обеспечивающих функционирование и интенсификацию продуктивности систем на протяжении их жизненных циклов» [14]. Таким образом, экономичность функционирования системы при выполнении производительных функций равна разности: скорость изменения издержек, связанных с получением результата, минус скорость изменения результатов при обеспечении гармонии целенаправленного развития системы и окружающей ее среды.

Стоит отметить, что поиск идеального соотношения между абстракцией и конкретикой является нерешенной проблемой в экономической науке. В данной статье мы так же сталкиваемся с проблемой соотношения абстракции и конкретики, применяя абстрактную категорию «система» к конкретным субъектам, регионам Российской Федерации. Мы развиваем экономическую теорию в плане учета социальной, экологической систем хозяйственной деятельности, а не только экономической. Субъекты (регионы) России рассматриваются как социо-эколого-экономические системы, в совокупности образующие социо-эколого-экономическую систему Российской Федерации.

Сбалансированность социо-эколого-экономической системы является необходимой основой для устойчивого развития Российской Федерации. Системная структура внешнего окружения региона (макроуровень), подобна его внутренней системной структуре (микроуровень). Таким образом, сбалансированность системной триады региона влияет, как на сбалансированность социо-эколого-экономической системы всей страны, так и на сбалансированность отдельных предприятий.

В работе, раскрывающей важнейшую роль территории как экономического актива, В. Н. Лаженцев указывает: «Территориальное развитие теоретически можно и нужно рассматривать как специфический вид деятельности, понимая, что практически оно должно встраиваться в более общие социально-экономические процессы, такие как размещение производительных сил, комплексное развитие регионов и межрегиональную интеграцию» [9].

Используя это определение в качестве основной исследовательской функции регионалистики, выделяем специфические особенности сбалансированной территориальной хозяйственной деятельности, отличительной чертой которых является их общественно значимая направленность. Причем, если каждая компонента носит специфический характер, то совместно они представляют систему некоторых целевых функций, позволяющих выявить (учитывая экологические ограничения) максимально возможные экономические блага и в дальнейшем на указанной основе сформировать социальный запрос, т. е. повысить качество жизни населения без возникновения угрозы дисбаланса между экологической, экономической и социальной сферами [2].

К приоритетам пространственно сбалансированной хозяйственной деятельности относятся: увеличение эффективности использования ресурсов; формирование социальной справедливости при осуществлении распределения общественных благ; сохранение благоприятной окружающей среды, развитие возобновляемой (альтернативной) энергетики и снижение эмиссии парниковых газов, прежде всего CO₂ [24; 25].

Устойчивое развитие хозяйственной деятельности обеспечивается за счет сбалансированности компонент «триады» всех субъектов: страны на макроуровне, регионов на мезоуровне, предприятий на микроуровне, индивида на наноуровне. Также необходимо сбалансированное взаимодействие субъекта со своим ближайшим окружением.

Социо-эколого-экономические системы имеют следующие характеристики, которые возникли вследствие их морфологического строения: это пространственные границы и временные границы. Системы, для которых пространственно-временные характеристики не определены, являются средовыми системами, например деловой климат, инфраструктура. В целом такая система не является социо-эколого-экономической, скорее это системный фактор, влияющий на систему [17].

Стоит отметить, что пространственно-временные характеристики образуют континуум. Взгляд на социо-эколого-экономическую систему с позиций пространственно-временного континуума, позволяет представить ее в виде хронотопа (с греческого топос — пространство, хронос — время). Категория хронотоп включает в себя все комплексы системы, локализованные на определенной территории, существующие определенное время, такие как: биогеоценозы, социальные проекты, производственные комплексы и др. [22].

Совокупность социо-эколого-экономических систем, таких как страна, входящие в ее состав регионы, отрасли и предприятия, составляющие систему региона (также к ним можно отнести индивидов), за счет своих вертикальных связей представляют собой фундамент, на котором строится устойчивая хозяйственная деятельность государства. Социо-эколого-экономические системы являются пространственными структурами определенного уровня. Сбалансированное развитие хозяйственной деятельности государства определяется сбалансированностью развития, каждой из составляющих его социо-эколого-экономических систем [10].

Таким образом, под балансом хозяйственной деятельности страны мы понимаем такое ее состояние, при котором компоненты (социальный, экономический, экологический) хозяйственной деятельности всех субъектов, являются сбалансированными.

В связи с указанным выше возникает необходимость разработки научно-методического междисциплинарного инструментария оценки социо-эколого-экономической деятельности локального территориального уровня непосредственно связанной с качеством жизни населения [4].

Для принятия положительного решения пространственного развития следует провести предварительное исследование, на основе знания особенностей планирования сбалансированного социо-эколого-экономического развития территории. Для раскрытия этих особенностей и использования в процессе предварительного исследования надо знать и учитывать: эволюцию развития методических основ региональной экономики; способы выявления главных противоречий экономической, социальной и экологической подсистем; взаимодействие подсистем, т. е. сбалансированность, определяющую эффективность территориальной хозяйственной деятельности, и вследствие этого рост уровня и качества жизни населения [20].

Использование в предпроектных научных исследованиях знаний о специфических компонентах сбалансированной территориальной хозяйственной деятельности будет способствовать достижению условий для сбалансированного развития региона [21].

Модель социо-эколого-экономической сбалансированности регионов

Социо-эколого-экономическая система субъекта (страна, регион, предприятие) представляет со-

бой «триаду», состоящую из социальной, экологической, экономической компонент. Компоненты системы обмениваются потоками вещества, энергии и информации друг с другом, такой обмен есть процесс биосферного метаболизма. Для обеспечения сбалансированной хозяйственной деятельности, необходимо добиться оптимального соотношения между данными потоками [16].

Мы уже отмечали, что «триада» является минимальным структурным образованием, способным описать хозяйственную деятельность полностью, то есть не только производственные процессы, но и их влияние на окружающую среду, а также состояние общественной сферы. Поэтому можно перейти к вопросу о методах анализа взаимодействия компонент социо-эколого-экономической «триады» с целью оценки ее сбалансированности. Подробно модель оценки сбалансированности «триады» представлена в более ранних исследованиях [11].

В данной статье мы приведем ее основные характеристики и произведем расчет индикатора сбалансированности для всех регионов Российской Федерации. Общая структура «триады» включает 3 типа связей между компонентами (a, b, c). «Показатели a, b, c характеризуют интенсивность взаимосвязей (потоков вещества, энергии и информации) соответствующих компонент, то есть представляют собой интегральную характеристику связи между компонентами, a — интенсивность взаимодействия социальной сферы и экологии, b — интенсивность взаимодействия между экономической и социальной сферой, c — интенсивность взаимодействия между экономической сферой и экологической. Сбалансированное состояние «триады» характеризуется равной интенсивностью взаимодействия между компонентами «триады», т. е. выполняется равенство $a = b = c$ [25].

Следовательно, сбалансированность «триады» выражается через соотношения показателей a, b, c. Интегральные показатели связи в целом можно разделить на сильные и слабые. Именно сила взаимосвязей между компонентами определяет сбалансированность «триады». В таблице представлены все существующие варианты соотношений показателей интенсивности компонент «триады». При этом существуют три вида дисбалансов. Экологический дисбаланс означает чрезмерную защиту природных экосистем (нагрузка существенно ниже ассимиляционного потенциала). Экономический дисбаланс означает чрезмерное производство, наносящее вред

природным комплексам свыше его ассимиляционного потенциала. Социальный дисбаланс озна-

чает чрезмерное развитие социальных проектов, идущее в ущерб как производству, так и природе.

Варианты соотношений показателей интенсивности компонент «триады»
Variants of ratios of indicators of intensity of the components of the "triad"

Вариант	Кол-во сильных связей	Кол-во слабых связей	Соотношения между связями	Тип дисбаланса
1	3	0	$a = b = c$	Баланс
2	1	2	$c < a, b$	Экологический дисбаланс
3	1	2	$a < b, c$	Экономический дисбаланс
4	2	1	$a, c < b$	Социальный дисбаланс

Источник: составлено авторами

Сбалансированная социо-эколого-экономическая «триада» способна воспроизводиться бесконечно, так как сохраняет свой потенциал. Несбалансированные «триады» в течение некоторого времени потеряют способность к воспроизводству вследствие растраты своего потенциала.

Теперь перейдем к построению индикатора сбалансированности социо-эколого-экономической «триады». Индикатором является функция вида $G = f(a, b, c)$, которая удовлетворяет следующим условиям.

1. $G = f(a, b, c)$ является однородной функцией. Однородной называется функция, для которой выполняется условие $f(ax) = a^q f(x)$, где $a > 0$, q называется степенью однородности. В нашем случае $q = 1$, то есть $f(ax) = af(x)$, что означает: умножение аргумента функции на положительное число a дает то же значение функции, как и умножение функции на то же число a .

2. $0 < f(a, b, c) \leq 1$. Данное условие необходимо, чтобы значение индикатора можно было представить в процентах.

3. $G = f(a, b, c) = 1$ для $a, b, c = 1$.

4. Функция $G = f(a, b, c)$ симметрична, т. е. не меняет своих значений при любой перестановке аргументов. $G = f(a, b, c) = f(a, c, b) = f(c, b, a) = f(c, a, b) = f(b, a, c) = f(b, c, a)$

5. $G = f(a, b, c) \rightarrow 0$, при $a \rightarrow \infty$ (b, c) — фиксированы, и так же по каждому аргументу.

Рассмотрим сумму

$$S = \frac{a}{b} + \frac{a}{c} + \frac{b}{a} + \frac{b}{c} + \frac{c}{a} + \frac{c}{b},$$

если $a = \infty$, тогда данная сумма равна ∞ . Поэтому функция вида $f = \frac{1}{S} = 0$, так как $S = \infty$.

Функция имеет вид:

$$G = \frac{1}{\left(\frac{a}{b} + \frac{a}{c} + \frac{b}{a} + \frac{b}{c} + \frac{c}{a} + \frac{c}{b}\right) - 5}$$

В зависимости от интервала, в которыйпадают значения индекса, можно сделать вывод о степени системной сбалансированности исследуемой «триады»: $0,0 < G \leq 0,2$ — крайне низкая сбалансированность, $0,2 < G \leq 0,5$ — низкая сбалансированность, $0,5 < G \leq 0,7$ — средняя сбалансированность, $0,7 < G \leq 0,9$ — высокая сбалансированность, $0,9 < G \leq 1,0$ — максимальная сбалансированность. Функция $f(a, b, c)$ состоит из всевозможных соотношений показателей a, b, c , а именно:

$$\frac{a}{b} + \frac{a}{c} + \frac{b}{a} + \frac{b}{c} + \frac{c}{a} + \frac{c}{b}$$

При $a, b, c = 1$, (состояние сбалансированности), представленная сумма равна 6, в чем несложно убедиться, подставив a, b, c , равные единице, в выражение. Поэтому необходимо строго математически доказать, что данная сумма при $a, b, c > 0$ (так как характеризуют взаимообмен веществом, энергией и информацией между компонентами триады, поэтому отрицательными быть не могут), больше или равна 6.

Теорема

Если $a, b, c > 0$, то

$$\frac{a}{b} + \frac{a}{c} + \frac{b}{a} + \frac{b}{c} + \frac{c}{a} + \frac{c}{b} \geq 6.$$

Доказательство

Рассмотрим неравенство

$$\frac{a}{b} + \frac{a}{c} + \frac{b}{a} + \frac{b}{c} + \frac{c}{a} + \frac{c}{b} \geq 6,$$

заметим, что оно состоит из трех пар взаимно обратных чисел:

$\frac{a}{b}, \frac{b}{a}$ — первая пара чисел, $\frac{a}{c}, \frac{c}{a}$ — вторая пара чисел и $\frac{b}{c}, \frac{c}{b}$ — третья пара чисел. Правую часть

неравенства представим в виде суммы трех двоек, число двоек соответствует числу пар взаимнообратных чисел в левой части неравенства, а именно $6 = 2+2+2$.

Поэтому неравенство можно представить в следующем виде:

$$\left(\frac{a}{b} + \frac{b}{a}\right) + \left(\frac{a}{c} + \frac{c}{a}\right) + \left(\frac{b}{c} + \frac{c}{b}\right) \geq 2+2+2$$

Перенесем правую часть неравенства в левую часть, распределив двойки по парам сумм взаимнообратных чисел, тогда неравенство принимает следующий вид:

$$\left(\frac{a}{b} + \frac{b}{a} - 2\right) + \left(\frac{a}{c} + \frac{c}{a} - 2\right) + \left(\frac{b}{c} + \frac{c}{b} - 2\right) \geq 0.$$

Далее приведем к общему знаменателю, взаимно обратные числа в каждой паре соответственно. В итоге получим неравенство следующего вида:

$$\frac{a^2 - 2ab + b^2}{ab} + \frac{a^2 - 2ac + c^2}{ac} + \frac{b^2 - 2bc + c^2}{cb} \geq 0.$$

Заметим, что в числителе записаны полные квадраты разности. Выделим полные квадраты разности, и неравенство примет следующий вид:

$$\frac{(a-b)^2}{ab} + \frac{(a-c)^2}{ac} + \frac{(b-c)^2}{cb} \geq 0.$$

Полученное выражение состоит из суммы трех слагаемых, поэтому для доказательства неравенства достаточно доказать, что каждое из них в отдельности больше или равно нулю, тогда и их сумма больше или равна нулю.

Рассмотрим $\frac{(a-b)^2}{ab} \geq 0$,

тогда и только тогда, когда $(a-b)^2 \geq 0$ и $ab \geq 0$. Так как $a, b > 0$, то знаменатель дроби ab также больше нуля. Числитель дроби $(a-b)^2 \geq 0$, так как квадрат любого вещественного числа больше или равен нулю. Следовательно, числитель и знаменатель дроби больше или равны 0, при $a, b, c > 0$.

Значит и сама дробь $\frac{(a-b)^2}{ab} \geq 0$.

Аналогичные действия производятся с оставшимися двумя дробями.

В результате проведенных операций мы приходим к выводу, что дроби

$$\frac{(a-c)^2}{ac} \text{ и } \frac{(b-c)^2}{cb}$$

также больше или равны нулю, при $a, b, c > 0$.

Соответственно,

их сумма $\frac{(a-b)^2}{ab} + \frac{(a-c)^2}{ac} + \frac{(b-c)^2}{cb} \geq 0$.

Что и требовалось доказать.

После того, как мы доказали, что

$$\frac{a}{b} + \frac{a}{c} + \frac{b}{a} + \frac{b}{c} + \frac{c}{a} + \frac{c}{b} \geq 6,$$

обоснуем, почему из данной суммы необходимо вычесть 5. Для доказательства вспомним, что при состоянии баланса $a, b, c = 1$ значение искомого индикатора должно равняться единице, в нашем же случае, оно равно $\frac{1}{6}$.

Поэтому необходимо из значения суммы

$$\frac{a}{b} + \frac{a}{c} + \frac{b}{a} + \frac{b}{c} + \frac{c}{a} + \frac{c}{b}$$

вычесть 5 для выполнения условия $a, b, c = 1$ в ситуации баланса, показатель сбалансированности принимает значение, равное единице.

Алгоритм расчета индекса системной сбалансированности состоит из пяти этапов:

1. Выбор показателей, характеризующих объемы подсистем исследуемой «триады» и системы в целом.

2. Определение значений показателей a, b, c , отражающих интенсивность взаимодействия между компонентами «триады».

3. Расчет индикатора системной сбалансированности.

4. На основе полученного значения индикатора делается вывод о степени системной сбалансированности «триады».

Продемонстрируем расчет индикатора системной сбалансированности на примере.

1. Допустим, что в результате выполнения первого этапа алгоритма были выбраны три показателя характеризующих социальную сферу со значениями (18, 22, 35), три экологических показателя со значениями (30, 35, 15) и три экономических показателя со значениями (50, 40, 30).

2. В результате расчета показателей получают значения $a = 75, b = 80, c = 120$.

3. Расчет индикатора системной сбалансированности по представленной формуле дает значение $G = 0,43$.

4. Значение индекса характеризует исследуемую «триаду» как низко сбалансированную, поскольку попадает в интервал $0,2 < G \leq 0,5$.

Заключение

Таким образом, мы построили индикатор сбалансированности «триады». Индикатор $G = 1$, если «триада» сбалансирована, соответственно, чем ближе значение индикатора к 0, тем выше дисбаланс социо-эколого-экономической «триады». Теперь у нас есть необходимый инструментарий для оценки сбалансированности регионов Российской Федерации. Расчет данного индикатора, и классификация дисбалансов позволяет направить политику регионов и страны в целом

на преодоление дисбалансов и обеспечению сбалансированного развития. Стоит отметить, что регионы, занимая промежуточное положение между макро- и микроуровнями иерархии, оказывают стабилизирующее влияние на хозяйственную систему страны, за счет нивелирования негативных вертикальных импульсов, иду-

щих как снизу вверх, так и сверху вниз. Исследование сбалансированности регионов Российской Федерации, должно являться стандартным инструментарием анализа социально-экономического развития с целью выработки оптимальной политики, направленной на развитие хозяйственной деятельности.

Список источников

1. Айвазян С. А., Афанасьев М. Ю., Руденко В. А. Исследование зависимости случайных составляющих стохастической производственной функции при оценке технической эффективности // Прикладная эконометрика. 2014. № 2 (34). С. 3–18.
2. Аманов М. А. Региональная экономика как социально-экономическая подсистема национальной экономики // Экономика и предпринимательство. 2016. № 11-3 (76-3). С. 568–571.
3. Афанасьев М. Ю., Руденко В. А. Влияние наличия факторов эффективности на оценки эффективности регионов РФ в расширенном классе моделей стохастической границы // Экономика и управление: теория и практика : сб. статей ; гл. ред. Э. Н. Рябинина. Чебоксары, 2018. 235 с.
4. Белкин В. Н., Пряхин Г. Н. Социо-эколого-экономические факторы качества жизни населения региона. Челябинск : ООО Центр интеллектуальных услуг «Энциклопедия», 2019. 342 с.
5. Власенкова Е. А. О системном подходе в экономике // Современные научные исследования и разработки. 2018. Т. 2, № 5 (22). С. 125–128.
6. Горшков В. Г., Кондратьев К. Я., Шерман С. Г. Устойчивость биосферы и сохранение цивилизации // Природа. 1990. № 7. С. 3–16.
7. Гофман К. Г. Природопользование и макроэкономические показатели развития народного хозяйства // Экономические проблемы природопользования. М. : Наука, 1985. 240 с.
8. Гурман В. И., Румянцева А. К. Моделирование социо-эколого-экономической системы региона. М. : Наука, 2001. 175 с.
9. Даванков А. Ю., Двинин Д. Ю. Обоснование теоретико-методологической модели оценки устойчивости социо-эколого-экономической среды региона // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 9-1 (63). С. 6–8.
10. Даванков А. Ю., Двинин Д. Ю., Мальцев Ю. Г. Моделирование уровня сбалансированности социо-эколого-экономической системы региона при переходе к альтернативной энергетике // Управление в современных системах. 2021. № 2 (30). С. 3–12.
11. Даванков А. Ю., Дегтярев П. Я., Шеломенцев А. Г. Современные методологические подходы к междисциплинарным исследованиям территориальных социоэколого-экономических систем. Екатеринбург : Институт экономики УрО РАН, 2014. 330 с.
12. Даванков А. Ю., Постников Е. А., Кочеров А. В., Мальнова А. В. Системные взаимодействия биосферных и техногенных процессов в социо-эколого-экономических системах // Журнал экономической теории. 2017. № 3. С. 75–85.
13. Елкина Л. Г. Управление развитием эколого-экономической системы: теория и практика. М. : Палеотип, 2009. 252 с.
14. Клейнер Г. Б. Социально-экономические экосистемы в контексте дуального пространственно-временного анализа // Экономика и управление: проблемы и решения. 2018. № 5 (5). С. 5–13.
15. Липенков А. Д. Модели взаимодействия экономических систем // Вестник Челябинского государственного университета. 2008. № 29. С. 5–10.
16. Липенков А. Д. Современные методологические подходы к междисциплинарным исследованиям территориальных социо-эколого-экономических систем. Екатеринбург : Институт экономики УрО РАН, 2014. 250 с.
17. Липенков А. Д. Экономика, жизнь, разум. Общественное производство с точки зрения глобальной эволюции. Челябинск : Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2012. 218 с.
18. Макенов М. М. Совершенствование государственного регулирования социально-экономической дифференциации регионов России // ЭКО. 2019. № 4. С. 173–191.

19. Мальцев Ю. Г., Султанов Б. Р. Исследование социо-эколого-экономической сбалансированности регионов РФ // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 6-1. С. 110–115.
20. Маськов С. А. Инструменты стратегического управления региональной экономикой // Евразийский союз ученых. 2016. № 3-1 (24). С. 74–77.
21. Преображенский В. С. Системные исследования природы. Вопросы географии. М. : Мысль, 1977. 260 с.
22. Bertalanffy L. General System Theory // General Systems. 1956. Vol. I. Pp. 1-10.
23. Giljum S. A comprehensive set of resource use indicators from the micro to the macro Level // Resources, Conservation and Recycling. 2010. Vol. 55. Pp. 300–308.
24. Keiko H., Takanori M., Takashi H., Ken-ichi F., Takashi M. Development and application of the renewable energy regional optimization utility tool for environmental sustainability // Renewable Energy. 2016. Vol. 93. Pp. 548–561.
25. Salaa S., Ciuffo B., Nijkamp P. A systemic framework for sustainability assessment // Ecological Economics. 2015. Vol. 119. Pp. 314–325.
26. Yang Y., Wei X., Wei J. Industrial Structure Upgrading, Green Total Factor Productivity and Carbon Emissions // Sustainability. 2022. Vol. 14. Pp. 1009.
27. Zhukov R. A. Model of Socio-Ecological and Economic System: The Central Federal District Regions of the Russian Federation // Statistika. 2018. Vol. 98. Pp. 237–261.
28. Zhukov R. A., Kuznetsov G. V., Fomicheva I. V., Myasnikova E. B., Vasina M. V., Tsigler M. V. A Model of Socio-Ecological and Economic System: The Tula Region of the Russian Federation // Journal of Environmental Management and Tourism. 2019. Vol. 10. Pp. 1539–1558.

References

1. Aivazyan SA, Afanasiev MYu, Rudenko VA. Investigation of the dependence of random components of a stochastic production function in assessing technical efficiency. *Prikladnaya ekonometrika = Applied Econometrics*. 2014;(2(34):3-18. (In Russ).
2. Amanov MA. Regional economy as a socio-economic subsystem of the national economy. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Economy and entrepreneurship*. 2016;(11-3(76-3):568-571. (In Russ).
3. Afanasiev MYu, Rudenko VA, Ryabinina EN (ed.) Influence of presence of efficiency factors on efficiency estimates of Russian regions in an extended class of stochastic frontier models. In: *Ekonomika i upravleniye: teoriya i praktika = Economics and Management: Theory and Practice*. Cheboksary; 2018. Pp. 215–218. (In Russ).
4. Belkin VN, Pryakhin GN. Socio-ecological and economic factors of the quality of life of the population of the region. Chelyabinsk: LLC Center for Intellectual Services Encyclopedia; 2019. 342 p. (In Russ).
5. Vlasenkova EA. On a systematic approach in economics. *Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i razrabotki = Modern scientific research and development*. 2018;(2-5(22):125-128. (In Russ).
6. Gorshkov VG, Kondratiev KYa, Sherman SG. Sustainability of the biosphere and preservation of civilization. *Priroda = Nature*. 1990;(7):3-16. (In Russ).
7. Hoffman KG. Nature management and macroeconomic indicators of the development of the national economy. *Ekonomicheskie problemy prirodopolzovaniya = Economic problems of nature management*. Moscow: Nauka; 1985. 240 p. (In Russ).
8. Gurman VI, Rumyantseva AK. Modeling the socio-ecological-economic system of the region. Moscow: Nauka; 2001. 175 p. (In Russ).
9. Davankov AYu, Dvinin DYu. Substantiation of the theoretical and methodological model for assessing the sustainability of the socio-ecological and economic environment of the region. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal = International Scientific Research Journal*. 2017;(9-1(63):6-8. (In Russ).
10. Davankov AYu, Dvinin DYu, Maltsev YuG. Modeling the level of balance of the socio-ecological-economic system of the region during the transition to alternative energy. *Upravleniye v sovremennykh sistemakh = Management in modern systems*. 2021;(2(30):3-12. (In Russ).
11. Davankov AYu, Degtyarev PYa, Shelomentsev AG. Modern methodological approaches to interdisciplinary studies of territorial socio-ecological and economic systems. Ekaterinburg: Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 2014. 330 p. (In Russ).

12. Davankov AYu, Postnikov EA, Kocherov AV, Malnova AV. Systemic interactions of biospheric and technogenic processes in socio-ecological and economic systems. *Zhurnal ekonomicheskoy teorii = Journal of Economic Theory*. 2017;(3):75-85. (In Russ).
13. Elkina LG. Management of development of ecological and economic system: theory and practice. Moscow: Paleotype; 2009. 252 p. (In Russ).
14. Kleiner GB. Socio-economic ecosystems in the context of dual space-time analysis. *Ekonomika i upravleniye: problemy i resheniya = Economics and management: problems and solutions*. 2018;(5(5)):5-13. (In Russ).
15. Lipenkov AD. Model of an open socio-economic system in the environment. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Chelyabinsk State University*. 2008;(29):5-10. (In Russ).
16. Lipenkov AD. Economy, life, mind. Social production from the point of view of global evolution. Chelyabinsk: Chelyabinsk State University; 2012. 218 p. (In Russ).
17. Lipenkov AD. Modern methodological approaches to interdisciplinary studies of territorial socio-ecological and economic systems. Ekaterinburg: Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 2014. 250 p. (In Russ).
18. Makenov MM. Improving state regulation of socio-economic differentiation of Russian regions. *EKO = ECO*. 2019;(4):173-191. (In Russ).
19. Maltsev YuG., Sultanov BR. Study of the socio-ecological and economic balance of the regions of the Russian Federation. *Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava = Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2022;(6-1):110-115. (In Russ).
20. Maskov SA. Instruments of strategic management of the regional economy. *Yevraziyskiy soyuz uchenykh = Eurasian Union of Scientists*. 2016;(3-1)24:74-77. (In Russ).
21. Preobrazhensky VS. System Research of Nature. Questions of geography. Moscow: Thought. 1977:260. (In Russ).
22. Bertalanffy L. General System Theory. *General Systems*. 1956:1-10.
23. Giljum S. A comprehensive set of resource use indicators from the micro to the macro Level. *Resources, Conservation and Recycling*. 2010;(55):300-308.
24. Keiko H, Takanori M, Takashi H, Ken-ichi F, Takashi M. Development and application of the renewable energy regional optimization utility tool for environmental sustainability. *Renewable Energy*. 2016;(9):548-561.
25. Salaa S, Ciuffob B, Nijkamp P. A systemic framework for sustainability assessment. *Ecological Economics*. 2015;(119):314-325.
26. Yang Y, Wei X, Wei J. Industrial Structure Upgrading, Green Total Factor Productivity and Carbon Emissions. *Sustainability*. 2022;(14):1009.
27. Zhukov RA. Model of Socio-Ecological and Economic System: The Central Federal District Regions of the Russian Federation. *Statistika*. 2018;(98):237-261.
28. Zhukov RA, Kuznetsov GV, Fomicheva IV, Myasnikova EB, Vasina MV, Tsigler MV. A Model of Socio-Ecological and Economic System: The Tula Region of the Russian Federation. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2019;(10):1539-1558.

Информация об авторах

Ю. Г. Мальцев — младший научный сотрудник кафедры геоэкологии и природопользования факультета экологии.

Д. Ю. Двинин — кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры геоэкологии и природопользования факультета экологии.

А. Л. Плаксина — старший преподаватель, кафедры геоэкологии и природопользования факультета экологии.

А. А. Егорова — кандидат экономических наук, доцент, декан экономического факультета.

Information about the authors

Yu. G. Maltsev — junior researcher, Department of Geoecology and Environmental Management Faculty of Ecology.

D. Yu. Dvinin — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Geoecology and Environmental Management Faculty of Ecology.

A. L. Plaksina — Senior Lecturer, Researcher of Department of Geoecology and Environmental Management Faculty of Ecology.

A. A. Egorova — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Dean of Faculty of Economics.

Статья поступила в редакцию 10.03.2023; одобрена после рецензирования 28.03.2023; принята к публикации 31.03.2023.

The article was submitted 10.03.2023; approved after reviewing 28.03.2023; accepted for publication 31.03.2023.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.