

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ МЕТОДОМ TOPSIS*

Елена Валерьевна ЛОБКОВА

кандидат экономических наук, доцент кафедры социально-экономического планирования,
Сибирский федеральный университет (СФУ),
Красноярск, Российская Федерация
elenavalerin@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2804-3427>
SPIN-код: 7877-1340

История статьи:

Рег. № 617/2019
Получена 23.09.2019
Получена
в доработанном виде
08.11.2019
Одобрена 29.11.2019
Доступна онлайн
27.04.2023

Специальность: 5.2.3

УДК 332.14

JEL: C65, R11, R58

Ключевые слова:

устойчивость развития
территории, отрасли
специализации,
критерий устойчивости,
модель TOPSIS

Аннотация

Предмет. Влияние социально-экономических детерминант на устойчивость развития территории, выявление проблемных сфер функционирования региона как комплекса отраслей, социальных и производственных систем.

Цели. Количественная оценка влияния факторов устойчивости развития территории Красноярского края как крупнейшего региона Сибири; выявление детерминант обеспечения устойчивого социально-экономического развития.

Методология. С помощью метода упорядоченного предпочтения через сходство с идеальным решением (метод TOPSIS) проведено исследование влияния отраслей специализации, опорных, сопутствующих производств и видов экономической деятельности на функционирование социально-экономической системы Красноярского края в динамике за 2013—2017 гг. **Результаты.** Выявлены детерминанты устойчивости развития субъекта. Сформулированы выводы о проблемах устойчивого развития территории с учетом уровня зависимости основных социально-экономических индикаторов от успешности функционирования производственных систем.

Выводы. Учет критериев, отражающих успешность функционирования производственных комплексов региона, при построении алгоритма оценки устойчивости развития территории позволяет количественно измерить силу влияния параметров производственных систем на интегральные характеристики социально-экономического развития территории.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2019

Для цитирования: Лобкова Е.В. Оценка влияния социально-экономических критериев на устойчивость развития территории методом TOPSIS // *Финансы и кредит*. — 2023. — Т. 29, № 4. — С. 938 — 968.
<https://doi.org/10.24891/fc.29.4.938>

* Статья подготовлена по материалам журнала «Региональная экономика: теория и практика». 2020. Т. 18. № 1. С. 84—107.

Статья подготовлена в рамках конкурса научных проектов междисциплинарных фундаментальных исследований, проводимого РФФИ совместно с Правительством Красноярского края, в 2018 г. Проект № 18-410-242005 р_мк «Разработка методики оценки устойчивого развития территорий Красноярского края».

Понятие устойчивости было заимствовано экономической наукой из теории систем, когда экономические объекты стали рассматриваться как сложные и открытые внешним воздействиям системы. Устойчивость какого-либо объекта означает, что при воздействии эндогенных факторов он сохраняет свое стабильное состояние или способен возвратиться в прежнее состояние (восстановить внутреннюю структуру и поведение).

Вопросы устойчивости применительно к экономическим проблемам впервые были отражены в теоретических работах, исследующих рыночное равновесие в условиях совершенной конкуренции, а именно Л. Вальрасом [1], П. Самуэльсоном [2], Й. Шумпетером [3]. Дальнейшее развитие вопросы экономической устойчивости получили в трудах А.А. Богданова. В его работах было подробно исследовано соотношение систем разного уровня по степени устойчивости и доказано, что устойчивость системы определяется устойчивостью структурных связей между элементами [4].

Современные тенденции в теории экономической устойчивости определяются неoinституционализмом, в рамках которого значительная роль отводится институтам. Устойчивость заключается в уменьшении степени неопределенности среды путем установления прочных и надежных (устойчивых) взаимодействий между экономическими субъектами.

В рамках неоклассической теории устойчивость развития характеризуется сохранением уровня душевого потребления населения, зависящего от неотрицательного изменения с течением времени величины запасов капитала. Консервационистский подход определяет устойчивое развитие как максимальное, которое может быть достигнуто без уменьшения активов природного капитала нации. Эколого-экономический подход основан на необходимости согласования процессов охраны окружающей среды и удовлетворения социальных и экономических потребностей.

Парадигма устойчивого развития, предполагающая динамический процесс последовательных позитивных изменений, обеспечивающих сбалансированность всех аспектов, лежит в основе формирования подходов к решению проблем территориальных образований.

Тему концепции устойчивого развития и его основных принципов раскрывают Ф.Ж. Берова, А.Х. Думанова, М.Л. Яхутлова [5]. В их работе описаны основные принципы устойчивого развития, различные подходы к определению «устойчивое развитие», дано авторское определение и сформулированы условия, которым должны соответствовать индикаторы устойчивого развития региона.

Проблемы устойчивого развития региона рассмотрены Д.С. Хайрулловым и Л.М. Еремеевым [6].

Работа Е.В. Корчагиной посвящена исследованию методов и инструментов оценки устойчивого развития региональных социально-экономических систем [7].

Определение «устойчивое развитие» используется для обозначения типа экономического развития, обеспечивающего безопасность функционирования всех звеньев и элементов социально-экономической системы. Авторы в своих трудах приоритетным аспектом безопасности признают экологический, то есть состояние окружающей среды, воспроизводимость ограниченных ресурсов и качество экономического роста. В конечном итоге устойчивое развитие территории нацелено на достижение высокого уровня качества жизни населения при позитивной динамике комплекса социально-экономических показателей.

Устойчивость территориального развития определяет способность региона сохранять и повышать значение необходимых параметров качества жизни населения в пределах определенного уровня безопасности (экономической, социальной, политической, технологической, экологической и т.д.). Данное понятие следует рассматривать комплексно, и трактовка этого термина исключительно с экономической, социальной или экологической стороны является узкой и не способной отразить все аспекты понятия.

Под стабильным (устойчивым) социально-экономическим развитием территории в данном исследовании понимается совокупность признаков социально-экономического развития:

- систематическое повышение количественных и качественных параметров функционирования социально-экономической системы территории (региона);
- одновременные и не вступающие в противоречие друг с другом процессы положительной динамики аспектов производственной, социальной, экономической, экологической, бюджетной и иных сфер;
- поддержание стабильности определенного уровня социально-экономических показателей (стабилизационная устойчивость) или поддержание прироста заданных показателей (валового регионального продукта, уровня доходов населения, показателей обеспеченности социальными услугами), то есть динамическая устойчивость.

Таким образом, экономическая устойчивость — динамическое понятие, которое характеризует процесс развития социально-экономических систем, не отклоняющихся от траектории движения и не ухудшающих свои основные параметры при воздействии на них внешних факторов.

Результаты исследований устойчивости регионов России, проведенных разными российскими авторами, позволяют утверждать, что около половины населения Российской Федерации проживает на территориях с признаками неустойчивого

развития¹. Большая часть из таких регионов России является ресурсной базой страны и обеспечивает транспортное сообщение между удаленными территориями. По этой причине существует объективная необходимость поиска и развития перспективных факторов устойчивого развития территорий. Проблемными сторонами российских регионов являются неблагоприятная институциональная среда, способствующая вывозу капитала в европейскую часть страны и за рубеж, транспортная удаленность от мирового рынка и развитых территорий, истощение сырьевой базы и ее ухудшение в качественном аспекте, недостаточное развитие транспортной инфраструктуры и низкая эффективность мер по привлечению инвестиций регионального уровня.

Приоритеты государственной политики в отношении регионов, характеризующихся как неустойчивые, должны заключаться в обеспечении устойчивого роста качества и уровня жизни населения на основе сбалансированной экономической системы. Баланс системы гарантирует экономическое развитие и реализацию стратегических интересов неустойчивых регионов путем развития структуры автомобильного, железнодорожного и трубопроводного транспорта, промышленности, агропромышленного и энергетического комплекса, перерабатывающей промышленности.

Решение указанных задач обеспечит возможность формирования на территориях условий для привлечения инвестиций в проекты, включая создание новых и расширение действующих предприятий, территориально-производственных комплексов, обеспечивающих повышение устойчивости регионов. Эффективная реализация указанных задач невозможна без своевременного и постоянного мониторинга социально-экономических показателей и параметров развития. Исследователями разработано значительное количество инструментов оценки и анализа социально-экономической статистики, однако поиск все новых подходов и методов мониторинга ситуации на территории регионов и их устойчивости продолжается. Причиной является наличие недостатков имеющихся подходов, которые существенно затрудняют их реализацию, ограничивают возможности их применения, снижают степень доверия к результатам оценки.

Исследование ситуации в области экономического и социального развития территорий имеет и практическое значение для разработки рекомендаций по принятию решений органам власти регионов.

Традиционным подходом к выбору инструментов оценки устойчивости является формирование перечня показателей (статистических и экспертных), преобразование их к требуемому для оценки виду и расчет составного индекса устойчивости. Результаты такой процедуры используются для разработки рекомендаций органам

¹ Скопин А.О., Скопин О.В. Проблемы устойчивого развития регионов России в условиях формирования рыночных отношений // Управление экономическими системами. 2010. № 4. С. 184—191.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problems-ustoychivogo-razvitiya-regionov-rossii-v-usloviyah-formirovaniya-rynnochnyh-otnosheniy/viewer>

управления объекта (территории) и проведения сравнительной оценки уровня развития и устойчивости разных стран, регионов, городов. Выделяются три аспекта устойчивости: экономический, социальный и экологический. Каждый из них может включать дополнительные сферы или аспекты оценки. Обзор различных подходов и инструментов оценки устойчивости территорий, применяемых в мировой практике, показал, что основные трудности обработки показателей устойчивости заключаются в инструментах, применяемых для обобщения (агрегирования) данных и приведения их к единой системе измерения, в выборе коэффициентов значимости (весомости) показателей и их оценке, в динамичности среды, где функционируют исследуемые объекты и в большом объеме значимой для исследования информации.

Оценку устойчивого развития территорий предлагается проводить на основе метода TOPSIS (метод упорядоченного предпочтения через сходство с идеальным решением), преимуществом которого является возможность решения задачи принятия решений при бесконечном числе альтернатив. Два критерия («наикратчайшее расстояние до позитивного идеального решения» и «наибольшее расстояние до негативного идеального решения») заменяются на критерии «как можно ближе к PIS» и «как можно дальше от NIS».

Этапами применения метода TOPSIS являются: построение индексной системы мониторинга, оценки и анализа устойчивости развития территорий; применение метода оценки и метода взвешивания показателей; оценка устойчивости расчетов при изменении отдельных параметров и оценка структурных сдвигов в территориально-производственной системе региона под влиянием изменений экономических связей, конъюнктурных процессов, межрегиональных и межотраслевых связей.

Модель TOPSIS (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) впервые предложена C.L. Hwang и K. Yoon в 1981 г. [8]. Этот комплексный метод оценки, основанный на расчете дистанции, широко используется для принятия решений отечественными и зарубежными специалистами в основном при оценке надежности транспортных [9], информационных² и инженерных систем [10–13]. В экономических исследованиях метод используется преимущественно для решения задач оценки конкурентных преимуществ бизнеса [14, 15] и управления персоналом [16, 17].

Модель TOPSIS способна объективно и всесторонне отражать уровень устойчивого развития территории, вычисляя степень близости между оценочной (текущей) ситуацией в социально-экономической системе и ее идеальным состоянием.

В данном исследовании под устойчивым развитием территории подразумевается совместное развитие взаимодействующих в рамках экономического сотрудничества

² Huang J. Combining Entropy Weight and TOPSIS Method for Information System Selection. In: 2008 IEEE International Conference on Automation and Logistics. URL: <https://doi.org/10.1109/ICAL.2008.4636483>

регионов и муниципальных образований, исключающее ухудшение социально-экономических показателей в результате реализации проекта по сравнению с текущим уровнем развития отдельно взятых территориальных единиц. При оценке уровня устойчивости развития территорий предлагается проводить мониторинг по следующим направлениям:

- производственная сфера — через систему показателей, отражающих развитие опорных и сопутствующих отраслей территории (структура валовой добавленной стоимости, доля занятых в отрасли, рентабельность продукции, уровень заработной платы работников отрасли);
- социальный аспект (уровень доходов населения территории, занятость, продолжительность жизни);
- финансово-инвестиционный аспект (бюджетные расходы и доходы, инвестиции в основной капитал, финансы предприятий территории);
- транспортная сфера (грузооборот и пассажирооборот железнодорожного и автомобильного транспорта, показатели состояния дорог региона).

Экономический подход к концепции устойчивости развития территории подразумевает оптимальное использование ограниченных ресурсов и имеющихся у территории преимуществ в производственной сфере и сфере услуг. Сфера производства в данном исследовании характеризуется приоритетной в региональной структуре добавленной стоимости отраслью «Металлургическое производство» (подраздел раздела «Обрабатывающие производства» согласно ОКВЭД) и сопутствующей ей отрасли «Производство электрической энергии» (подраздел раздела «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» согласно ОКВЭД). Кроме того, производственная сфера оценивается на основании показателей, отражающих развитие сельского хозяйства (отрасли, обеспечивающей регион необходимыми ресурсами); добычи нефти и природного газа (занимает значительную долю в структуре добавленной стоимости региона); торговли (отрасли, обеспечивающей движение произведенного продукта).

Социальная составляющая устойчивости развития региона ориентирована на человека и направлена на улучшение качества жизни во всех аспектах (доходах, сферах здравоохранения и образования); традиционно характеризуется показателями продолжительности жизни, уровня жизни населения и занятости.

Финансово-инвестиционный аспект устойчивости развития территории подразумевает сбалансированное состояние общественных финансов, позволяющее органам власти территории в полной мере исполнять свои обязанности в управляемых сферах; включает оценку состояния финансов предприятий как характеристику устойчивости развития хозяйствующих субъектов. Показатель

инвестиций в основной капитал характеризует инвестиционную составляющую устойчивого развития региона как источника необходимых процессов создания и обновления средств производства, а также отражает инвестиционную привлекательность территории.

Устойчивость развития региона в аспекте транспортной инфраструктуры подразумевает снижение зависимости от транспортных и логистических путей других территорий (регионов), позволяющее сократить издержки производства и улучшить социально-экономическое положение; характеризуется показателями активности движения пассажиров и грузов по дорогам разного вида (железнодорожным и автомобильным путям), показателями состояния инфраструктуры.

В рамках оценки устойчивости территорий, вовлеченных в реализацию нескольких взаимосвязанных инвестиционных проектов (портфель проектов), устанавливаем требование по достижению показателей социально-экономического развития (по выделенным направлениям устойчивости): максимально близко к запланированному уровню (к оптимистическому варианту реализации проектов) и максимально далеко от негативного варианта реализации проектов (к пессимистическому варианту). Выполнение указанного требования возможно путем применения метода упорядоченного предпочтения через сходство с идеальным решением (TOPSIS). Общая логика метода и его практическое применение подробно изложены авторами Lin Ding, Zhenfeng Shao, Hanchao Zhang, Cong Xu и Dewen Wu на примере городов Китая [18]. Множество критериев, которые предполагаются в рамках этого метода, сведем к выделенным направлениям (аспектам) устойчивости. Определяемая альтернатива, согласно концепции TOPSIS, должна иметь самое короткое геометрическое расстояние от положительного идеального решения (PIS) и самое длинное геометрическое расстояние от отрицательного идеального решения (NIS).

В рамках данного метода актуален вопрос определения весов (значимости) используемых критериев (направлений или аспектов устойчивости). Для расчета весовых коэффициентов используются необработанные данные индикаторов устойчивости в виде матрицы (1) размерностью $m \times n$, где m — количество объектов оценки, n — количество индикаторов (критериев или показателей устойчивости):

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где x_{ij} — исходное значение показателя (индикатора) устойчивости.

Первый этап оценки устойчивости территории начинается с первичной обработки данных. Предлагается процедура обработки статистических данных (в разрезе аспектов устойчивости) методом линейного масштабирования для приведения значений индикаторов к безразмерным величинам (2):

$$z_{ij} = \frac{(x_{ij} - x_{ij}^{\min})}{(x_{ij}^{\max} - x_{ij}^{\min})}, \quad (2)$$

где x_{ij} — исходное значение показателя (индикатора устойчивости) для конкретного объекта исследования;

z_{ij} — приведенное значение показателя.

Далее на первом этапе проводится процедура стандартизации относительно суммы значений по количеству объектов исследования (3):

$$s_{ij} = \frac{z_{ij}}{\sum_{i=1}^m z_{ij}}, \quad (3)$$

где s_{ij} — стандартизованное значение показателя (индикатора устойчивости);

z_{ij} — приведенное значение показателя (индикатора устойчивости) для конкретного объекта исследования.

Второй этап — оценка весовых коэффициентов (коэффициентов значимости) показателей (индикаторов) устойчивости. Производится расчет меры энтропии показателя — меры отклонения реального значения от идеального (4):

$$\epsilon_j = -\alpha \sum_{i=1}^m (s_{ij} \ln s_{ij}), \quad (4)$$

где ϵ_j — мера энтропии показателя;

коэффициент $\alpha = 1/\ln m$;

s_{ij} — стандартизованное значение показателя (индикатора устойчивости).

Следующим шагом второго этапа является расчет весового коэффициента индикатора устойчивости (5):

$$\delta_j = \frac{(1 - \epsilon_j)}{\sum_{j=1}^n (1 - \epsilon_j)}, \quad (5)$$

где δ_j — весовой коэффициент индикатора устойчивости;

ϵ_j — мера энтропии показателя.

Третьим этапом методики является применение модели TOPSIS. Производится построение матрицы взвешенных показателей устойчивости. Элементы матрицы рассчитываются по формуле (6):

$$\Delta_{ij} = \delta_j \cdot z_{ij}, \quad (6)$$

где δ_j — весовой коэффициент индикатора устойчивости;

z_{ij} — приведенное значение показателя (индикатора устойчивости) для конкретного объекта исследования;

$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$.

Далее осуществляется поиск лучших оценок показателей Δ^+ (положительного идеального решения PIS) и худших оценок показателей Δ^- (отрицательного идеального решения NIS) по формулам (7):

$$\begin{aligned} \Delta^+ &= \max_j \Delta_{ij} \\ \Delta^- &= \min_j \Delta_{ij}, \end{aligned} \quad (7)$$

где Δ^+ — положительное идеальное решение (PIS);

Δ^- — отрицательное идеальное решение (NIS);

$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$.

Оценка расстояния между значением оценки показателя и наилучшим (идеальным положительным) значением и расстояния между значением оценки и наихудшим (идеальным отрицательным) значением производится по формулам (8):

$$\begin{aligned} S_i^+ &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (\Delta_{ij} - \Delta_j^+)^2} \\ S_i^- &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (\Delta_{ij} - \Delta_j^-)^2}, \end{aligned} \quad (8)$$

где S_i^+ — расстояние между значением оценки показателя (Δ_{ij}) и наилучшим (идеальным положительным) значением Δ_j^+ ;

S_i^- — расстояние между значением оценки показателя (Δ_{ij}) и наихудшим (идеальным отрицательным) значением Δ_j^- ;

$i = 1, 2, \dots, m$.

Расчет относительного уровня устойчивости территории осуществляется следующим образом (9):

$$P_i = \frac{s_i^-}{s_i^+ + s_i^-}, \quad (9)$$

где P_i — относительный уровень показателя устойчивости;

$i = 1, 2, \dots, m$.

Оценка итогового значения совокупного индикатора устойчивости территории производится по формуле (10):

$$P_i^{ST} = \sum_{j=1}^n P_{ij} \delta_j, \quad (10)$$

где $i = 1, 2, \dots, m$ — количество объектов оценки;

$j = 1, 2, \dots, n$ — количество критериев оценки устойчивости;

P_i^{ST} — совокупный индикатор устойчивости территории;

$P_{ij} = P_{i(BA)}, P_{i(SA)}, P_{i(TI)}, P_{i(EA)}$ — оценочные значения производственного, социального, финансово-инвестиционного и транспортного аспектов устойчивости;

δ_j — весовые значения критериев.

Одним из эффективных инструментов анализа количественных изменений отдельных критериев устойчивости и оценки структурных сдвигов в территориально-производственной системе региона под влиянием изменений экономических связей, конъюнктурных процессов, межрегиональных и межотраслевых связей является показатель структурных различий — индекс В.М. Рябцева (2002 г.). Индекс характеризует различия в структуре показателя на двух интервалах времени и позволяет судить об устойчивости развития экономической системы. Рассчитывается индекс как отношение фактической меры расхождений значений компонентов двух структур с их максимально возможным значением (11):

$$R_j = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (P_{ij}^1 - P_{ij}^0)^2}}{\sum_{j=1}^n (P_{ij}^1 + P_{ij}^0)^2}, \quad (11)$$

где R_i — индекс структурных различий компонент устойчивости i -й территории;

P_{ij}^1 — оценочное значение j -го критерия устойчивости i -й территории, достигнутое под влиянием изменений экономических связей, конъюнктурных процессов, межрегиональных и межотраслевых связей;

P_{ij}^0 — оценочное значение j -го критерия устойчивости i -й территории, найденное на исходном этапе исследования (до оценки влияния взаимодействия территорий в рамках кластера).

Вводятся следующие интервалы значений критерия структурных различий: [0; 0,03] — тождественность структур; [0,031; 0,07] — очень низкий уровень различий; [0,071; 0,15] — низкий уровень различий; [0,151; 0,3] — существенный уровень различий; [0,301; 0,5] — значительный уровень различий; [0,501; 0,7] — очень значительный уровень различий; [0,701; 0,9] — противоположный тип структур; [0,901; 1] — полная противоположность структур.

В данном исследовании оценку влияния отраслей специализации, опорных и сопутствующих предприятий на функционирование социально-экономической системы Красноярского края предлагается проводить с использованием инструментов метода TOPSIS, сформировав статистическую выборку данных социально-экономических показателей развития региона и его отраслей.

В рамках используемой концепции устойчивого развития территории (совместного развития важнейших аспектов социально-экономического положения объекта исследования) при оценке уровня устойчивости предлагается проводить мониторинг по следующим направлениям:

- производственный критерий, оценивающий структуру производства продукта на территории (по величине созданной добавленной стоимости), долю опорных и сопутствующих отраслей в структуре занятости региона, рентабельность произведенного продукта (как финансовую характеристику состояния отрасли) и уровень заработной платы работников в оцениваемых отраслях относительно средней величины по региону;
- финансово-инвестиционный аспект устойчивости, подразумевающий сбалансированное состояние общественных финансов, позволяющее органам власти территории в полной мере исполнять свои обязанности в управляемых сферах; устойчивое финансовое положение организаций и предприятий территории, исполняющих свои обязательства; инвестиционные ресурсы территории, обеспечивающие устойчивость развития производственного сектора;
- социальная составляющая устойчивости развития, ориентированная на человека и направленная на улучшение качества жизни в следующих аспектах: здоровье (оценивается через показатель ожидаемой продолжительности жизни); уровень жизни населения (занятость и доходы);

– устойчивость развития региона в аспекте транспортной инфраструктуры (оценивается на основании показателя состояния автомобильных дорог, грузооборота и пассажирооборота железнодорожного и автомобильного транспорта).

Таким образом, была сформирована выборка социально-экономических показателей развития Красноярского края с 2013—2017 гг., включающая восемь блоков оценки устойчивости, которые выступают критериями и аспектами устойчивости развития региона (*табл. 1*).

Оценка совместного развития сразу нескольких сфер (или аспектов устойчивости) возможна путем применения метода упорядоченного предпочтения через сходство с идеальным решением (TOPSIS). Множество критериев, которые предполагаются в рамках этого метода, сведем к выделенным направлениям (аспектам) устойчивости. Объектом оценки явился Красноярский край с показателями социально-экономического развития региона и его отраслей в динамике с 2013 по 2017 г.

В результате применения необходимых шагов на каждом этапе расчетов были получены оценки значимости критериев и показателей устойчивости (*табл. 1—3*). Полученные количественные величины могут трактоваться как сила влияния выбранных критериев и показателей на уровень устойчивости развития Красноярского края.

Наибольшее влияние оказывает финансово-инвестиционный аспект развития региона (0,1375) с превалирующим воздействием показателя соотношения доходов и расходов консолидированного бюджета региона (0,273). Очевидно, что состояние государственных финансов отражает результат социально-экономического развития территории, с одной стороны, и является залогом дальнейших поступательных движений субъекта к стратегическим целям развития, — с другой. В течение оцениваемого временного периода показатель соотношения доходов и расходов консолидированного бюджета Красноярского края показывал положительную динамику — с 84,13% в 2013 г. до 97,7% в 2017 г. (*табл. 4*). В 2018 г. согласно официальным данным Росстата³, соотношение выросло до 99,6%, почти обеспечив баланс консолидированного бюджета региона. По данному показателю выводов относительно факторов, угрожающих устойчивости развития территории, сделано не было.

Вторым по значимости частным показателем из анализируемой сферы стал показатель просроченной задолженности по заработной плате на одного работника. Оценка его значимости равна 0,2669. При этом показатель в целом за период оценки демонстрирует снижение с некоторыми колебаниями по годам.

³ Доклад № 1.37.2 «Социально-экономическое положение Красноярского края в январе 2019 года».

Негативной видится динамика наименее значимого показателя из блока финансово-инвестиционной сферы — удельного веса убыточных организаций. Значимость оценена на уровне 0,2092. За анализируемый период рост доли убыточных организаций региона зафиксирован не более 2—3%.

Вторым по значимости критерием оценки устойчивости развития является производственный — отрасль «Металлургическое производство» (табл. 5). Уровень его значимости по сравнению с финансово-инвестиционным критерием ниже (менее, чем на 0,002), что позволяет оценивать силу его влияния наравне с первым аспектом. Доля отрасли в структуре добавленной стоимости по региону составляет более 20%. Именно показатель удельного веса отрасли имеет наибольшую значимость среди частных показателей этой сферы устойчивости (0,2866). Вторым по значимости является показатель рентабельности продукции отрасли (0,2853). Это означает, что для сохранения устойчивого развития территории Красноярского края необходимым условием является сохранение высокой доли отрасли «Металлургическое производство» в структуре добавленной стоимости по региону и обеспечение стабильного уровня рентабельности продукции отрасли (что зависит от мирового рынка металлов и цен на нем).

Показатели этой сферы за анализируемый период в целом сохраняют стабильно высокий уровень и растут. Снижение по показателям зафиксировано в 2014 г. — по удельному весу занятых в отрасли при росте уровня структурного показателя добавленной стоимости и остальных частных индикаторов развития отрасли.

Высокая концентрация, характерная для отрасли, по сути означает, что развитие отрасли — это результат развития отдельных ее компаний. Отечественное производство алюминия с 2007 г. полностью сосредоточено в рамках компании РУСАЛ, которая обеспечивает 100% выпуска первичного алюминия в России. Предприятиями отрасли являются ПАО «ГМК» «Норильский никель», АО «Красноярский завод цветных металлов им. В.Н. Гулидова», АО «РУСАЛ Красноярский алюминиевый завод», ООО «Красноярский металлургический завод», АО «РУСАЛ Ачинский глиноземный комбинат».

Металлургический комплекс обладает существенным мультипликативным эффектом. Например, среднемировые показатели указывают, что одно рабочее место в производстве стали дает 25 рабочих мест в смежных отраслях. Цветная металлургия использует от общепромышленного уровня около 15% электроэнергии, ее доля в грузовых железнодорожных перевозках — 3,8%. В металлургическом производстве занято порядка 2,2% от числа занятых в экономике России и 3,4% от числа занятых в Красноярском крае. Цветная металлургия является важнейшей отраслью специализации Красноярского края.

Третьим по силе воздействия на устойчивость развития Красноярского края критерием является еще один аспект производственной сферы — торговля

(табл. 6). По результатам оценки отрасль имеет значимость на уровне 0,1341 (ниже на 0,0014 по сравнению с металлургическим производством).

Наибольшее влияние из частных показателей оказывает удельный вес занятых в отрасли (0,2765), а это около 16%. Отношение среднемесячной начисленной заработной платы в расчете на одного работника отрасли к средней заработной плате по региону имеет силу влияния на устойчивость развития региона 0,2705 — второй по значимости показатель по этому критерию. Уровень заработной платы в отрасли «Торговля» ниже среднего по экономике региона и составляет от него 61 — 63%. Доля отрасли в структуре добавленной стоимости составляет 21 — 23%, что сопоставимо с долей металлургического производства. Указанные частные показатели из сферы торговли являются наиболее значимыми для устойчивости развития Красноярского края.

Оценка значимости критерия производственной сферы — добыча нефти и природного газа — равна 0,127 (ниже на 0,0071 по сравнению с влиянием торговли). Наибольшее влияние среди частных показателей оказывают следующие индикаторы: отношение среднемесячной начисленной заработной платы работника отрасли к средней заработной плате по региону (0,28), рентабельность проданной продукции отрасли (0,2732) и удельный вес занятых в отрасли (0,2685).

Сельское хозяйство (аспект производственной сферы) имеет коэффициент значимости для уровня устойчивости развития Красноярского края 0,123 — пятое место среди выбранных критериев устойчивости. Наибольшее влияние оказывают показатели рентабельности продукции отрасли (0,2859) и удельного веса занятых (0,2843).

Социальный критерий с коэффициентом значимости 0,1151 влияет на уровень устойчивости развития Красноярского края через показатели: ожидаемая продолжительность жизни — 0,3119 (коэффициент значимости показателя); доля населения с денежными доходами выше величины прожиточного минимума (0,241) и уровень занятости (0,2378).

Транспортная сфера имеет такую же численную оценку силы влияния на устойчивость развития региона, как и социальный критерий — 0,1151. Здесь наибольшую значимость имеют показатели удельного веса автомобильных дорог с твердым покрытием (0,2983) и отправления грузов железнодорожным транспортом (0,2737).

Отрасль «Производство электрической энергии», являясь обеспечивающей для металлургического производства, получила оценку значимости 0,1127 — наименьшее влияние среди выбранных критериев. Наиболее значимыми показателями здесь являются: отношение среднемесячной начисленной заработной

платы работника отрасли к средней заработной плате по региону (0,4259) и удельный вес отрасли в структуре добавленной стоимости региона (0,4019).

Таким образом, самым значимым критерием среди выбранных для исследования устойчивости развития Красноярского края является финансово-инвестиционный аспект (0,1375) с приоритетным влиянием частных показателей: соотношение доходов и расходов консолидированного бюджета региона и просроченная задолженность по заработной плате в расчете на одного работника.

Среди «отраслевых» критериев устойчивости развития Красноярского края наибольшую значимость имеет металлургическое производство и торговля. Количественные оценки силы влияния, полученные при расчетах на основании экономических показателей развития отраслей в динамике с 2013 по 2017 г., равны 0,1355 и 0,1341 соответственно. Частными показателями, управление которыми важно для обеспечения устойчивости территории, являются: доля металлургического производства в структуре добавленной стоимости региона и рентабельность продукции отрасли; в сфере торговли — это доля отрасли в структуре производства, доля занятых в отрасли и отношение заработной платы работников отрасли к средней заработной плате по региону.

Оценка относительного уровня устойчивости Красноярского края за 2013—2017 гг. (табл. 7) показала, что сводный показатель PST за исследуемый временной период имеет неоднородную динамику: падение уровня устойчивости с 2013 г. по 2015 г. — с 0,492 до 0,448; рост в 2016 г. и 2017 г. — 0,501 и 0,502.

Динамика сводного показателя устойчивости региона (табл. 7) во многом повторяет динамику производственного критерия «Металлургическое производство». В 2017 г. устойчивость анализируемой сферы показывала снижение по сравнению с 2016 г., сводный показатель при этом незначительно рос. Этот рост был обеспечен наиболее значимым по силе влияния критерием — финансово-инвестиционным (рост с 0,568 в 2016 г. до 0,612 в 2017 г.). Также в 2017 г. по сравнению с 2016 г. росли сфера торговли, социальный и транспортный критерии. Остальные аспекты производственной сферы демонстрировали падение: сельское хозяйство — с 0,519 до 0,487; добыча нефти и природного газа — с 0,549 до 0,454; производство электрической энергии — с 0,548 до 0,461. Таким образом, несмотря на падение уровня устойчивости производственной сферы, в 2017 г. сводный уровень устойчивости Красноярского края показывал неизменный уровень (зафиксирован незначительный рост показателя). Подкреплена эта динамика сводного показателя другими аспектами устойчивости, прежде всего, финансово-инвестиционным критерием как наиболее значимым, а также социальным — он демонстрировал наибольший рост в 2017 г. по сравнению с 2016 г. (0,106). Рост транспортного критерия составил 0,091, торговли — 0,067.

Самое значительное снижение уровня сводного показателя устойчивости зафиксировано в 2015 г. — на 0,031 (*рис. 1*). При этом в 2015 г. росли уровни устойчивости производственной сферы: сельское хозяйство — с 0,458 до 0,481, добыча нефти и природного газа — с 0,44 до 0,444, металлургическое производство — с 0,505 до 0,513, производство электрической энергии — с 0,37 до 0,385. Падение сводного уровня было обусловлено снижением устойчивости сферы торговли — с 0,609 до 0,4; социальный критерий снижался с 0,497 до 0,376; транспортный — с 0,463 до 0,404. Финансово-инвестиционная сфера показывала в 2015 г. положительную динамику устойчивости.

Рост сводного уровня устойчивости Красноярского края в 2016 г. был обусловлен положительной динамикой показателей устойчивости аспектов производственной сферы (сельского хозяйства, добычи нефти и природного газа, металлургического производства, производства электрической энергии, торговли). Одновременно с производственными критериями росла и зависящая от них финансово-инвестиционная сфера. Социальный и транспортный критерии показывали падение в 2016 г. по сравнению с 2015 г.

Положительный (+0,001) абсолютный прирост сводного показателя устойчивости развития Красноярского края в 2017 г. относительно 2016 г. явился результатом суммарно равных положительных и отрицательных приростов его составляющих (критериев или аспектов устойчивости). Наблюдалось падение всей производственной сферы, за исключением сферы торговли, остальные аспекты росли. Положительный прирост показателя в 2016 г. по сравнению с 2015 г. (+0,053) — следствие роста всех производственных критериев, показатель по производству электрической энергии вырос на 0,164. В интервалах оценки 2015 г. к 2014 г. и 2014 г. к 2013 г. — отрицательные приросты. Наиболее часто зафиксировано падение уровня количественной оценки устойчивости по транспортному критерию — три интервала из четырех оцениваемых. Положительная динамика в данном аспекте наблюдалась только в 2017 г. Финансово-инвестиционная сфера устойчивости демонстрирует рост (положительные абсолютные приросты) на протяжении четырех интервалов оценки.

Оценивая общие тенденции изменения показателей и критериев устойчивости развития Красноярского края следует отметить, что 2016 г. был наиболее успешным с точки зрения динамики и уровня индикаторов устойчивости: составляющие сводного показателя преимущественно росли, общий прирост устойчивости развития региона был положительным. В 2017 г. при незначительном росте сводного индикатора заметны негативные проявления в динамике устойчивости производственных критериев (за исключением сферы торговли). Следует закономерный вывод о наличии проблем развития производственных комплексов Красноярского края, взаимосвязанных и взаимодействующих друг с другом. Требуется подробный анализ результатов их функционирования за анализируемый

период в целях решения проблем обеспечения устойчивости развития предприятий опорных и сопутствующих производств региона.

Расчет индекса Рябцева [19] для структур критериев устойчивости за анализируемый временной период свидетельствует о низком уровне различий структур — значения индекса по годам варьируют от 0,055 до 0,101 (*табл. 8*). Это означает, что за период 2013—2017 гг. значимость выбранных критериев и частных показателей не изменилась, сила их влияния на сводный уровень устойчивости развития Красноярского края осталась неизменной.

Таким образом, можно утверждать, что применение инструментов оценки в рамках описанного метода TOPSIS возможно в перспективе для целей прогнозирования результатов социально-экономического развития региона при учете воздействия реализации планируемых инвестиционных проектов. Было показано, что оценка уровня устойчивости развития территории, основанная на методе TOPSIS, позволяет проводить анализ устойчивости развития региона в динамике, а также, при необходимости, в сравнении с другими регионами или оценить уровень устойчивости развития отдельных муниципальных образований внутри региона.

Выбранные в исследовании критерии и частные показатели могут корректироваться в зависимости от целей и возможностей оценки. Учет критериев, отражающих успешность функционирования производственных комплексов региона при построении алгоритма оценки устойчивости развития территории (по показателям доли продукции комплекса или предприятия в созданной добавленной стоимости по региону, рентабельности продукции, доле занятых в производстве, уровню заработной платы работников относительно средней по экономике региона и другим параметрам), позволяет количественно измерить силу влияния параметров производственных систем (в рамках опорных предприятий региона и сопутствующих им производств, обеспечивающих предприятий) на интегральные характеристики социально-экономического развития территории.

Современный этап развития экономики страны характеризуется обширным комплексом региональных проблем, на решение которых направлено большое количество исследований ученых и реформ органов власти разных уровней. Разрабатывается и реализуется множество программ в рамках национальной экономики, а также на региональном и местном уровнях. Предлагаются различные методы и инструменты управления развитием социально-экономических систем, обеспечения их устойчивости. Региональные власти предлагают стратегии социально-экономического развития регионов, в которых приводят перечень конкурентных преимуществ региональных систем, их слабых и сильных сторон, указывают направления и перспективы развития, необходимые меры по улучшению социально-экономического положения территории и способы достижения поставленных целей.

При этом, как правило, речь идет об отдельных сторонах функционирования территориальной системы без учета совокупного влияния предприятий и отраслей на социально-экономическую ситуацию в регионе. Эффективность развития всей территории зависит, прежде всего, от успешного функционирования предприятий и отраслей специализации, которые, дополняя друг друга и создавая объекты инфраструктуры, образуют региональную социально-экономическую систему, включающую множество объектов и связей между ними. Для стабильного функционирования всей социально-экономической системы необходима эффективная работа всех звеньев (элементов). Устойчивое развитие предполагает гармоничное, синхронное и ритмичное развитие всех структурных звеньев социально-экономической системы.

Проблема устойчивого социально-экономического развития особенно актуальна для территорий, имеющих узкий спектр отраслей специализации. Территории, существующие и развивающиеся благодаря предприятиям одной или нескольких взаимосвязанных отраслей, имеют высокие риски с точки зрения обеспечения устойчивости. Кардинальное изменение специализации территории невозможно в силу объективных причин: это наличие определенных природных ресурсов, имеющийся производственный потенциал, географические преимущества и ограничения. Взаимное влияние субъектов определяет необходимость специального подхода к изучению социально-экономической системы. Только в случае успешной диагностики устойчивости территорий возможна разработка программы социально-экономического развития с минимальными рисками и возможными отклонениями фактических результатов от плановых индикаторов.

Сосредоточение взаимосвязанных опорных и сопутствующих предприятий в регионе способно одновременно решить задачи обеспечения устойчивого экономического роста, импортозамещения, трудоустройства квалифицированных кадров, снижения экологической напряженности. Интеграционные процессы в рамках повышения устойчивости развития территорий требуют детальной проработки не только инструментов государственного регулирования, согласия крупных промышленных игроков, создания бесперебойных инфраструктурных связей, привлечения новых экономических механизмов, но и научно-методического обеспечения в части разработки подходов и инструментов мониторинга и оценки устойчивости социально-экономического развития регионов.

Таблица 1

Оценки значимости критериев и частных показателей устойчивости

Table 1

Estimates of the significance of criteria and partial sustainability indicators

Критерий	Значимость критерия	Частные показатели устойчивости	Значимость показателя
Производственный (производство металлургическое), $P_{i(ме)}$	0,1355	Удельный вес отрасли в структуре добавленной стоимости по региону, % (X_1)	0,2866
		Удельный вес занятых в отрасли, % (X_2)	0,2493
		Отношение среднемесячной начисленной заработной платы в расчете на одного работника отрасли к средней заработной плате по региону (X_3)	0,1786
		Рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций отрасли, % (X_4)	0,2853
Производственный (добыча нефти и природного газа), $P_{i(Д)}$	0,127	Удельный вес отрасли в структуре добавленной стоимости по региону, % (X_5)	0,1781
		Удельный вес занятых в отрасли, % (X_6)	0,2685
		Отношение среднемесячной начисленной заработной платы в расчете на одного работника отрасли к средней заработной плате по региону (X_7)	0,28
		Рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций отрасли, % (X_8)	0,2732
Производственный (производство электрической энергии), $P_{i(ЭЭ)}$	0,1127	Удельный вес отрасли в структуре добавленной стоимости по региону, % (X_9)	0,4019
		Удельный вес занятых в отрасли, % (X_{10})	0,0086
		Отношение среднемесячной начисленной заработной платы в расчете на одного работника отрасли к средней заработной плате по региону (X_{11})	0,4259
		Рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций отрасли, % (X_{12})	0,1634
Производственный (сельское хозяйство), $P_{i(СХ)}$	0,123	Удельный вес отрасли в структуре добавленной стоимости по региону, % (X_{13})	0,2758
		Удельный вес занятых в отрасли, % (X_{14})	0,2843
		Отношение среднемесячной начисленной заработной платы в расчете на одного работника отрасли к средней заработной плате по региону (X_{15})	0,1539
		Рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций отрасли, % (X_{16})	0,2859
Производственный (торговля), $P_{i(Т)}$	0,1341	Удельный вес отрасли в структуре добавленной стоимости по региону, % (X_{17})	0,2584
		Удельный вес занятых в отрасли, % (X_{18})	0,2765
		Отношение среднемесячной начисленной заработной платы в расчете на одного работника отрасли к средней заработной плате по региону (X_{19})	0,2705
		Рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций отрасли, % (X_{20})	0,1944
Социальный, $P_{i(С)}$	0,1151	Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет (X_{21})	0,3119
		Доля населения с денежными доходами выше величины прожиточного минимума, установленной в субъекте Российской Федерации, % (X_{22})	0,241

Финансово-инвестиционный, $P_{i(ФИ)}$	0,1375	Уровень занятости в трудоспособном возрасте, % (X_{23})	0,2378
		Соотношение среднедушевых денежных доходов с величиной прожиточного минимума (X_{24})	0,2092
		Соотношение доходов и расходов консолидированного бюджета региона, % (X_{25})	0,273
		Удельный вес убыточных организаций, % от общего числа организаций (X_{26})	0,2092
		Просроченная задолженность по заработной плате в расчете на одного работника, перед которым имеется просроченная задолженность, руб. (X_{27})	0,2669
		Инвестиции в основной капитал на душу населения, руб. (X_{28})	0,2507
		Отправление пассажиров железнодорожным транспортом общего пользования, тыс. чел. (X_{29})	0,1911
		Отправление грузов железнодорожным транспортом общего пользования, млн т (X_{30})	0,2737
		Грузооборот автомобильного транспорта организаций всех видов деятельности, млн т/км (X_{31})	0,2367
		Удельный вес автомобильных дорог с твердым покрытием в общей протяженности автомобильных дорог общего пользования, % (X_{32})	0,2983
Транспортный, $P_{i(ТР)}$	0,1151		

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2

Результаты применения этапов и шагов методики. Производственные критерии

Table 2

The results of the application of the stages and steps of the methodology: Production criteria

PCX			РД				PME				
X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
<i>Приведенные значения частных показателей (z)</i>											
0	1	0	0,489	0,655	1	0	1	0	0,6	0,146	0,503
0,239	0,8	0,027	0,375	0	0	0,513	0,9	0,689	0	0,151	0,76
0,64	0,4	0,215	1	1	0,5	0,811	0,55	1	0,2	0,421	1
1	0,4	0,455	0,909	0,25	1	1	0,494	0,767	1	1	0,854
0,622	0	1	0	0,071	0,5	0,763	0	0,533	0,6	0	0
<i>Стандартизированные значения показателей (s)</i>											
0	0,385	0	0,176	0,332	0,333	0	0,34	0	0,25	0,085	0,161
0,096	0,308	0,016	0,135	0	0	0,166	0,306	0,23	0	0,088	0,244
0,256	0,154	0,127	0,361	0,506	0,167	0,263	0,187	0,335	0,083	0,245	0,321
0,4	0,154	0,268	0,328	0,126	0,333	0,324	0,168	0,257	0,417	0,582	0,274
0,249	0	0,589	0	0,036	0,167	0,247	0	0,178	0,25	0	0
<i>Мера энтропии показателя/мера отклонения реального значения от идеального ϵ</i>											
2,069	2,102	1,597	2,108	1,756	2,14	2,189	2,16	2,191	2,036	1,742	2,185
<i>Весовые коэффициенты показателей устойчивости δ</i>											
0,276	0,284	0,154	0,286	0,178	0,269	0,28	0,273	0,287	0,249	0,179	0,285
<i>Матрицы взвешенных показателей устойчивости</i>											
0	0,284	0	0,14	0,117	0,269	0	0,273	0	0,15	0,026	0,144
0,066	0,227	0,004	0,107	0	0	0,144	0,246	0,197	0	0,027	0,217
0,176	0,114	0,033	0,286	0,178	0,134	0,227	0,15	0,287	0,05	0,075	0,285
0,276	0,114	0,07	0,26	0,044	0,269	0,28	0,135	0,22	0,249	0,179	0,244
0,172	0	0,154	0	0,013	0,134	0,214	0	0,153	0,15	0	0
<i>Оценка расстояний между значением оценки показателя и наилучшим значением и расстояния между значением оценки и наихудшим значением показателя</i>											
S ⁺	S ⁻	S ⁺ + S ⁻	S ⁺	S ⁻	S ⁺ + S ⁻	S ⁺	S ⁻	S ⁺ + S ⁻	S ⁺	S ⁻	S ⁺ + S ⁻
0,427	0,317	0,744	0,315	0,4	0,715	0,194	0,209	0,403	0,194	0,209	0,403
0,301	0,254	0,554	0,363	0,285	0,648	0,289	0,295	0,584	0,289	0,295	0,584
0,325	0,302	0,626	0,13	0,104	0,234	0,317	0,335	0,652	0,317	0,335	0,652
0,263	0,284	0,546	0,277	0,337	0,614	0,077	0,105	0,181	0,077	0,105	0,181
0,243	0,23	0,474	0,304	0,253	0,557	0,216	0,214	0,43	0,216	0,214	0,43

Продолжение

РЭЭ				РТ			
X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}	X_{19}	X_{20}
Приведенные значения частных показателей (z)							
0,337	1	0,907	0	1	1	0,476	0
0	0	0,859	0,107	0,861	0,75	0,69	0,138
0,844	0,5	0	0,375	0	0,625	0	0,276
1	0	1	1	0,444	0,625	1	0,966
0,839	0	0,557	0,042	0,43	—	0,896	1
Стандартизированные значения показателей (s)							
0,112	0,667	0,273	0	0,366	0,333	0,155	0
0	0	0,259	0,07	0,315	0,25	0,225	0,058
0,279	0,333	0	0,246	0	0,208	0	0,116
0,331	0	0,301	0,656	0,162	0,208	0,327	0,406
0,278	0	0,168	0,027	0,157	0	0,293	0,42
Мера энтропии показателя/мера отклонения реального значения от идеального ϵ							
2,129	1,024	2,197	1,459	2,121	2,199	2,173	1,843
Весовые коэффициенты показателей устойчивости δ							
0,402	0,009	0,426	0,163	0,258	0,277	0,271	0,194
Матрицы взвешенных показателей устойчивости							
0,135	0,009	0,386	0	0,258	0,277	0,129	0
0	0	0,366	0,018	0,223	0,207	0,187	0,027
0,339	0,004	0	0,061	0	0,173	0	0,054
0,402	0	0,426	0,163	0,115	0,173	0,271	0,188
0,337	0	0,237	0,007	0,111	0	0,242	0,194
Оценка расстояний между значением оценки показателя и наилучшим значением и расстояния между значением оценки и наихудшим значением показателя							
S^+	S^-	$S^+ + S^-$		S^+	S^-	$S^+ + S^-$	
0,595	0,409	1,005		0,314	0,4	0,714	
0,624	0,366	0,99		0,2	0,311	0,51	
0,551	0,345	0,896		0,272	0,181	0,453	
0,501	0,608	1,109		0,202	0,182	0,383	
0,482	0,412	0,895		0,28	0,33	0,61	

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3

Результаты применения этапов и шагов методики. Социальный, финансово-инвестиционный и транспортный критерии

Table 3

The results of the application of the stages and steps of the methodology: Social, financial, investment and transport criteria

Р _с			Р _{фи}					Р _{тр}			
X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	X ₂₅	X ₂₆	X ₂₇	X ₂₈	X ₂₉	X ₃₀	X ₃₁	X ₃₂
Приведенные значения частных показателей (z)											
1	1	0,1	0	0	1	0,287	0,23	1	0,309	0,428	0,625
0,488	0,595	0,9	0,11	0,375	0,387	0	0	0	0	1	0,583
0,066	0	0	0,406	0,5	0,097	0,721	0,535	0,462	0,506	0,308	1
0,135	0,135	0,15	0,613	0,7	0,484	1	1	0,074	0,753	0	0
0	0,108	1	1	1	0	0,895	0,968	0,283	1	0,215	0,708
Стандартизованные значения показателей (s)											
0,592	0,544	0,047	0	0	0,508	0,099	0,084	0,55	0,12	0,219	0,214
0,289	0,324	0,419	0,052	0,145	0,197	0	0	0	0	0,513	0,2
0,039	0	0	0,191	0,194	0,049	0,248	0,196	0,254	0,197	0,158	0,343
0,08	0,074	0,07	0,288	0,272	0,246	0,345	0,366	0,041	0,293	0	0
0	0,059	0,465	0,47	0,388	0	0,308	0,354	0,156	0,389	0,11	0,243
Мера энтропии показателя/мера отклонения реального значения от идеального ε											
1,606	1,698	1,688	1,903	2,125	1,862	2,1	2,033	1,765	2,095	1,947	2,193
Весовые коэффициенты показателей устойчивости δ											
0,209	0,241	0,238	0,312	0,273	0,209	0,267	0,251	0,191	0,274	0,237	0,298
Матрицы взвешенных показателей устойчивости											
0,209	0,241	0,024	0	0	0,209	0,077	0,058	0,191	0,085	0,101	0,186
0,102	0,143	0,214	0,034	0,102	0,081	0	0	0	0	0,237	0,174
0,014	0	0	0,127	0,137	0,02	0,192	0,134	0,088	0,139	0,073	0,298
0,028	0,033	0,036	0,191	0,191	0,101	0,267	0,251	0,014	0,206	0	0
0	0,026	0,238	0,312	0,273	0	0,239	0,243	0,054	0,274	0,051	0,211
Оценка расстояний между значением оценки показателя и наилучшим значением и расстояния между значением оценки и наихудшим значением показателя											
S ⁺	S ⁻	S ⁺ + S ⁻	S ⁺	S ⁻	S ⁺ + S ⁻	S ⁺	S ⁻	S ⁺ + S ⁻	S ⁺	S ⁻	S ⁺ + S ⁻
0,326	0,32	0,646	0,29	0,23	0,521	0,14	0,149	0,288	0,326	0,32	0,646
0,223	0,221	0,444	0,146	0,13	0,277	0,341	0,294	0,634	0,223	0,221	0,444
0,212	0,128	0,339	0,19	0,237	0,427	0,347	0,235	0,582	0,212	0,128	0,339
0,275	0,163	0,439	0,183	0,241	0,423	0,349	0,207	0,556	0,275	0,163	0,439
0,43	0,393	0,823	0,277	0,436	0,713	0,319	0,275	0,594	0,43	0,393	0,823

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 4**Показатели финансово-инвестиционной сферы Красноярского края (2013–2017 гг.)****Table 4****Finance and investment performance of the Krasnoyarsk Krai, 2013–2017**

Частный показатель	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Соотношение доходов и расходов консолидированного бюджета региона, %	84,13	89,21	90,92	93,63	97,7
Удельный вес убыточных организаций (% от общего числа организаций)	28,9	30,8	31,7	30,5	32
Просроченная задолженность по заработной плате в расчете на одного работника, перед которым имеется просроченная задолженность (на конец года; руб.)	70 290	81 684	53 049	41 961	46 133
Инвестиции в основной капитал на душу населения, руб.	132 263	127 445	138 636	148 362	147 686

Источник: составлено автором на основании данных: Красноярский краевой статистический ежегодник, 2018: Статистический сборник. Красноярск: Красноярскстат, 2018. 506 с.

Source: Authoring, based on *Krasnoyarskii kraevoi statisticheskii ezhegodnik, 2018: Statisticheskii sbornik* [Krasnoyarsk Krai Statistical Yearbook, 2018: Statistical Compendium]. Krasnoyarsk, Krasnoyarskstat Publ., 2018, 506 p.

Таблица 5**Показатели производственной сферы (металлургическое производство), 2013–2017 гг.****Table 5****Production performance (Metallurgical Production), 2013–2017**

Год	Удельный вес отрасли в структуре добавленной стоимости региона, %	Удельный вес занятых в отрасли, %	Отношение среднемесячной начисленной заработной платы в расчете на одного работника отрасли к средней заработной плате по региону	Рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций отрасли, %
2013	20,7	3,4	1,62	51,3
2014	23,64	3,1	1,62	68,6
2015	24,97	3,2	1,65	84,7
2016	23,97	3,6	1,72	74,9
2017	22,98	3,4	1,6	75,2

Источник: составлено автором на основании данных: Красноярский краевой статистический ежегодник, 2018: Статистический сборник. Красноярск: Красноярскстат, 2018. 506 с.

Source: Authoring, based on *Krasnoyarskii kraevoi statisticheskii ezhegodnik, 2018: Statisticheskii sbornik* [Krasnoyarsk Krai Statistical Yearbook, 2018: Statistical Compendium]. Krasnoyarsk, Krasnoyarskstat Publ., 2018, 506 p.

Таблица 6**Показатели производственной сферы (торговля), 2013–2017 гг.****Table 6****Production performance (Trade), 2013–2017**

Год	Удельный вес отрасли в структуре добавленной стоимости региона, %	Удельный вес занятых в отрасли, %	Отношение среднемесячной начисленной заработной платы в расчете на одного работника отрасли к средней заработной плате по региону	Рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций отрасли, %
2013	9,11	16,9	0,62	2,3
2014	8,43	16,7	0,63	2,7
2015	7,13	16,6	0,61	3,1
2016	6,81	16,6	0,63	5,1
2017	5,98	16,1	0,63	5,2

Источник: составлено автором на основании данных: Красноярский краевой статистический ежегодник, 2018: Статистический сборник. Красноярск: Красноярскстат, 2018. 506 с.

Source: Authoring, based on *Krasnoyarskii kraevoi statisticheskii ezhegodnik, 2018: Statisticheskii sbornik* [Krasnoyarsk Krai Statistical Yearbook, 2018: Statistical Compendium]. Krasnoyarsk, Krasnoyarskstat Publ., 2018, 506 p.

Таблица 7**Критерии устойчивости развития Красноярского края, 2013–2017 гг.****Table 7****Sustainability criteria for the Krasnoyarsk Krai, 2013–2017**

Год	P_{CX}	P_D	P_{ME}	$P_{ЭЭ}$	P_T	P_C	$P_{\Phi И}$	P_{TP}	Сводный P^{ST}
2013	0,426	0,56	0,518	0,407	0,56	0,495	0,442	0,515	0,492
2014	0,458	0,44	0,505	0,37	0,609	0,497	0,472	0,463	0,479
2015	0,481	0,444	0,513	0,385	0,4	0,376	0,555	0,404	0,448
2016	0,519	0,549	0,576	0,548	0,474	0,372	0,568	0,372	0,501
2017	0,487	0,454	0,497	0,461	0,541	0,478	0,612	0,463	0,502

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 8

Расчет индексов Рябцева для оценки структурных различий компонент устойчивости территории

Table 8

Calculation of Ryabtsev indices to assess structural differences in the stability component of the area

Период оценки	Индекс Рябцева
2014/2013	0,055
2015/2014	0,101
2016/2015	0,0831
2017/2016	0,0788

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 1

Динамика абсолютных приростов значений критериев и сводного показателя устойчивости Красноярского края, 2013—2017 гг.

Figure 1

Changes in the absolute gains of criteria values and consolidated indicator of stability of the Krasnoyarsk Krai, 2013–2017



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. *Вальрас Л.* Элементы чистой политической экономии. М.: Изограф, 2000. 448 с.
2. *Самуэльсон П.* Основания экономического анализа. СПб.: Экономическая школа, 2002. 604 с.
3. *Шумпетер Й.* Десять великих экономистов от Маркса до Кейнса. М.: Издательство Института Гайдара, 2011. 416 с.
4. *Biggart J., Gloveli G., Yassour A.* Bogdanov and His Work: A Guide to the Published and Unpublished Works of Alexander A. Bogdanov (Malinovsky), 1873–1928. New York, Routledge, 1998, 504 p.
5. *Берова Ф.Ж., Думанова А.Х., Яхутлова М.Л.* Концепция устойчивого развития и его основные принципы // *Экономические науки*. 2012. № 12. С. 127 — 130. URL: https://ecsn.ru/files/pdf/201212/201212_127.pdf
6. *Хайруллов Д.С., Еремеев Л.М.* Проблемы устойчивости социально-экономического развития региона // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2012. № 1. С. 73 — 76. URL: http://www.vestnik-kazgau.com/images/archive/2012/1/17_hairullov.pdf
7. *Корчагина Е.В.* Методы оценки устойчивого развития региональных социально-экономических систем // *Проблемы современной экономики*. 2012. № 1. С. 67 — 71. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-ustoychivogo-razvitiya-regionalnyh-sotsialno-ekonomicheskikh-sistem/viewer>
8. *Hwang C.L., Yoon K.* Multiple Attributes Decision Making. Methods and Applications: A State-of-the-Art Survey. Berlin, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1981, 269 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>
9. *Li Y., Zhao L., Suo J.* Comprehensive Assessment on Sustainable Development of Highway Transportation Capacity Based on Entropy Weight and TOPSIS. *Sustainability*, 2014, vol. 6, iss. 7, pp. 4685–4693. URL: <https://doi.org/10.3390/su6074685>
10. *Ghobadi M., Ghobadi M., Heshmatpour M.* Comparing Profitability and Ranking of Technical Analysis Indicators Based on TOPSIS Technique. *Voprosy upravleniya = Management Issues*, 2015, no. 4, pp. 162–169. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/comparing-profitability-and-ranking-of-technical-analysis-indicators-based-on-topsis-technique/viewer>
11. *Wang Y.-M., Elhag T.M.S.* Fuzzy TOPSIS Method Based on Alpha Level Sets with an Application to Bridge Risk Assessment. *Expert Systems with Applications*, 2006, vol. 31, iss. 2, pp. 309–319. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2005.09.040>

12. Wang Y.-J., Lee H.-S. Generalizing TOPSIS for Fuzzy Multiple-Criteria Group Decision-Making. *Computers and Mathematics with Applications*, 2007, vol. 53, iss. 11, pp. 1762–1772. URL: <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2006.08.037>
13. Антамошкин О.А. Система поддержки принятия решений на основе многоатрибутивных методов // Вестник СибГАУ. 2009. № 4. С. 69—71. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-podderzhki-prinyatiya-resheniy-na-osnove-mnogoatributivnyh-metodov/viewer>
14. Torlak N.G., Sevcli M., Sanal M., Zaim S. Analyzing Business Competition by Using Fuzzy TOPSIS Method: An Example of Turkish Domestic Airline Industry. *Expert Systems and Applications*, 2011, vol. 38, iss. 4, pp. 3396–3406. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.125>
15. Sun C.-C., Lin G.T.R. Using Fuzzy TOPSIS Method for Evaluating the Competitive Advantages of Shopping Websites. *Expert Systems and Applications*, 2009, vol. 36, iss. 9, pp. 11764–11771. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.04.017>
16. Kelemenis A., Askounis D. A New TOPSIS-Based Multi-Criteria Approach to Personnel Selection. *Expert Systems with Applications*, 2010, vol. 37, iss. 7, pp. 4999–5008. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.12.013>
17. Мамедова М.Г., Джабраилова З.Г. Многокритериальная оптимизация задач управления человеческими ресурсами на базе модифицированного метода TOPSIS // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2015. Т. 2. № 4. С. 48—62. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/search/article?articleId=611656>
18. Ding L., Shao Z., Zhang H. et al. A Comprehensive Evaluation of Urban Sustainable Development in China Based on the TOPSIS-Entropy Method. *Sustainability*, 2016, vol. 8, iss. 8, p. 746. URL: <https://doi.org/10.3390/su8080746>
19. Рябцев В.М. Конкурентоспособность российских регионов: методология оценки и сравнительного анализа. Самара: Самарская государственная экономическая академия, 2002. 127 с.

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

ASSESSING THE IMPACT OF SOCIO-ECONOMIC CRITERIA ON THE REGION'S SUSTAINABILITY THROUGH THE TOPSIS METHOD

Elena V. LOBKOVA

Siberian Federal University (SibFU),
Krasnoyarsk, Russian Federation
elenavalerin@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2804-3427>

Article history:

Article No. 617/2019
Received 23 Sept 2019
Received in revised form
8 November 2019
Accepted 29 Nov 2019
Available online
27 April 2023

JEL classification: C65,
R11, R58

Keywords: sustainability,
area development,
stability criterion,
specialization industries,
TOPSIS model

Abstract

Subject. This article discusses the impact of socio-economic determinants on the sustainability of the region's development, identifying the areas of concern of the region's functioning as a complex of industries, social and production systems.

Objectives. The article aims to quantify the impact of the sustainability factors of the Krasnoyarsk Krai as the largest region of Siberia and identify the determinants of sustainable socio-economic development.

Methods. For the study, I used the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). The period under consideration is from 2013 to 2017.

Results. The article identifies certain determinants of the sustainability of the subject's development and presents conclusions about the problems of sustainable development of the area, taking into account the level of dependence of the main socio-economic indicators on the success of production systems.

Conclusions. Taking into account the criteria reflecting the success of the region's production complexes, when constructing an algorithm to assess the sustainability of the area's development helps quantify the impact of the parameters of production systems on the integral characteristics of the area's socio-economic development.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2019

Please cite this article as: Lobkova E.V. Assessing the Impact of Socio-Economic Criteria on the Region's Sustainability Through the TOPSIS Method. *Finance and Credit*, 2023, vol. 29, iss. 4, pp. 938–968.
<https://doi.org/10.24891/fc.29.4.938>

Acknowledgments

The article was adapted from the *Regional Economics: Theory and Practice* journal, 2020, vol. 18, iss. 1, pp. 84–107.

The article was prepared as part of the competition of scientific projects of interdisciplinary fundamental research supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) in cooperation with the Government of the Krasnoyarsk Krai in 2018, project № 18-410-242005 p_мк, *Developing a Methodology for Assessing the Sustainable Advancement of the Krasnoyarsk Krai*.

References

1. Walras L. *Elementy chistoi politicheskoi ekonomii* [Elements of Pure Economics]. Moscow, Izograf Publ., 2000, 448 p.
2. Samuelson P.A. *Osnovaniya ekonomicheskogo analiza* [Foundations of Economic Analysis]. St. Petersburg, Ekonomicheskaya shkola Publ., 2002, 604 p.
3. Schumpeter J. *Desyat' velikikh ekonomistov ot Marksa do Keinsa* [Ten Great Economists: From Marx to Keynes]. Moscow, Gaidar Institute Publ., 2011, 416 p.
4. Biggart J., Gloveli G., Yassour A. *Bogdanov and His Work: A Guide to the Published and Unpublished Works of Alexander A. Bogdanov (Malinovsky), 1873–1928*. New York, Routledge, 1998, 504 p.
5. Berova F.Zh., Dumanova A.Kh., Yakhutlova M.L. [The concept of sustainable development and its basic principles]. *Ekonomicheskije nauki = Economic Sciences*, 2012, no. 12, pp. 127–130. URL: https://ecsn.ru/files/pdf/201212/201212_127.pdf (In Russ.)
6. Khayrulloev D.S., Ereemeev L.M. [Stability issues of social and economic development of the region]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 2012, no. 1, pp. 73–76. (In Russ.) URL: http://www.vestnik-kazgau.com/images/archive/2012/1/17_hairullov.pdf
7. Korchagina E.V. [Sustainable development of regional socio-economic systems: methods of evaluation]. *Problemy sovremennoi ekonomiki = Problems of Modern Economics*, 2012, no. 1, pp. 67–71. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-ustoychivogo-razvitiya-regionalnyh-sotsialno-ekonomicheskikh-sistem/viewer> (In Russ.)
8. Hwang C.L., Yoon K. *Multiple Attributes Decision Making. Methods and Applications: A State-of-the-Art Survey*. Berlin, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1981, 269 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>
9. Li Y., Zhao L., Suo J. Comprehensive Assessment on Sustainable Development of Highway Transportation Capacity Based on Entropy Weight and TOPSIS. *Sustainability*, 2014, vol. 6, iss. 7, pp. 4685–4693. URL: <https://doi.org/10.3390/su6074685>
10. Ghobadi M., Ghobadi M., Heshmatpour M. Comparing Profitability and Ranking of Technical Analysis Indicators Based on TOPSIS Technique. *Voprosy upravleniya = Management Issues*, 2015, no. 4, pp. 162–169. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/comparing-profitability-and-ranking-of-technical-analysis-indicators-based-on-topsis-technique/viewer>

11. Wang Y.-M., Elhag T.M.S. Fuzzy TOPSIS Method Based on Alpha Level Sets with an Application to Bridge Risk Assessment. *Expert Systems with Applications*, 2006, vol. 31, iss. 2, pp. 309–319. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2005.09.040>
12. Wang Y.-J., Lee H.-S. Generalizing TOPSIS for Fuzzy Multiple-Criteria Group Decision-Making. *Computers and Mathematics with Applications*, 2007, vol. 53, iss. 11, pp. 1762–1772. URL: <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2006.08.037>
13. Antamoshkin O.A. [Decision support system on the basis of multiattributive methods]. *Vestnik SibGAU = Vestnik of SibGAU*, 2009, no. 4, pp. 69–71. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-podderzhki-prinyatiya-resheniy-na-osnove-mnogoatributivnyh-metodov/viewer> (In Russ.)
14. Torlak N.G., Sevkli M., Sanal M., Zaim S. Analyzing Business Competition by Using Fuzzy TOPSIS Method: An Example of Turkish Domestic Airline Industry. *Expert Systems and Applications*, 2011, vol. 38, iss. 4, pp. 3396–3406. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.125>
15. Sun C.-C., Lin G.T.R. Using Fuzzy TOPSIS Method for Evaluating the Competitive Advantages of Shopping Websites. *Expert Systems and Applications*, 2009, vol. 36, iss. 9, pp. 11764–11771. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.04.017>
16. Kelemenis A., Askounis D. A New TOPSIS-Based Multi-Criteria Approach to Personnel Selection. *Expert Systems with Applications*, 2010, vol. 37, iss. 7, pp. 4999–5008. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.12.013>
17. Mamedova M.G., Dzhabrailova Z.G. [Multi criteria optimization of human resource management problems based on the modified TOPSIS method]. *Vostochno-Evropeiskii zhurnal peredovykh tekhnologii = Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2015, vol. 2, no. 4, pp. 48–62. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/search/article?articleId=611656>
18. Ding L., Shao Z., Zhang H. et al. A Comprehensive Evaluation of Urban Sustainable Development in China Based on the TOPSIS-Entropy Method. *Sustainability*, 2016, vol. 8, iss. 8, p. 746. URL: <https://doi.org/10.3390/su8080746>
19. Ryabtsev V.M. *Konkurentosposobnost' rossiiskikh regionov: metodologiya otsenki i sravnitel'nogo analiza* [Competitiveness of Russian regions: methodology of evaluation and comparative analysis]. Samara, Samara State University of Economics Publ., 2002, 127 p.

Conflict-of-interest notification

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.