



УДК 339.9, ББК 65.5, JEL Code F4
DOI [10.17072/1994-9960-2025-1-72-87](https://doi.org/10.17072/1994-9960-2025-1-72-87)
EDN [FWSYAG](https://www.edn.ru/FWSYAG)

Методика оценки сбалансированности многокомпонентных хозяйственных систем регионов

Юрий Геннадьевич Мальцев

РИНЦ Author ID: [998414](https://elibrary.ru/998414), ✉ Brazil.yura@mail.ru

Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия

Аннотация

Введение. Сбалансированность развития региональных систем является важным условием их устойчивой жизнедеятельности. Региональные хозяйственные системы состоят из множества компонент, взаимодействующих между собой. В настоящее время в научной литературе отсутствуют методы оценки сбалансированности многокомпонентных региональных систем. *Целью* исследования является разработка методики оценки сбалансированности многокомпонентных хозяйственных систем регионов и ее апробация на регионах РФ, в ходе которой регионы рассматриваются как двух-, трех- и четырехкомпонентные системы. *Задачи.* Построить функцию оценки сбалансированности, разработать алгоритм оценки сбалансированности многокомпонентных хозяйственных систем регионов, провести оценку сбалансированности хозяйственных систем российских регионов. *Материалы и методы.* Разработка методики оценки сбалансированности основывается на понимании региона как системы, состоящей из множества взаимодействующих компонент, или N -компонент. Данное обобщение позволяет создать широкий инструментарий для оценки сбалансированности хозяйственной деятельности регионов. Для апробации методики мы используем данные Общероссийского классификатора видов экономической деятельности. Благодаря учету множества компонент появляется возможность объединить большое количество параметров без существенного роста сложности вычислений, что позволяет использовать методику с привлечением больших объемов данных и количества параметров. *Результаты.* Осуществлена апробация методики на регионах Российской Федерации, проведено сравнение результатов. Такой подход позволил оценить сбалансированность регионов, используя большое количество входных параметров и не увеличивая при этом сложность расчетов. Показано, что большинство регионов имеют либо низкий, либо средний уровень сбалансированности. Выяснено, как учет экологической компоненты влияет на оценку сбалансированности региона. *Выводы.* Предложенный подход к моделированию сбалансированности хозяйственной деятельности регионов может быть полезен для принятия эффективных управленческих решений и разработки стратегий развития региональных систем.

Ключевые слова

Сбалансированность, хозяйственная деятельность, регион, моделирование, оценка

Для цитирования

Мальцев Ю. Г. Методика оценки сбалансированности многокомпонентных хозяйственных систем регионов // Вестник Пермского университета. Серия «Экономика». 2025. Т. 20, № 1. С. 72–87. DOI [10.17072/1994-9960-2025-1-72-87](https://doi.org/10.17072/1994-9960-2025-1-72-87). EDN [FWSYAG](https://www.edn.ru/FWSYAG).

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила: 29.09.2024

Принята к печати: 02.11.2024

Опубликована: 31.03.2025



© Мальцев Ю. Г., 2025

Methodology to evaluate the balance in multicomponent economic systems of regions

Yuri G. Maltsev

RISC Author ID: [998414](#), ✉ Brazil.yura@mail.ru

Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia

Abstract

Introduction. The balanced development of regional systems is an important prerequisite for their sustainable performance. Regional economic systems consist of many interacting components. Modern scientific literature gives no methods designed to evaluate the balance of multicomponent regional systems. *The purpose* of the study is to develop a methodology for assessing the balance of multicomponent economic systems of regions and test it with the data of the regions of the Russian Federation, when the regions are considered to be two-, three- and four-component systems. *Tasks* are as follows: to plot a balance evaluation function, to develop a balance evaluation algorithm for the multicomponent economic systems in the regions, and to assess the balance of economic systems for the regions of the Russian Federation. *Materials and Methods.* The balance evaluation methodology is determined by the fact that a region is seen to be a system with many interacting components or N -components. This generalization facilitates a wide range of tools for assessing the balance of economic activities with the data of the regions. To test the methodology, we use the data from All-Russian Classifier of Economic Activities. Reference to a multicomponent system groups a large number of parameters with no significant calculation complexity, which provides great opportunities to use the method with no reference to large volumes of data and a number of parameters. *Results.* The developed method was tested with the data concerning the regions of the Russian Federation; the results were compared. This approach evaluates the proportions of the regions with a large number of input parameters with no significant calculating complexity. Most regions are shown to have either a low or medium level of balance. The results also clearly illustrate the impact of an environmental component on the balance of the region. *Conclusions.* The proposed approach to modeling the balance in regions' economic activities can be useful for making efficient management decisions and developing growth strategies for regional systems.

Keywords

Balance, economic activities, region, modeling, evaluation

For citation

Maltsev Yu. G. Methodology to evaluate the balance in multicomponent economic systems of regions. *Perm University Herald. Economy*, 2025, vol. 20, no. 1, pp. 72–87. DOI [10.17072/1994-9960-2025-1-72-87](https://doi.org/10.17072/1994-9960-2025-1-72-87). EDN [FWSYAG](https://www.edn.ru/FWSYAG).

Declaration of conflict of interest: none declared.

Received: September 29, 2024

Accepted: November 02, 2025

Published: March 31, 2025



© Maltsev Yu. G., 2025

ВВЕДЕНИЕ

Исследование хозяйственной деятельности страны как системы, состоящей из хозяйственных систем регионов, обеспечивает общность предмета исследования, позволяя проводить анализ с единой точки зрения. Однако специфика регионов обуславливает разные аспекты их исследования, что приводит к многоплановости изучения. Исследование хозяйственной деятельности регионов позволяет выявить их потенциал и проблемы, а также разработать стратегии развития [1; 2]. Сбалансированность хозяйственной системы региона обеспечивает высокий уровень инновационной активности [3–5]. Для обеспечения сбалансированности регионального развития необходимо соблюсти пропорциональность и согласованность целей развития, поддерживать связанность городских и сельских территорий [6]. Сбалансированность хозяйственной деятельности региона зависит от перехода на технологии замкнутого цикла, которые предполагают учет плотности населения, изменений в структуре энергетического рынка, экологической устойчивости, институциональной эффективности и системы социальной защиты [7]. На хозяйственную деятельность регионов в 2022 г. существенное влияние оказала зависимость их экономики от иностранного капитала, которая ранее не играла столь значимой роли [8]. Поэтому при анализе и планировании экономической политики важно учитывать как общие закономерности и тенденции, так и специфику каждого региона. В настоящем исследовании мы применяем подход, направленный на оптимальное сочетание единообразия и специфики хозяйственной деятельности регионов, что позволяет повысить эффективность управления хозяйственной деятельностью страны.

Категории «хозяйственная деятельность» и «регион» мы рассматриваем как системы, состоящие из множества взаимосвязанных компонент. Данный подход позволяет учитывать большое количество факторов, влияющих на

хозяйственную деятельность конкретных регионов, включая социальные, экологические и экономические аспекты. В частности, мы признаем роль человеческого капитала, институциональных факторов, природных ресурсов и инфраструктуры в обеспечении сбалансированного развития региона.

Для понимания сущности многокомпонентных региональных хозяйственных систем приведем частные примеры систем с различным количеством компонент. Ярким примером двухкомпонентных хозяйственных систем являются социально-экономические системы регионов. Социально-экономическая система региона представляет собой совокупность ресурсов хозяйствующих субъектов, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой в сфере производства, распределения, обмена и потребления товаров и услуг [9]. Так, в работах [10; 11] с помощью индекса Тейла проведена оценка неравенства социально-экономических систем регионов и выявлен его рост в два раза за последние тридцать лет, а также определены географические центры экономической активности. Факторный анализ проведен в исследовании [12], благодаря которому установлены факторы социально-экономического развития региона и показано, что наиболее интенсивное социально-экономическое развитие региона достигается при оптимальном соотношении производства товаров и услуг к расходам бюджета. Авторы статьи [13] показали, что системный подход позволяет выявить условия и ограничения, определяющие равновесные траектории развития хозяйственных систем регионов, а также определить параметры дифференциации социально-экономических систем, способствующие стимулированию экономического роста.

Рассмотрим далее трехкомпонентные системы. Примером может служить система, состоящая из социальной, экологической и экономической компонент. Такие «триады» характеризуются масштабностью, территориальной и временной локализацией и обладают способностью оказывать влияние на окружающее

пространство. Их можно описать универсальными категориями с целью выявления присущих им свойств и места в общей экономической системе. Однако трех компонент может быть недостаточно для наиболее полного моделирования хозяйственной деятельности региона, поэтому существует необходимость в рассмотрении многокомпонентных систем [14; 15].

Четырехкомпонентная система хозяйственной деятельности региона, с точки зрения Г. Б. Клейнера, имеет следующий вид: объектная, средовая, процессная и проектная компоненты взаимодействуют между собой, обмениваясь потоками вещества, энергии и информации [16].

По мнению *E. Pappas*, системный подход к развитию региона должен состоять из пяти компонент: социальной, экономической, экологической, технологической и индивидуальной. Социальная компонента системного подхода к развитию региона охватывает социокультурную среду, образование и здравоохранение, что способствует формированию здорового общества. Экономическая компонента – создание благоприятных условий для бизнеса, инвестиций и развития рыночных отношений, что содействует экономическому росту региона. Экологическая компонента важна для сохранения природных ресурсов, экосистем и обеспечения экологической устойчивости. Технологическая компонента включает в себя внедрение современных технологий и инноваций, что ведет к повышению конкурентоспособности региона. Индивидуальная компонента направлена на развитие человеческого капитала, личностный рост и самореализацию граждан, что позволяет улучшить социальную стабильность региона и качество жизни его населения. Сбалансированное взаимодействие пяти компонент обеспечивает долгосрочное устойчивое развитие региона [17].

Хозяйственная деятельность региона, понимаемая как система, состоящая из некоторого числа компонент (зависит от рассматриваемой модели), взаимодействует не только с хозяйственными системами других регионов,

но и со своими структурными составляющими (предприятиями), т. е. с подсистемами. Стоит отметить, что региональная хозяйственная система является частью государственной системы, а значит, регион взаимодействует с надсистемой. Взаимодействие региональной хозяйственной системы с предприятиями можно считать структурными взаимодействиями, основанными на иерархии, в то время как отношения с государственной надсистемой являются функциональными, так как зависят от конъюнктуры систем.

Региональная хозяйственная система также взаимодействует с другими регионами через торговые, экономические, социальные и информационные связи, что оказывает влияние на ее функционирование. Так, экспортно-импортные операции, транспортные и трудовые потоки, обмен технологиями и опытом являются элементами взаимодействия региональной хозяйственной системы с другими регионами. То есть региональная хозяйственная система является сложным механизмом, взаимодействующим как с внутренними, так и с внешними элементами, что определяет ее устойчивость и развитие [18].

Применение системного подхода к анализу экономических процессов способствует устранению конфликта между институциональной и неоклассической экономической мыслью. В рамках институционального подхода не удалось определить эффективные способы изучения структуры объектов, в то время как системный подход позволяет исследовать структуру объекта, в том числе хозяйственной деятельности. Именно поэтому формирование теории социо-эколого-экономических систем происходит в русле системного подхода и исследование хозяйственных систем, состоящих из большого числа компонент, должно осуществляться с его помощью [19].

Цель исследования состоит в разработке экономико-математической модели оценки сбалансированности хозяйственных систем регионов с использованием отношений потоков вещества, энергии и информации между компонентами системы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящей работе мы дополним описание модели, представленной в статье [20], акцентируя внимание на ее ключевых характеристиках. Показанная ранее модель соответствует частному случаю G_3 (три компонента) многокомпонентной системы, где хозяйственная деятельность региона рассматривается как социо-эколого-экономическая система. Таким образом, показатель сбалансированности рассчитывается для трех взаимосвязанных компонент: социальной, экологической и экономической.

Общая структура «триады» включает три типа связей между компонентами (a, b, c). Показатели a, b, c характеризуют интенсивность взаимосвязей (потоков вещества, энергии и информации) соответствующих компонент, т. е. представляют собой интегральную характеристику связи между компонентами: a – интенсивность взаимодействия социальной сферы и экологии, b – интенсивность взаимодействия между экономической и социальной сферами, c – интенсивность взаимодействия между экономической и экологической сферами. Сбалансированное состояние «триады» характеризуется равной интенсивностью взаимодействия между компонентами «триады», т. е. выполняется равенство $a = b = c$.

Следовательно, сбалансированность «триады» выражается через соотношение показате-

телей a, b, c . Интегральные показатели связи в целом можно разделить на сильные и слабые. Именно сила взаимосвязей между компонентами определяет сбалансированность «триады». В табл. 1 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 говорит о чрезмерном производстве, наносящем вред природным комплексам свыше его ассимиляционного потенциала. Социальный дисбаланс указывает на избыточность социальных проектов, идущую в ущерб как производству, так и природе.

По аналогии с социо-эколого-экономической моделью хозяйственной деятельности региона можно выделить дисбалансы для N -компонентной модели. Ввиду неопределенного количества составляющих традиционная номенклатура дисбалансов, привязанная к конкретному количеству компонент, становится неэффективной. Поэтому мы предлагаем использовать систему нумерации для обозначения типов дисбалансов, отражая их положение в иерархии системы. Таким образом, в N -компонентной модели мы получаем N разновидностей дисбалансов, каждый из которых характеризуется специфическим влиянием на функционирование системы в целом.

Табл. 1. Варианты соотношения показателей интенсивности компонент системы хозяйственной деятельности региона

Table 1. Possible correlations among efficiency rates for the components of the regional economic activity system

Вариант	Количество связей		Соотношение между связями	Тип баланса (дисбаланса)
	сильных	слабых		
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 автором на основе приведенной в статье информации.

Хозяйственная система региона может состоять из различного количества компонент. Так, выделяют социально-экономические системы, социо-эколого-экономические системы и многокомпонентные системы. 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 [21–24].

Хозяйственная система региона, представленная социо-эколого-экономической «триадой», является «минимальным структурным образованием, способным описать хозяйственную деятельность полностью, т. е. не только производственные процессы, но и их влияние на окружающую среду, а также состояние общественной сферы» [25]. Именно поэтому наше исследование сбалансированности началось с разработки показателя сбалансированности социо-эколого-экономической системы.

Сложность и иерархичность региональной хозяйственной деятельности требуют разработки более широких подходов. Поэтому необходимо провести максимальное обобщение трехкомпонентной системы до n -компонентной системы. Это позволит исследователям определять сбалансированность различных систем регионов, состоящих из разного количества компонент. Для построения такой модели необходимо сформулировать условия, которым должна соответствовать функция показателя сбалансированности. В целом данные условия идентичны условиям трехкомпонентного показателя сбалансированности. Однако их необходимо переопределить для функции многих переменных.

Сформулируем условия, которым должна соответствовать функция, являющаяся показателем сбалансированности хозяйственной деятельности региона. Искомую функцию представим в виде $G = f(a_1, a_2, \dots, a_n)$.

1. $G = f(a_1, a_2, \dots, a_n)$ 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 $q = 1$, т. е. $f(ax) = af(x)$, а значит, умножение аргумента функции на положительное число a дает то же значение функции, что и умножение функции на то же число a .

2. $0 < f(a_1, a_2, \dots, a_n) \leq 1$ – данное условие необходимо для того, чтобы значение функции можно было представить в процентах.

3. $G = f(a_1, a_2, \dots, a_n) = 1$ для $a_1, a_2, \dots, a_n = 1$. Данное условие объясняется тем, что если интенсивность всех взаимосвязей между компонентами системы равна 1, то и коэффициент сбалансированности равен 1.

4. Функция $G = f(a_1, a_2, \dots, a_n)$ симметрична, т. е. не меняет своих значений при любой перестановке аргументов. Таким образом,

$$G = f(a_1, a_2, \dots, a_n) = f(a_2, a_1, \dots, a_n) = \dots = f(a_n, a_{n-1}, \dots, a_1)$$

5. $G = f(a_1, a_2, \dots, a_n) \rightarrow 0$ при $a_1 \rightarrow \infty$, тогда как (a_2, a_3, \dots, a_n) являются фиксированными. Аналогичное условие выполняется для всех аргументов функции. Обоснование данного условия состоит в следующем. Рассмотрим сумму вида

$$S = \frac{a_1}{a_2} + \dots + \frac{a_1}{a_n} + \frac{a_2}{a_1} + \dots + \frac{a_2}{a_n} + \dots + \frac{a_n}{a_1} + \dots + \frac{a_1}{a_{n-1}}$$

т. е. при $a_1 = \infty$ сумма $S = \infty$. Поэтому функция вида $f = \frac{1}{S} = 0$, так как $S = \infty$.

После того как мы сформулировали условия, которым должна удовлетворять функция для расчета сбалансированности хозяйственной деятельности регионов, появляется возможность определить саму функцию:

$$G_n = \frac{1}{\left(\frac{a_1 + \dots + a_1 + a_2 + \dots + a_2 + \dots + a_n + \dots + a_1}{a_2} + \dots + \frac{a_n + \dots + a_1}{a_1} + \dots + \frac{a_1}{a_{n-1}} \right) - (-1 - n + n^2)} \quad (1)$$

В зависимости от интервала, в который попадают значения индекса, можно сделать вывод о степени системной сбалансированности исследуемой «триады»:

$0,0 < G_n \leq 0,2$ – крайне низкая;

$0,2 < G_n \leq 0,5$ – низкая;

$0,5 < G_n \leq 0,7$ – средняя;

$0,7 < G_n \leq 0,9$ – высокая;

$0,9 < G_n \leq 1,0$ – максимальная.

Рассмотрим функцию (1). Она принимает значение 1, если $a_1, a_2, \dots, a_n = 1$, в чем не сложно убедиться, подставив $a_1, a_2, \dots, a_n = 1$ в полученную формулу. Остается рассмотреть случай, когда $a_1, a_2, \dots, a_n \neq 1$. Значения аргументов $a_1, a_2, \dots, a_n > 0$, так как интенсивность взаимодействия компонент системы не может быть отрицательной или равной нулю. Соответственно сумма

$$S = \frac{a_1}{a_2} + \dots + \frac{a_1 + a_2}{a_n} + \dots + \frac{a_2 + \dots + a_n + \dots + a_1}{a_1} = n \times (n-1) \quad \text{при } a_1, a_2, \dots, a_n = 1.$$

Если же $0 < a_1, a_2, \dots, a_n < 1$, данная сумма больше, чем $n \times (n-1)$:

$$S = \frac{a_1}{a_2} + \dots + \frac{a_1 + a_2}{a_n} + \dots + \frac{a_2 + \dots + a_n + \dots + a_1}{a_1} \geq n \times (n-1) \quad (2)$$

Доказательство. Заметим, что сумма S состоит из $n \times (n-1)$ слагаемых дробей и что выражение $n \times (n-1)$ кратно 2 при $n \geq 2$. Следовательно, выражение $n \times (n-1)$ мы можем

представить в виде суммы двоек в количестве $n \times (n-1) / 2$ единиц. Данные слагаемые дроби можно разбить на пары взаимобратных дробей, число которых равняется $\frac{n \times (n-1)}{2}$. Поэтому мы можем записать сумму S как

$$S = \left(\frac{a_1}{a_2} + \frac{a_2}{a_1} \right) + \dots + \left(\frac{a_n}{a_1} + \frac{a_1}{a_n} \right) \geq 2 + 2 + \dots + 2 \left(\frac{n \times (n-1)}{2} \text{ раз} \right) \quad (3)$$

Далее перенесем левую часть неравенства в правую, распределив двойки по парам взаимобратных дробей. Тогда неравенство принимает вид

$$S = \left(\frac{a_1}{a_2} + \frac{a_2}{a_1} - 2 \right) + \dots + \left(\frac{a_n}{a_1} + \frac{a_1}{a_n} - 2 \right) \geq 0 \quad (4)$$

Далее приведем к общему знаменателю выражения во всех скобках и выделим полный квадрат, в результате чего выражение примет вид

$$S = \frac{(a_1 - a_2)^2}{a_1 \times a_2} + \dots + \frac{(a_n - a_1)^2}{a_1 \times a_n} \geq 0 \quad (5)$$

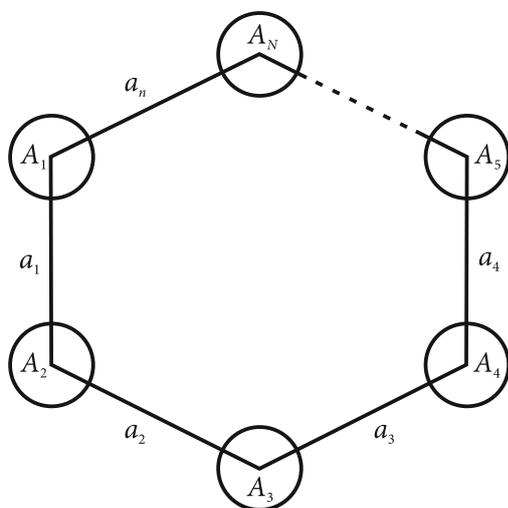
Данное неравенство состоит из суммы $\frac{n \times (n-1)}{2}$ дробей. Поэтому для доказательства неравенства достаточно доказать, что каждое из них в отдельности больше или равно нулю, тогда и их сумма больше или равна нулю, что и требовалось доказать. Для этого рассмотрим дробь $\frac{(a_1 - a_2)^2}{a_1 \times a_2} \geq 0$. Очевидно, что данное неравенство верно тогда и только тогда, когда $a_1 a_2 \geq 0$, $(a_1 - a_2)^2 \geq 0$. Выражение $a_1 a_2 \geq 0$ верно, так как $a_1 > 0$ и $a_2 > 0$ по условию.

Выражение $(a_1 - a_2)^2 \geq 0$ верно, так как квадрат любого числа больше или равен нулю. Следовательно, и сама дробь $\frac{(a_1 - a_2)^2}{a_1 \times a_2} \geq 0$. Для

остальных дробей доказательство аналогично. Соответственно и сумма S тоже больше нуля, что и требовалось доказать.

Далее докажем, что из суммы S необходимо вычесть выражение $n^2 - n - 1$. В случае сбалансированности параметры $a_1, a_2, \dots, a_n = 1$, в этом случае значение функции $G_n = 1/n \times (n-1)$, что меньше единицы. Для определения величины, которую необходимо вычесть, чтобы получить $G_n = 1$, нужно решить уравнение $n \times (n-1) - x = 1$, где x – искомое выражение. Следовательно, $x = n^2 - n - 1$. Таким образом, мы получаем формулу (1).

Для наглядности представим символическую схему предложенной модели N -компонентной системы хозяйственной деятельности региона. Здесь a_1, a_2, \dots, a_n – интенсивность потоков вещества, энергии и информации между компонентами системы, обозначенными A_1, A_2, \dots, A_N соответственно. Схема модели представлена на рисунке.



Источник: составлено автором на основе приведенной в статье информации.

Символическая схема N -компонентной системы хозяйственной деятельности региона

A simplified diagram of an N -component economic activity system in a region

Алгоритм расчета показателя системной сбалансированности состоит из четырех этапов:

1) выбор показателей, определяющих объемы подсистем «триады» и системы в целом;

2) определение значений показателей a, b, c , отражающих интенсивность взаимодействия между компонентами «триады»;

3) расчет индикатора системной сбалансированности;

4) формулирование вывода о степени системной сбалансированности «триады» на основе полученного значения индикатора.

В качестве примеров рассмотрим вычисление показателя G_n при $n = 2, 3, 4$. Для каждого случая приведем конкретный вид формулы показателя, а затем применим к ней указанный алгоритм.

Когда хозяйственная система региона состоит из двух компонент, он как социально-экономическая система является показателем

$$G_2 = \frac{1}{\left(\frac{a_1 + a_2}{a_2 \ a_1}\right) - 1}$$

Допустим, что $a_1 = (12, 15, 18) = 45$, т. е. a_1 определяется тремя параметрами, характеризующими социальную сферу хозяйственной системы региона; $a_2 = (11, 14, 10) = 34$, т. е. a_2 определяется тремя параметрами, характеризующими экономическую сферу хозяйственной системы региона. Тогда показатель G_2 имеет вид

$$G_2 = \frac{1}{\left(\frac{45 + 34}{34 \ 45}\right) - 1} = 0,92 \tag{6}$$

Так как $0,9 < G_2 = 0,92 < 1$, делаем вывод, что хозяйственная деятельность региона максимально сбалансирована.

Далее рассмотрим случай, когда хозяйственная деятельность региона рассматривается как система, состоящая из трех компонент, т. е. регион выступает как социо-эколого-экономическая система. Тогда показатель G_3 имеет вид

$$G_3 = \frac{1}{\left(\frac{a_1 + a_1 + a_2 + a_2 + a_3 + a_3}{a_2 \ a_3 \ a_1 \ a_3 \ a_1 \ a_2}\right) - 5} \tag{7}$$

Допустим, что $a_1 = (17, 19, 15) = 51$ – интенсивность потока вещества, энергии и информации социальной сферы. Аналогично определяем интенсивность потоков экологической и экономической сфер: $a_2 = (14, 15, 11) = 40$, $a_3 = (12, 14, 17) = 43$. Тогда показатель G_3 имеет вид

$$G_3 = \frac{1}{\left(\frac{51}{40} + \frac{51}{43} + \frac{40}{51} + \frac{40}{43} + \frac{43}{51} + \frac{43}{40}\right) - 5} = 0,91. \quad (8)$$

Так как $0,9 < G_3 = 0,91 < 1$, делаем вывод, что хозяйственная деятельность региона имеет максимальную сбалансированность.

Рассмотрим случай, когда хозяйственная деятельность региона рассматривается в качестве четырехкомпонентной системы. Тогда показатель G_4 имеет вид

$$G_4 = \frac{1}{\left(\frac{a_1}{a_2} + \frac{a_1}{a_3} + \frac{a_1}{a_4} + \frac{a_2}{a_1} + \frac{a_2}{a_3} + \frac{a_2}{a_4} + \frac{a_3}{a_1} + \frac{a_3}{a_2} + \frac{a_3}{a_4} + \frac{a_4}{a_1} + \frac{a_4}{a_2} + \frac{a_4}{a_3}\right) - 11} \quad (9)$$

По аналогии с предыдущими примерами определим значения интенсивности потоков вещества, энергии и информации: $a_1 = 34$, $a_2 = 41$, $a_3 = 28$, $a_4 = 37$. Тогда показатель G_4 имеет вид

$$G_4 = \frac{1}{\left(\frac{34}{41} + \frac{34}{28} + \frac{34}{37} + \frac{41}{34} + \frac{41}{28} + \frac{41}{37} + \frac{28}{34} + \frac{28}{41} + \frac{28}{37} + \frac{37}{34} + \frac{37}{41} + \frac{37}{28}\right) - 11} = 0,75. \quad (10)$$

Так как $0,7 < G_4 = 0,75 < 0,9$, делаем вывод, что хозяйственная деятельность региона имеет высокую сбалансированность.

Таким образом, мы построили показатель сбалансированности для хозяйственной системы региона, состоящей из n -компонент. Представили алгоритм его расчета и привели примеры вычисления показателя сбалансиро-

ванности хозяйственной деятельности в частных случаях. Если $G_n = 1$, то система региона сбалансирована, чем ближе значение индикатора к $G_n = 0$, тем выше дисбаланс системы хозяйствования. Мы разработали инструментарий для оценки сбалансированности хозяйственных систем регионов, имеющих различное количество компонент, что открывает широкие возможности для исследования хозяйственной деятельности регионов.

Для оценки сбалансированности хозяйственных систем регионов Российской Федерации, федеральных округов и страны в целом произведем расчет показателей сбалансированности (G_2 , G_3 , G_4) для каждого субъекта отдельно. Для расчета воспользуемся представленным выше алгоритмом. Показатели хозяйственной деятельности регионов и страны в целом определены в Общероссийском классификаторе видов экономической деятельности (ОКВЭД). Соответственно данные показатели необходимо разделить по компонентам системы. Распределение показателей ОКВЭД по компонентам системы региона представлено в табл. 2–4.

В табл. 2 показано распределение разделов ОКВЭД по компонентам модели социально-экономической системы, состоящей из параметров a_1 и a_2 . Значение интенсивности потока вещества, энергии и информации социальной компоненты a_1 определяется суммой значений разделов ОКВЭД, т. е. $a_1 = E + M + N + O + P + Q + R$. Аналогично определяется a_2 : $a_2 = A + B + C + D + F + G + H + I + J + K + L + S + T$.

В табл. 3 приведено распределение разделов ОКВЭД по компонентам модели социо-эколого-экономической системы, состоящей из параметров a_1 , a_2 и a_3 . Значение интенсивности потока вещества, энергии и информации социальной компоненты a_1 определяется суммой значений разделов ОКВЭД: $a_1 = M + N + O + P + Q + R$. Аналогично определяются a_2 и a_3 : $a_2 = A + B + E$ и $a_3 = C + D + F + G + H + I + J + K + L + S + T$.

Табл. 2. Распределение показателей экономической активности по компонентам социально-экономической системы**Table 2.** Distribution of economic activity indicators by the components of a socio-economic system

Раздел ОКВЭД	Название раздела	Компонента	
		социальная	экономическая
A	Сельское хозяйство	–	+
B	Добыча полезных ископаемых	–	+
C	Обрабатывающие отрасли	–	+
D	Обеспечение энергией	–	+
E	Водоснабжение	+	–
F	Строительство	–	+
G	Оптовая и розничная торговля	–	+
H	Транспортировка и хранение	–	+
I	Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания	–	+
J	Информационно-коммуникационная деятельность	–	+
K	Финансовая и страховая деятельность	–	+
L	Деятельность по операциям с недвижимым имуществом	–	+
M	Профессиональная, научная и техническая деятельность	+	–
N	Административная деятельность и связанные с ней вспомогательные услуги	+	–
O	Социальное обеспечение	+	–
P	Образование	+	–
Q	Деятельность в области здравоохранения и социальных услуг	+	–
R	Деятельность в области культуры, спорта, отдыха и развлечений	+	–
S	Предоставление прочих услуг	–	+
T	Деятельность домашних хозяйств как работодателей	–	+

Источник: составлено автором на основе данных ОКВЭД.

Табл. 3. Распределение показателей экономической активности по компонентам социо-эколого-экономической системы**Table 3.** Distribution of economic activity indicators by the components of a socio-environmental-economic system

Компонента системы	Раздел ОКВЭД
Социальная	M, N, O, P, Q, R
Экологическая	A, B, E
Экономическая	C, D, F, G, H, I, J, K, L, S, T

Источник: составлено автором на основе данных ОКВЭД.

В табл. 4 показано распределение разделов ОКВЭД по компонентам модели, состоящей из четырех компонент: социальной, экономической, экологической, компоненты обеспечения, т. е. из параметров a_1 , a_2 , a_3 и a_4 соответственно. Значение интенсивности потока

вещества, энергии и информации социальной компоненты a_1 определяется суммой значений разделов ОКВЭД: $a_1 = M + N + P + Q + R$. Аналогично определяются a_2 , a_3 и a_4 : $a_2 = A + B + E$, $a_3 = C + D + G + K + L + T$ и $a_4 = D + H + I + J + O + S$.

Табл. 4. Распределение показателей экономической активности по компонентам «тетрады»**Table 4.** Distribution of economic activity indicators by the tetrad components

Компонента системы	Раздел ОКВЭД
Социальная	M, N, P, Q, R
Экологическая	A, B, E
Экономическая	C, F, G, K, L, T
Компонента обеспечения	D, H, I, J, O, S

Источник: составлено автором на основе данных ОКВЭД.

Представленная структура показателей экономической деятельности определяется версией ОКВЭД 2017 г. Необходимые данные для расчета индикатора сбалансированности доступны на сайте Росстата (www.gks.ru).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Российская Федерация состоит из 85 регионов и 8 федеральных округов. В результате расчетов показателей сбалансированности хо-

зяйственной деятельности (G_2 , G_3 , G_4) российские регионы и федеральные округа распределяются по следующим группам сбалансированности:

$0,0 < G_n \leq 0,2$ – крайне низкая;

$0,2 < G_n \leq 0,5$ – низкая;

$0,5 < G_n \leq 0,7$ – средняя;

$0,7 < G_n \leq 0,9$ – высокая;

$0,9 < G_n \leq 1,0$ – максимальная.

Значения показателей сбалансированности G_2 , G_3 , G_4 приведены в табл. 5.

Табл. 5. Значения показателей сбалансированности регионов Российской Федерации

Table 5. Balance indicators for the regions of the Russian Federation

Регион	Показатель		
	G_2	G_3	G_4
Российская Федерация	0,309915	0,222676	0,222883
Центральный федеральный округ	0,351294	0,046960	0,048208
Белгородская область	0,171182	0,204164	0,109334
Брянская область	0,316632	0,275585	0,231945
Владимирская область	0,346568	0,063384	0,061018
Воронежская область	0,285900	0,185019	0,156492
Ивановская область	0,529985	0,049120	0,052294
Калужская область	0,316632	0,087729	0,071311
Костромская область	0,405367	0,097429	0,097696
Курская область	0,269034	0,317540	0,236536
Липецкая область	0,178018	0,107715	0,076180
Московская область	0,368084	0,025282	0,025136
Орловская область	0,337213	0,225363	0,211928
Рязанская область	0,323420	0,098393	0,094108
Смоленская область	0,294522	0,062840	0,064739
Тамбовская область	0,264896	0,260250	0,173212
Тверская область	0,395253	0,088378	0,096813
Тульская область	0,244668	0,074133	0,067423
Ярославская область	0,307692	0,043615	0,044989
Город Москва	0,382786	0,050581	0,050873
Северо-Западный федеральный округ	0,392744	0,139503	0,163221
Республика Карелия	0,377854	0,394256	0,329434
Республика Коми	0,337213	0,538072	0,310205
Архангельская область	0,232898	0,311016	0,196430
Ненецкий автономный округ	0,050537	0,049895	0,028305
Вологодская область	0,230962	0,050633	0,048585
Калининградская область	0,344218	0,126278	0,126205
Ленинградская область	0,195593	0,057168	0,057793
Мурманская область	0,392744	0,483222	0,412450
Новгородская область	0,250656	0,089335	0,082147

Продолжение табл. 5

Регион	Показатель		
	G_2	G_3	G_4
Псковская область	0,439080	0,183612	0,178059
Город Санкт-Петербург	0,541459	0,015712	0,016161
Южный федеральный округ	0,314385	0,201390	0,213451
Республика Адыгея	0,441725	0,277671	0,224134
Республика Калмыкия	0,365662	0,510837	0,211149
Краснодарский край	0,307692	0,145714	0,180416
Астраханская область	0,242687	0,344728	0,166745
Волгоградская область	0,305477	0,226572	0,177434
Ростовская область	0,279517	0,144283	0,135773
Северо-Кавказский федеральный округ	0,463149	0,276611	0,279420
Республика Дагестан	0,283764	0,228652	0,189293
Республика Ингушетия	0,973636	0,247798	0,317116
Кабардино-Балкарская Республика	0,510121	0,372055	0,335897
Карачаево-Черкесская Республика	0,611824	0,478584	0,421329
Республика Северная Осетия – Алания	0,772312	0,231372	0,250533
Чеченская Республика	0,825555	0,221210	0,278747
Ставропольский край	0,423362	0,250544	0,283694
Приволжский федеральный округ	0,277404	0,247894	0,205123
Республика Башкортостан	0,292355	0,127635	0,122511
Республика Марий Эл	0,323420	0,198380	0,154004
Республика Мордовия	0,334894	0,175256	0,174012
Республика Татарстан	0,184964	0,227892	0,146326
Удмуртская Республика	0,269034	0,362711	0,219351
Чувашская Республика	0,344218	0,114315	0,112098
Пермский край	0,244668	0,227775	0,156407
Кировская область	0,418182	0,116560	0,116019
Нижегородская область	0,372953	0,042488	0,043330
Оренбургская область	0,192021	0,249955	0,131767
Пензенская область	0,346568	0,179458	0,170629
Самарская область	0,285900	0,261909	0,232235
Саратовская область	0,334894	0,208400	0,228180
Ульяновская область	0,420768	0,121547	0,119873
Уральский федеральный округ	0,179744	0,231990	0,145823
Курганская область	0,431187	0,177414	0,201659
Свердловская область	0,292355	0,052228	0,053036
Тюменская область	0,129342	0,149232	0,083885
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	0,105707	0,106701	0,059384
Ямало-Ненецкий автономный округ	0,086256	0,095037	0,050319
Челябинская область	0,283764	0,102956	0,098122
Сибирский федеральный округ	0,298880	0,308843	0,278379
Республика Алтай	0,769426	0,277638	0,345311
Республика Тыва	0,953295	0,678405	0,660707
Республика Хакасия	0,283764	0,199821	0,199933

Продолжение табл. 5

Регион	Показатель		
	G_2	G_3	G_4
Алтайский край	0,353669	0,206246	0,180656
Красноярский край	0,223296	0,230040	0,169902
Иркутская область	0,266961	0,363012	0,282537
Кемеровская область	0,248652	0,345359	0,209038
Новосибирская область	0,447038	0,089590	0,105317
Омская область	0,312146	0,110634	0,103261
Томская область	0,348927	0,513271	0,417610
Дальневосточный федеральный округ	0,332584	0,482415	0,335075
Республика Бурятия	0,579289	0,140378	0,168937
Республика Саха (Якутия)	0,232898	0,307629	0,152859
Забайкальский край	0,449705	0,340255	0,351157
Камчатский край	0,659667	0,797971	0,705504
Приморский край	0,372953	0,132112	0,152909
Хабаровский край	0,390243	0,185207	0,196764
Амурская область	0,387749	0,278185	0,307252
Магаданская область	0,415604	0,611071	0,215528
Сахалинская область	0,176298	0,177046	0,077084
Еврейская автономная область	0,561733	0,336879	0,307214
Чукотский автономный округ	0,402827	0,544773	0,151648

Источник: составлено автором по результатам исследования.

Проведенное исследование показало, что ни один российский регион не обладает высокой сбалансированностью хозяйственной деятельности, если ее рассматривать с позиций трех- и четырехкомпонентных систем (показатели G_3 , G_4). Максимальную сбалансированность хозяйственной деятельности удалось выявить только у некоторых регионов при рассмотрении их как социально-экономических систем (показатель G_2). Данные значения можно объяснить тем, что при рассмотрении региона как социально-экономической системы не учитывается роль экологической компоненты в его хозяйственной деятельности.

В группу регионов со средней сбалансированностью входят регионы, обладающие большой территорией с ненарушенными экосистемами и относительно небольшой антропогенной нагрузкой хозяйственного комплекса на природу, а именно: Магаданская область, Республика Тыва, Республика Калмыкия, Республика Коми.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный подход к оценке сбалансированности хозяйственной деятельности регионов отличается гибкостью и универсальностью. Он позволяет рассчитывать сбалансированность на основе любого количества компонент, входящих в систему, что открывает широкие перспективы для исследований. Кроме того, каждая компонента может включать неограниченное количество показателей хозяйственной деятельности, что еще больше расширяет возможности моделирования.

В результате исследования выявлена широкая амплитуда колебаний уровня сбалансированности в зависимости от региона и подавляющая доля регионов со слабой сбалансированностью. Этот момент отражают все три способа расчета показателя. В основном несбалансированными являются промышленные регионы, а также города Москва, Санкт-Петербург и Севастополь. Высокая сбаланси-

рованность характерна для Чукотского автономного округа и Магаданской области, что объясняется низкой численностью населения и слабо развитой промышленностью. Для преодоления низкой сбалансированности хозяйственной деятельности регионам РФ необходима экономическая политика, учитывающая пропорциональное развитие компонент хозяйственной деятельности. Целью такой политики должно являться достижение сбалансированного состояния хозяйственной деятельности региона, т. е. антропогенная нагрузка не должна быть выше его ассимиляционного потенциала.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Kurganova M. V. Management of regional sustainable development on the example of the Samara region // *Proceedings of the 2nd International Conference Engineering Innovations and Sustainable Development. CEISD 2023. Lecture Notes in Civil Engineering*, 2023. Vol. 378. P. 478–483. DOI [10.1007/978-3-031-38122-5_66](https://doi.org/10.1007/978-3-031-38122-5_66)
2. Wolf J. Goals for economics and economic transformation // *Economic Transformation: Designing a Contemporary Economy*. Wiesbaden: Springer, 2024. P. 13–42. DOI [10.1007/978-3-658-43732-9_2](https://doi.org/10.1007/978-3-658-43732-9_2)
3. Yashin S. N. Assessment of the technical and economic security of the innovative activity of the industrial region // *ESG Management of the Development of the Green Economy in Central Asia*. Springer, Cham, 2023. P. 97–104. DOI [10.1007/978-3-031-46525-3_11](https://doi.org/10.1007/978-3-031-46525-3_11)
4. Golobokova G. M. Economic and legal aspects of environmental quality management in Industry 4.0 // *Smart Green Innovations in Industry 4.0: New Opportunities for Climate Change Risk Management in the “Decade of Action”*. Springer, Cham, 2023. P. 185–192. DOI [10.1007/978-3-031-45830-9_21](https://doi.org/10.1007/978-3-031-45830-9_21)
5. Galiullina G. Differential approach to shaping models of priority socio-economic development territories // *Landmarks for Spatial Development: Equality or Differentiation*. Springer, Cham, 2023. P. 85–111. DOI [10.1007/978-3-031-37349-7_6](https://doi.org/10.1007/978-3-031-37349-7_6)
6. Uskova T. V., Patrakova S. S. The balance of regional economic space along the urban–rural line // *Studies on Russian Economic Development*, 2024. Vol. 35, no. 1. P. 135–143. DOI [10.1134/S1075700724010167](https://doi.org/10.1134/S1075700724010167). EDN [FBWBFU](https://www.edn.ru/FBWBFU)

Предложенная в настоящей статье методика является перспективным шагом в развитии концепции сбалансированного развития регионов и их хозяйственной деятельности. В целях дальнейшего усовершенствования методики необходимо уделить повышенное внимание развитию баз данных, содержащих информацию о видах хозяйственной деятельности, и углублению их детализации. Это позволит увеличить точность расчетов показателя сбалансированности и обеспечить более реалистичное описание динамики развития региональной экономики.

REFERENCES

1. Kurganova M. V. Management of regional sustainable development on the example of the Samara region. *Proceedings of the 2nd International Conference Engineering Innovations and Sustainable Development. CEISD 2023. Lecture Notes in Civil Engineering*, 2023, vol. 378, pp. 478–483. DOI [10.1007/978-3-031-38122-5_66](https://doi.org/10.1007/978-3-031-38122-5_66)
2. Wolf J. Goals for economics and economic transformation. *Economic Transformation: Designing a Contemporary Economy*. Wiesbaden, Springer, 2024, pp. 13–42. DOI [10.1007/978-3-658-43732-9_2](https://doi.org/10.1007/978-3-658-43732-9_2)
3. Yashin S. N. Assessment of the technical and economic security of the innovative activity of the industrial region. *ESG Management of the Development of the Green Economy in Central Asia*. Springer, Cham, 2023, pp. 97–104. DOI [10.1007/978-3-031-46525-3_11](https://doi.org/10.1007/978-3-031-46525-3_11)
4. Golobokova G. M. Economic and legal aspects of environmental quality management in Industry 4.0. *Smart Green Innovations in Industry 4.0: New Opportunities for Climate Change Risk Management in the “Decade of Action”*. Springer, Cham, 2023, pp. 185–192. DOI [10.1007/978-3-031-45830-9_21](https://doi.org/10.1007/978-3-031-45830-9_21)
5. Galiullina G. Differential approach to shaping models of priority socio-economic development territories. *Landmarks for Spatial Development: Equality or Differentiation*. Springer, Cham, 2023, pp. 85–111. DOI [10.1007/978-3-031-37349-7_6](https://doi.org/10.1007/978-3-031-37349-7_6)
6. Uskova T. V., Patrakova S. S. The balance of regional economic space along the urban–rural line. *Studies on Russian Economic Development*, 2024, vol. 35, no. 1, pp. 135–143. DOI [10.1134/S1075700724010167](https://doi.org/10.1134/S1075700724010167). EDN [FBWBFU](https://www.edn.ru/FBWBFU)

7. Kong L., Sofuoğlu E., Ishola B. D., Abbas Sh., Guo Q., Khudoykulov Kh. Sustainable development through structural transformation: A pathway to economic, social, and environmental progress // *Economic Change and Restructuring*. 2024. Vol. 57. Article 27. DOI [10.1007/s10644-024-09583-3](https://doi.org/10.1007/s10644-024-09583-3)
8. Kuznetsova O. V. New patterns in the modern dynamics of socioeconomic development of Russian regions // *Regional Research of Russia*. 2023. Vol. 13, no. 4. P. 671–681. DOI [10.1134/S2079970523700995](https://doi.org/10.1134/S2079970523700995). EDN [EDESQD](https://eindex.ru/EDN/EDESQD)
9. Логинова О. А. Социально-экономические системы в рыночных условиях хозяйствования // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2019. № 6 (2). С. 56–65. EDN [DPFLYH](https://eindex.ru/EDN/DPFLYH)
10. Шаталова О. М., Касаткина Е. В. Социально-экономическое неравенство регионов РФ: вопросы измерения и долгосрочная ретроспективная оценка // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2022. Т. 15, № 4. С. 74–87. DOI [10.15838/esc.2022.4.82.5](https://doi.org/10.15838/esc.2022.4.82.5). EDN [ZAEJDM](https://eindex.ru/EDN/ZAEJDM)
11. Theil H. *Economics and Information Theory*. North-Holland Publishing Company, 1967. 488 p.
12. Александрова Н. Р., Настин А. А. Моделирование факторов социально-экономического развития региона // *Экономика сельского хозяйства России*. 2023. № 3. С. 102–109. DOI [10.32651/233-102](https://doi.org/10.32651/233-102). EDN [XHNKUI](https://eindex.ru/EDN/XHNKUI)
13. Глинский В. В., Серга Л. К., Алексеев М. А. Модельное представление регулируемой дифференциации региональных социально-экономических систем // *Регионология*. 2023. Т. 31, № 3 (124). С. 477–497. DOI [10.15507/2413-1407.124.031.2023.03.477-497](https://doi.org/10.15507/2413-1407.124.031.2023.03.477-497). EDN [RCIUDD](https://eindex.ru/EDN/RCIUDD)
14. Даванков А. Ю., Двинин Д. Ю. Системная самоорганизация сбалансированного развития региональной социо-эколого-экономической системы // *Инновационное развитие экономики*. 2020. № 2 (56). С. 108–116. EDN [WJDDQD](https://eindex.ru/EDN/WJDDQD)
15. Мусаева З. С. Особенности региональных экономик России // *Вестник университета*. 2017. № 4. С. 17–22. EDN [YMVTRB](https://eindex.ru/EDN/YMVTRB)
16. Клейнер Г. Б. Системная сбалансированность экономики: основные принципы // *Системный анализ в экономике*. Т. 1: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. «Системный анализ в экономике – 2014», Москва, 13–14 ноября 2014 г. М.: ЦЭМИ РАН, 2015. С. 9–18.
17. Pappas E. A new systems approach to sustainability: University responsibility for teaching sustainability in contexts // *Journal of Sustainability Education*. 2012. Vol. 3. P. 3–18.
7. Kong L., Sofuoğlu E., Ishola B. D., Abbas Sh., Guo Q., Khudoykulov Kh. Sustainable development through structural transformation: A pathway to economic, social, and environmental progress. *Economic Change and Restructuring*, 2024, vol. 57, Article 27. DOI [10.1007/s10644-024-09583-3](https://doi.org/10.1007/s10644-024-09583-3)
8. Kuznetsova O. V. New patterns in the modern dynamics of socioeconomic development of Russian regions. *Regional Research of Russia*, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 671–681. DOI [10.1134/S2079970523700995](https://doi.org/10.1134/S2079970523700995). EDN [EDESQD](https://eindex.ru/EDN/EDESQD)
9. Loginova O. A. Socio-economic systems in market economy conditions. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*, 2019, no. 6 (2), pp. 56–65. (In Russ.). EDN [DPFLYH](https://eindex.ru/EDN/DPFLYH)
10. Shatalova O. M., Kasatkina E. V. Socio-economic inequality of regions in the Russian Federation: Measurement issues and long-term evaluation. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2022, vol. 15, no. 4, pp. 74–87. (In Russ.). DOI [10.15838/esc.2022.4.82.5](https://doi.org/10.15838/esc.2022.4.82.5). EDN [ZAEJDM](https://eindex.ru/EDN/ZAEJDM)
11. Theil H. *Economics and Information Theory*. North-Holland Publishing Company, 1967. 488 p.
12. Aleksandrova N. R., Nastin A. A. Modeling factors of socio-economic development of the region. *Economics of Agriculture of Russia*, 2023, no. 3, pp. 102–109. (In Russ.). DOI [10.32651/233-102](https://doi.org/10.32651/233-102). EDN [XHNKUI](https://eindex.ru/EDN/XHNKUI)
13. Glinskiy V. V., Serga L. K., Alekseev M. A. Model representation of adjustable differentiation of regional socio-economic systems. *Russian Journal of Regional Studies*, 2023, vol. 31, no. 3 (124), pp. 477–497. (In Russ.). DOI [10.15507/2413-1407.124.031.202303.477-497](https://doi.org/10.15507/2413-1407.124.031.202303.477-497). EDN [RCIUDD](https://eindex.ru/EDN/RCIUDD)
14. Davankov A. Yu., Dvinin D. Yu. System self-organization of balanced development of the regional socio-ecological and economic system. *Innovative Development of Economy*, 2020, no. 2 (56), pp. 108–116. (In Russ.). EDN [WJDDQD](https://eindex.ru/EDN/WJDDQD)
15. Musaeva Z. S. The interaction of regional economies of Russia. *Vestnik universiteta*, 2017, no. 4, pp. 17–22. (In Russ.). EDN [YMVTRB](https://eindex.ru/EDN/YMVTRB)
16. Kleiner G. B. Sistemnaya sbalansirovannost' ekonomiki: osnovnye printsipy. *Systemic Analysis in Economy. Vol. 1: Proceedings of III International Applied Science Conference 'Systemic Analysis in Economy – 2014', Moscow, 13–14 November 2014*. Moscow, CEMI RAS Publ., 2015, pp. 9–18. (In Russ.).
17. Pappas E. A new systems approach to sustainability: University responsibility for teaching sustainability in contexts. *Journal of Sustainability Education*, 2012, vol. 3, pp. 3–18.

18. Клейнер Г. Б. Иерархия и двойственность в стратегических моделях социально-экономических систем // Экономика и управление: проблемы и решения. 2019. Т. 5, № 12. С. 11–20. EDN [NNUEVA](#)
19. Оздоева З. Х., Цурова Л. А., Яндиева М. С. Региональная экономика как самостоятельная часть экономической системы // Экономика и предпринимательство. 2017. № 3-1 (80-1). С. 346–349. EDN [YKSRMN](#)
20. 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. DOI [10.24412/2311-1313-30-3-12](#). EDN [ROJNCH](#)
21. Липенков А. Д. Экономика, жизнь, разум. Общественное производство с точки зрения глобальной эволюции. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2012. 218 с.
22. Клейнер Г. Б. Социально-экономические экосистемы в контексте дуального пространственно-временного анализа // Экономика и управление: проблемы и решения. 2018. № 5 (5). С. 5–13. EDN [XTTHJB](#)
23. Липенков А. Д. Энтропийный подход к управлению социо-эколого-экономическими системами // Современные методологические подходы к междисциплинарным исследованиям территориальных социо-эколого-экономических систем. Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2014. С. 15–30.
24. Липенков А. Д. Модель открытой социально-экономической системы в среде обитания // Математическое и статистическое исследование социально-экономических процессов. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. С. 4–13.
25. 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. DOI [10.23670/IRJ.2017.63.005](#). EDN [ZGSEBZ](#)
18. Kleiner G. B. Hierarchy and duality in strategic models of socio-economic systems. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 2019, vol. 5, no. 12, pp. 11–20. (In Russ.). EDN [NNUEVA](#)
19. Ozdоеva Z. Kh., Turova L. A., Yandieva M. S. Regional economy as an independent part of the economic system. *Economy and Entrepreneurship*, 2017, no. 3-1 (80-1), pp. 346–349. (In Russ.). EDN [YKSRMN](#)
20. Davankov A. Yu., Dvinin D. Yu., Maltsev Yu. G. Modeling the level of balance of the socio-ecological and economic system of the region in the transition to the alternative energy. *Management in Modern System*, 2021, no. 2 (30), pp. 3–12. (In Russ.). DOI [10.24412/2311-1313-30-3-12](#). EDN [ROJNCH](#)
21. Lipenkov A. D. *Ekonomika, zhizn', razum. Obshchestvennoe proizvodstvo s tochki zreniya global'noi evolyutsii*. Chelyabinsk, CSU Publ., 2012. 218 p. (In Russ.).
22. Kleiner G. B. Socio-economic ecosystems in the context of dual spatio-temporal analysis. *Ekonomika i upravlenie: problemy i resheniya*, 2018, no. 5 (5), pp. 5–13. (In Russ.). EDN [XTTHJB](#)
23. Lipenkov A. D. Entropiinyi podkhod k upravleniyu sotsio-ekologo-ekonomicheskimi sistemami. *Modern Methodological Approaches to Interdisciplinary Studies of Territorial Social Ecological and Economic Systems*. Ekaterinburg, Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 2014, pp. 15–30. (In Russ.).
24. Lipenkov A. D. Model' otkrytoi sotsial'no-ekonomicheskoi sistemy v srede obitaniya. *Mathematical and Statistical Studies of Social Economic Processes*. Chelyabinsk, SUSU Publ., 2008, pp. 4–13. (In Russ.).
25. Davankov A. Yu., Dvinin D. Yu. Substantiation of theoretical and methodological model of stability estimation of socio-ecological and economic environment in the region. *International Research Journal*, 2017, no. 9-1 (63), pp. 6–8. (In Russ.). DOI [10.23670/IRJ.2017.63.005](#). EDN [ZGSEBZ](#)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Юрий Геннадьевич Мальцев – соискатель степени кандидата экономических наук, Челябинский государственный университет (Россия, 451000, г. Челябинск, ул. Братьев Кашириных, д. 129); ✉ Brazil.yura@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Yuri G. Maltsev – candidate for the degree of Candidate of Science (Economics), Chelyabinsk State University (129, Bratiev Kashirinykh st., Chelyabinsk, 454001, Russia); ✉ Brazil.yura@mail.ru