

РАЗДЕЛ II. РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 330.366, ББК 65.02, JEL Code O110
DOI: 10.17072/1994-9960-2022-3-304-320



© Алферова Т. В., 2022

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ БАЗИС ИЗМЕРЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Татьяна Викторовна Алферова

ORCID ID: [0000-0003-4961-0435](https://orcid.org/0000-0003-4961-0435), Researcher ID: [P-4224-2017](https://publons.com/urn/urn:li:memberid/P-4224-2017), E-mail: talferova68@mail.ru

Пермский государственный национальный исследовательский университет
(Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15)

Аннотация. Рост интереса исследователей к вопросам устойчивого развития приводит к увеличению числа работ, посвященных проблеме его измерения. С одной стороны, измерение позволяет перевести теоретические понятия в наблюдаемые количественные характеристики, что делает процесс управления экономикой более обоснованным и подготовленным. С другой стороны, множество подходов к измерению, напротив, осложняют этот процесс, поскольку требуют достаточной подготовленности к анализу, отбору и использованию огромного числа методик, подходов и способов измерения. Цель данной работы состоит в анализе подходов к измерению устойчивого развития, их упорядочению по ряду признаков с последующим объединением в концептуальную модель, отражающую их место и роль в общей системе знаний об измерении устойчивого развития. В качестве основных методов исследования использовались обзор научных работ по устойчивому развитию, сравнительный анализ, обобщение, систематизация и содержательное моделирование. Новизна работы заключается в дополнении существующей классификации методов измерения, в описании и визуальном отображении процесса преобразования разнородных статистических данных, качественных оценочных суждений, теоретических гипотез в количественную информационную основу, необходимую для принятия обоснованных управленческих решений. Результаты исследования: рассмотрены основные подходы к разработке систем измерения устойчивого развития, их основные преимущества и недостатки; изучены варианты логической организации индикаторов устойчивого развития; представлены алгоритм индексного измерения и классификация индексов по ряду принципов; приведены наиболее распространенные и теоретически обоснованные индексы; разработана логико-семантическая модель методической взаимосвязи подходов к измерению устойчивого развития; проанализирован методический аппарат обработки результатов измерения; визуализирован и описан механизм трансформации научных и социально-экономических оценок в количественную информационную основу для использования заинтересованными сторонами, среди которых могут быть лица, принимающие решения, общественность, исследователи и пр. Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в систематизации и уточнении множества подходов к измерению устойчивого развития, их изложению в сжатой форме с элементами визуализации, что значительно упрощает восприятие и использование сложной разнородной информации.

Ключевые слова: устойчивое развитие, измерение, индикаторы, индексы, модели, сбалансированность, региональная система

Для цитирования:

Алферова Т. В. Теоретико-методологический базис измерения устойчивого развития региональных систем // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2022. Т. 17, № 3. С. 304–320. DOI: 10.17072/1994-9960-2022-3-304-320

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASIS FOR MEASURING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF REGIONAL SYSTEMS

Tatiana V. Alferova

ORCID ID: [0000-0003-4961-0435](https://orcid.org/0000-0003-4961-0435), Researcher ID: [P-4224-2017](https://pubs.rsos.royalsocietypublishing.org/author/P-4224-2017), E-mail: talferova68@mail.ru

Perm State University (15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia)

Abstract. The growing interest in sustainable development issues leads to an increase in the number of studies devoted to its measurement. On the one hand, measurement could translate theoretical concepts into observable quantitative characteristics, which contributes into more reasonable and prepared management of economy. On the other hand, many approaches to measurement complicate this process since they call for sufficient preparedness to analyze, select, and use a huge number of methods, approaches, and methods of measurement. The purpose of this study is to analyze approaches to measuring sustainable development, arrange them by features, and then combine them into a conceptual model that reflects their place and role in the overall system of knowledge about measuring sustainable development. This research refers to a review of scientific papers on sustainable development, comparative analysis, generalization, systematization, and conceptual modeling as the main research methods. The research originally 1) updates the existing classification of measurement methods; 2) describes and visualizes the conversion of diverse statistical data, qualitative evaluative opinions, theoretical hypotheses, etc. into a quantitative information basis for well-informed managerial decisions. As a result, the study considers the key approaches to the development of systems for measuring sustainable development, their main advantages and disadvantages. Alternative logical groupings of indicators of sustainable development are looked at. An algorithm for index measurement and index classification by principles are given. The most common and theoretically substantiated indices are systematized. A logical-semantic model of the methodological relationship of approaches to measuring sustainable development has been developed. The methodological apparatus for processing the measurement results is examined. The paper visualizes and describes a mechanism of transformation of scientific and socio-economic assessment into a quantitative information basis to be applied by stakeholders, including decision makers, the public, researchers, etc. The study theoretically and practically systematizes, refines many approaches and concisely presents them with visualization elements that significantly simplify the perception of complicated information.

Keywords: sustainable development, measurement, indicators, indices, models, balance, regional system

For citation:

Alferova T. V. Theoretical and methodological basis for measuring the sustainable development of regional systems. *Perm University Herald. Economy*, 2022, vol. 17, no. 3, pp. 304–320. DOI: [10.17072/1994-9960-2022-3-304-320](https://doi.org/10.17072/1994-9960-2022-3-304-320)

ВВЕДЕНИЕ

Проблема измерения устойчивого развития является не менее обсуждаемой, чем вопросы генезиса, эволюции, терминологии и прочих его аспектов, поскольку возможность такой оценки переводит концепцию устойчивого развития из разряда философских теоретических рассуждений в плоскость прикладной области исследования, придавая ей практическую ценность. Поиск «измерителей» привел к появлению огромного числа подходов, систем, методик оценки, сориентироваться в которых становится все сложнее. В связи с этим вопрос систематизации накопленных к данному моменту знаний становится еще более актуальным, чем прежде. Цель данного исследования состоит в анализе подходов к измерению устойчивого развития, их упорядочению по ряду признаков с последующим объединением в концептуальную модель, отражающую их место и роль в общей системе знаний об измерении устойчивого развития.

Подходы к упорядочению огромного массива измерителей отличаются разнообразием. Их одновременно классифицируют как по уровню применения (международные, национальные, региональные, отраслевые, локальные), так и по подходам к разработке. С этой точки зрения большинство авторов считают, что к настоящему моменту четко определилось два основных направления:

1) на основе индикаторов, отражающих экономический, экологический, социальный и институциональный аспекты устойчивого развития систем, каждый из которых рассматривается обособленно;

2) на основе агрегированного (интегрального) индекса, отражающего взаимовлияние экономической, экологической и социальной составляющих устойчивого развития систем.

Концепция индикаторов, как отмечено *P. M. Boulanger*, изначально использовалась в чисто научном контексте для перевода теоретических (абстрактных) понятий в наблюдаемые переменные с целью эмпирической проверки научных гипотез. Таким образом, индикатор – это наблюдаемая переменная, используемая для сообщения о ненаблюдаемой реальности [1]. Е. В. Корчагина индикатором называет «элемент, указатель, устройство, прибор, отображающий ход процесса или состояние исследуемого объекта, его качественные либо количественные характеристики в форме, удобной для восприятия» [2, с. 67]. Н. П. Тарасова уточняет, что «индикаторы устойчивого развития – это показатели, выводимые из первичной информации и позволяющие судить о состоянии и (или) изменениях параметров устойчивого развития (экологических, экономических, социальных)» [3, с. 127]. В то время как индексы устойчивого развития – это комплексные показатели, получаемые в ходе агрегирования нескольких индикаторов друг с другом или с другими данными [3]. Необходимо отметить, что в состав «других данных» следует включать и сами индексы, которые нередко составляют структуру более сложных агрегированных индексов. Индексы также называют макроиндикаторами.

Данную классификацию нельзя назвать исчерпывающей: она не может охарактеризовать все многообразие точек зрения, встречающихся в научной литературе, опубликованной по данной тематике. Во-первых, значительно расширился инструментарий измерения. Во-вторых, методический аппарат интерпретации *результатов* измерения тоже требует отдельного рассмотрения и включения в общую систему оценки устойчивого развития.

ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Первый подход измеряет устойчивое развитие с применением системы индикаторов. Впервые этапы перевода

понятий в индикаторы были четко определены в трудах *P. Lazarsfeld* [4] об операционализации социологических теорий. Вскоре после публикации статьи понятие «индикатор», к которому в качестве уточнения было добавлено слово «социальный», приобрело широкую популярность. И если изначально для научного сообщества роль индикаторов была чисто методологической, теперь она стала нормативной и аксиологической, позволяющей оценить, где находится объект управления и куда движется относительно намеченных целей и принятых ценностей [1].

С методологической точки зрения такой подход называют секторальным (отраслевым), или опорным. Он рассматривает показатели из экономической, социальной и экологической областей по отдельности. Метафорически это представляют в виде так называемых столпов устойчивого развития. Здесь имеет значение именно равновесие между столпами, поэтому нет необходимости объединять их в один общий индекс. Данный подход в основном опирается на устойчивость как форму равновесия в функционировании каждого из столпов. При этом аспект развития практически отсутствует. Такая концепция распространена в политических и деловых кругах, используется в экономике, социальных и естественных науках, а концептуальные рамки помогают организовать и структурировать индикаторы в контексте «причинно-следственных цепей» [5] (табл. 1). К наиболее простой структуре исследователи, в частности Л. А. Федорова [6], относят структуру «проблема – индикатор». В качестве примера можно привести систему, используемую Европейским Союзом для мониторинга стратегии устойчивого развития стран ЕС (ЕС SDS).

Многообразие логической организации измерителей обусловлено как стратегическими целями, так и тактическими задачами управления и развития. Например, причинно-следственная цепь индикаторов Декларации тысячелетия «цели – задачи – индикаторы» предполагает первоочередное определение качественных целей и соответствующих им задач, а затем уже показателей мониторинга, имеющих количественное выражение. В логической цепи индикаторов Комиссии ООН по устойчивому развитию, построенной по схе-

ме «входное воздействие – состояние – управление», входные показатели характеризуют действия и процессы, оказывающие непосредственное влияние на устойчивое развитие социально-экономических систем. Показатели состояния указывают на конкретное или текущее состояние устойчивого развития, а показатели управления – на виды реагирования систем в ответ на изменение состояния устойчивого развития. Независимо от назначения, по справедливому замечанию *J. E. Innes*, наиболее достоверные и надежные социальные индикаторы строятся не только благодаря усилиям технических специалистов, но и видению и пониманию других участников политического процесса [10].

Как видно из табл. 1, наиболее известные индикаторные системы измерения относятся к глобальному уровню. Это можно объяснить тем, что интерес к измерению зародился в структурах глобального надстранового уровня и первые попытки их реализации были иницииро-

ваны именно этими структурами. Вполне закономерно, что данные системы измерения являются сегодня наиболее проработанными и «растиражированными». Несмотря на то что некоторые из них изначально разрабатывались для национального уровня и применение их на региональном уровне требует предварительной методологической переработки, С. Н. Бобылев [7] показал позитивный опыт их использования на примере конкретных российских регионов (Томской, Воронежской, Кемеровской и Самарской областей, г. Москвы, Чувашской Республики). Глобальные (национальные) показатели применены на региональном уровне и в работах О. И. Пантелеевой [11], Р. И. Гарипова [9], Т. Н. Дудиной, О. С. Тарасовой [12], Е. Б. Голованова [8] и многих других ученых. К тому же *принцип построения причинно-следственных цепей* и для национального, и для регионального уровня одинаков.

Таблица 1. Варианты логической организации индикаторов устойчивого развития

Table 1. Alternative logical groupings for sustainable development indicators

Структура причинно-следственной цепи	Разработчик системы или источник	Уровень применения
«Проблема – индикатор» или «тема – индикатор»	Евростат (Европейский Союз)	Национальный
«Тема – подтема – индикатор»	Комиссия по устойчивому развитию ООН	Глобальный (национальный) и региональный
«Цели – задачи – индикаторы»	Декларация тысячелетия, принятая ООН (ЦРТ). Повестка дня в области устойчивого развития до 2030 г. (ЦУР)	Национальный, рекомендована локализация до регионального, муниципального и т. д.
«Группа – показатель (индикатор)»	Всемирный банк «Индикаторы мирового развития»	Страновой
«Входное воздействие – состояние – управление»	Комиссия ООН по устойчивому развитию	Национальный
«Воздействие (давление) – состояние – реакция» (<i>PSR</i>) или «движущая сила – состояние – реакция» (<i>DSR</i>)	Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР)	Национальный
«Движущие силы – нагрузки – состояние – воздействие – реагирование» (<i>DPSIR</i>)	Комиссия ООН по устойчивому развитию (КУР) и ЮНЕП или Программа ООН по окружающей среде и развитию (ПРООН)	Национальный
«Раздел – категория – аспект – показатель»	Глобальная инициатива по отчетности (<i>GRI</i>)	Предприятие
«Цель – приоритеты – принципы – индикаторы»	Региональная экологическая политика Кемеровской области [6; 7]	Региональный
«Подсистема – цель подсистемы – индикаторы»	Оценка устойчивого развития экономики Челябинской области [8]	Региональный
«Принцип – фактор – индикатор»	Индикаторы устойчивого развития для Воронежской и Томской областей [9]	Региональный
<i>Источник:</i> составлено автором (= <i>compiled by author</i>)		



Рис. 1. Алгоритм индексного измерения устойчивого развития

Fig. 1. An index measurement algorithm for sustainable development

К преимуществам данного подхода, как правило, относят возможность учесть большее число аспектов и параметров развития по всем сферам (экономической, экологической, социальной и пр.) на разных уровнях (макро-, мезо-, микро-) и проследить отклонение от заданных значений с целью их корректировки. К недостаткам индикаторной оценки относят неоднородность, громоздкость, эклектичность показателей. Отмечают также сложность установления причинно-следственных связей с исследуемыми параметрами. Некоторую сложность вызывает отбор индикаторов по определенным критериям, среди которых называют значимость, полезность, аналитический характер, измеримость, репрезентативность, понятность и многие другие. Здесь мы разделяем мнение *J. E. Innes* [10] о том, что наиболее качественные индикаторы должны отражать общественно значимые ценности и политические цели, при этом технически они должны строиться на основе авторитетной, доказательной, научно обоснованной методологии.

Второй подход к измерению основывается на применении агрегированных (интегральных) индексов. Они позволяют судить о степени взаимовлияния экономической, экологической и социальной составляющих. Вместе с тем следует помнить, что именно взаимная сбалансированность является признаком устойчивого развития.

В настоящее время существует значительное число индексов устойчивого развития, разработанных для местного, национального и международного уровней. На сайте Международного института устойчивого развития приведено более 200 добровольно представленных инициатив по разработке *ISD*. Практика их использования обычно основана на объединении различных параметров в еди-

ную числовую форму, которая должна быть простой для понимания и использования. Необходимо учитывать, что они всегда многомерны и сложны. Согласимся с тем, что индексы применимы в тех случаях, когда четко видны причинно-следственные связи между различными элементами сложной системы [2]. Не менее важным аспектом, требующим серьезного анализа, является выбор формы преобразования информации, более подходящей для принятия решений. Обобщенный алгоритм индексного измерения представлен на рис. 1.

Сами индексы классифицируются по ряду принципов, а способы их построения зависят от целей исследования, содержания изучаемых явлений, состава показателей, методологии расчета исходных статистических данных и т. д. (рис. 2). На практике довольно сложно отнести конкретный индекс к какой-либо одной классификационной группе. Как правило, он одновременно классифицируется и по степени охвата, и по форме построения, и по виду весов и т. д. Многовариантность индексов обусловлена широким спектром задач, решаемых с их помощью. Некоторые из них входят в состав еще более сложных индексов. Например, в методике, разработанной под руководством М. З. Згуровского [13], индекс устойчивого развития являлся результатом интегрированной оценки трех измерений, каждое из которых состоит из нескольких «сложносочиненных» индексов, включая индекс человеческого развития. В работе *L. Cherchye, T. Kuosmanen* [14] предпринята попытка построения «метаиндекса» устойчивого развития (*MISD*), объединяющего 14 общеизвестных агрегированных индексов, среди которых уже названный индекс человеческого развития ПРООН, индекс ожидаемой продолжительности жизни ВОЗ, индекс благосостояния человека, экологический след и др.

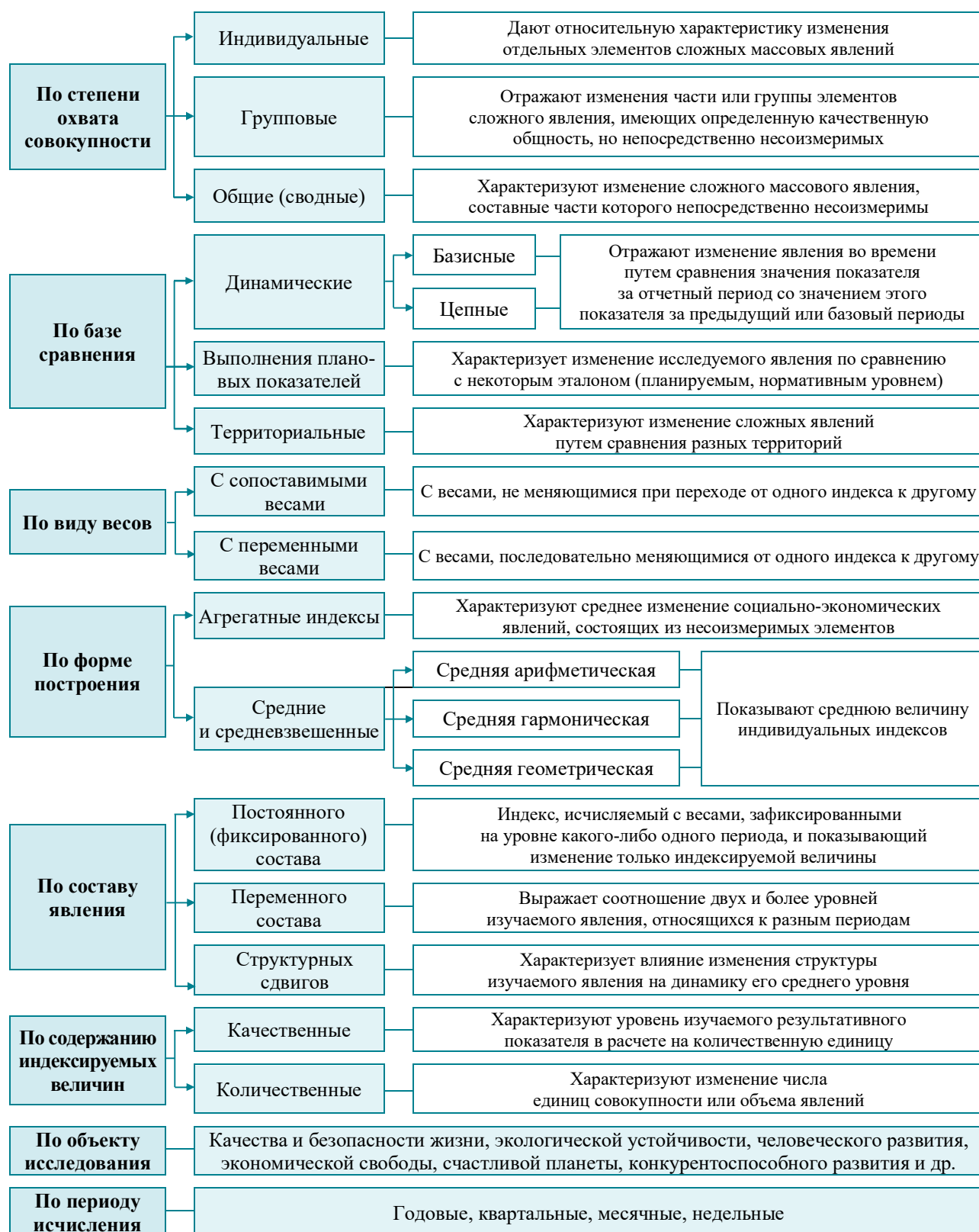


Рис. 2. Классификация индексов

Fig. 2. Index classification

Комплексные, или интегральные, индексы не менее востребованы и на региональном уровне. Их разработке посвящены труды Т. В. Ус-

ковой [15], Л. А. Федоровой [6], Ю. М. Максимова, С. Н. Митяковой [16], Е. А. Третьяковой, М. Ю. Осиповой [17] и многих других.

Основным достоинством метода является возможность перевода большого числа разнородных многомерных параметров устойчивого развития в одно или несколько количественных значений, удобных для сопоставления, сравнения и прочих действий, необходимых для подготовки и принятия взвешенных решений.

Однако этот подход, как и предыдущий, имеет недостатки. Во-первых, большое количество индикаторов в индексе затрудняет процесс его выведения, делая его сложным и громоздким, требующим специальной подготовки. Во-вторых, агрегирование не позволяет понять, какой именно показатель влияет на процесс в большей степени, а следовательно, требует декомпозиции (действия, обратного агрегированию). В-третьих, сложность измерения связана с тем, что разные предметные области используют свой набор мер, т. е. возникает проблема их сопоставимости, соразмерности, единства качества и количества. В-четвертых, присвоение разного веса различным индикаторам зачастую бывает субъективным. Кроме того, возникает закономерный вопрос: будет ли достижение целевых ориентиров по отдельным индексам означать прогресс в целом, если учитывать, что многие из них развиваются в противоположных направлениях? Несмотря на это, макроагрегирование является довольно популярным подходом к измерению.

Хотелось бы обратить внимание еще на один аспект: и индикаторное, и индексное измерение фиксируют прошлое или нынешнее состояние измеряемых объектов, а для определения наметившихся трендов необходимы дополнительные расчеты. С этой точки зрения отдельного внимания, по нашему мнению, заслуживает моделирование как еще один подход, который способен прогнозировать будущее состояние объекта измерения, давать системное представление о взаимном влиянии факторов, выявлять закономерности, которые не удалось обнаружить другими методами, и получать новую информацию о поведении анализируемых объектов. Это третий подход, который мы считаем самостоятельным подходом к измерению, применимый наравне с индексным подходом и имеющий такую же значимость. К тому же резуль-

таты моделирования используют при расчете агрегированных и прочих индексов наряду с индикаторами и другими данными, а индексы зачастую используют в качестве вводных в моделях (рис. 3).

Моделирование, с нашей точки зрения, может также считаться продолжением индикаторного подхода. Для классификации моделей нами был использован вид языка, на котором они сформулированы, что позволило разделить модели на содержательные (описанные на естественном языке) и формальные (воплощенные посредством формальных языков – программирования или математических теорий). С методологической точки зрения ценность имеют обе группы моделей. Здесь мы разделяем мнение Ю. М. Плотинского о том, что «если в естественно-научной среде моделирование часто считают только математическим, то в гуманитарной сфере чаще используются содержательные модели» [18, с. 89]. На практике формальное моделирование часто используют для уточнения результатов моделирования содержательного [18].

Первой попыткой моделирования взаимосвязи природы и общества можно считать модель глобального развития «Мир-1», разработанную по инициативе Римского клуба Дж. Форрестером в 1970 г. [19]. Наибольшую известность получила ее доработанная версия «Мир-2», представленная общественности в 1971 г. как модель мировой динамики [20]. Впоследствии на основе этой модели Д. Медоуз (1972) была построена более подробная модель «Мир-3», результаты которой опубликованы в книге «Пределы роста».

За пятьдесят лет математическое и компьютерное моделирование получило значительное развитие и стало действенным инструментом для измерения различных аспектов устойчивого развития на глобальном, региональном (В. И. Гурман с соавторами [21] и др.), отраслевом (Т. Л. Самков [19] и др.) и локальном уровнях (А. В. Сидорин [22] и др.).

Содержательные модели являются не менее востребованными, чем формальные, так как представляют собой «весьма эффективное средство решения сложных, обычно недостаточно четко формализуемых проблем,

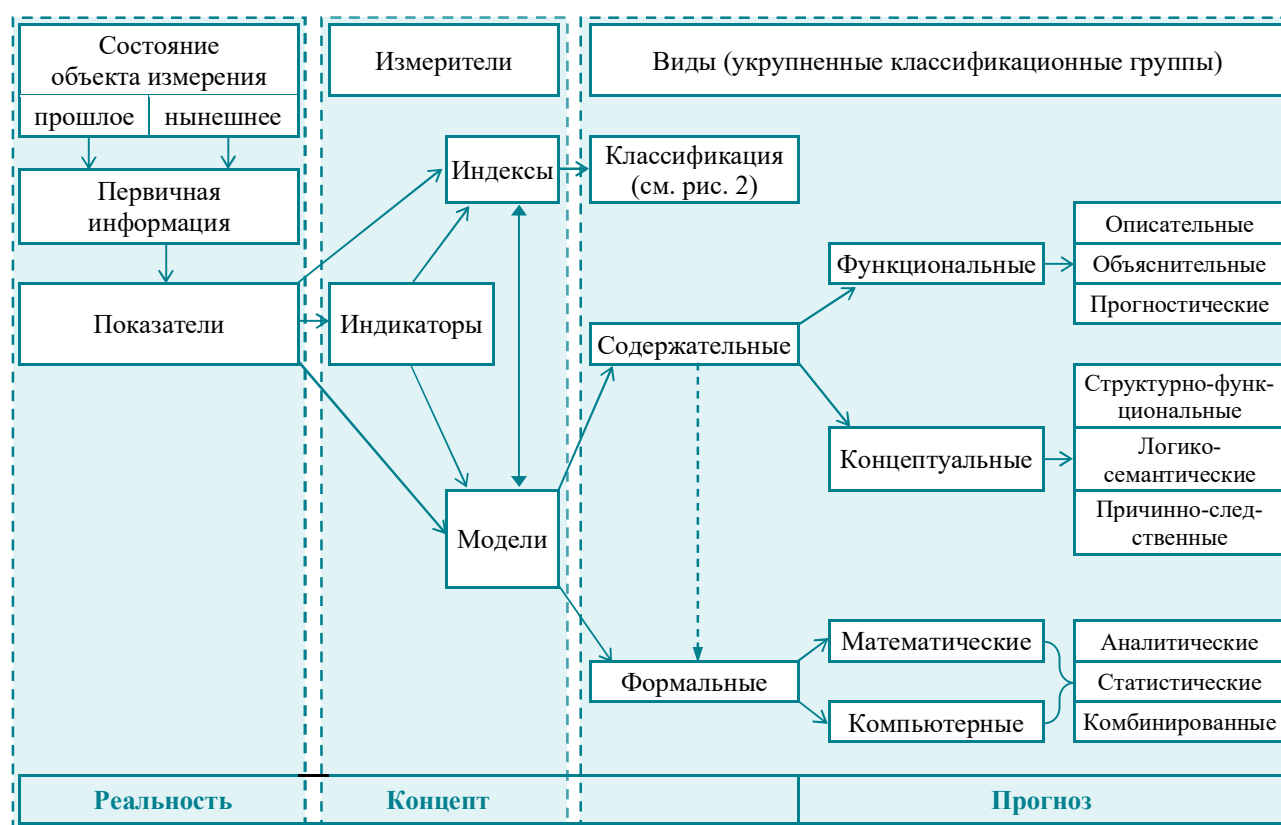


Рис. 3. Логико-семантическая модель методической взаимосвязи подходов к измерению устойчивого развития

Fig. 3. Logical-semantic model of methodological links among approaches to measuring sustainable development

в том числе в экономике» [23]. При этом объектом моделирования могут выступать как реальные объекты, процессы, явления, так и подходы, идеи, точки зрения. Так, *H. M. Thakshila Ruvini Herath, R. M. Prabodha Subhashini Rathnayake* [24] систематизировано 47 научных статей и дан обзор основных моделей устойчивого развития: «трех столпов», «перекрывающихся кругов», «призмы», «яйца», «пирамиды», «концентрических кругов» и др. Рассмотрено также их применение, способность генерировать знания, обсужден спектр методологических проблем, связанных с данными моделями. Не менее важным считаем способность таких моделей отражать взаимосвязи: прямые, обратные, рекурсивные, циклические и синергические. Например, в работе *M. Pedercinia* и соавторов [25] представлен метод выявления синергических эффектов. Поскольку страны стремятся к устойчивому развитию во многих секторах (здравоохранение, сельское хозяйство, инфраструктура), отраслевые программы взаимодействуют,

создавая синергический эффект, который изменяет их эффективность. Выявление такой синергии способствует гармонизации национальной политики и обеспечивает важный рычаг для достижения целей устойчивого развития. Международным институтом устойчивого развития также представлен подробный обзор моделей, используемых при разработке проектов для достижения ЦУР, в котором подчеркивается важность учета взаимного влияния различных аспектов устойчивого развития [26].

Методические подходы к оценке эффекта синергии наиболее проработаны для локального уровня, поскольку имеют более понятные механизмы и четкие рамки. Применяются они и на уровне регионов (*М. А. Шаталов* [27], *В. В. Побирченко* [28], *А. И. Ярембаш, Н. В. Кохан* [29] и др.). Вместе с тем данный подход может более широко использоваться в исследованиях устойчивого развития регионов.

Рассмотренные аспекты измерения можно отнести к так называемому техническому

блоку задач, начиная с подготовки и обработки данных и заканчивая вычислением. Ни индикаторы, ни индексы, ни модели сами по себе не могут служить основой для принятия решений. Следовательно, необходимо рассмотреть подходы к интерпретации полученных результатов.

ПОДХОДЫ К ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

Независимо от принципов отбора показателей и инструментов их обработки, все подходы к оценке результатов измерения можно отнести к одной или одновременно к нескольким основополагающим категориям устойчивого развития, т. е. к оценке с точки зрения а) развития, б) устойчивости, в) сбалансированности (рис. 4).

К примеру, востребованный в региональной оценке программно-целевой подход увязывает цели и ресурсы при помощи стратегий и программ, нацеленных на развитие. В частности, методика А. В. Козлова, С. С. Гут-

ман, И. М. Зайченко [30] основана на разработке трансформированной сбалансированной системы показателей, отобранных в соответствии со стратегическими картами развития регионов. При этом формулирование конкретных задач и разработка оценочных показателей осуществляются «снизу вверх», в отличие от более распространенных методик, имеющих нисходящую организацию показателей согласно дереву целей [31]. В обоих случаях организация показателей осуществляется методом каскадирования, основанного на принципе согласования целей систем всех уровней, а устойчивое развитие оценивается по степени достижения целевых ориентиров в статике.

Следует отметить, что сравнение – основной инструмент оценки, применяемый в «статических» системах измерения. При этом в качестве ориентиров также может выступать эталон – наилучший показатель среди сравниваемых регионов (Е. А. Третьякова, М. Ю. Осипова [17]) или среднее значение показателя по стране (Ю. М. Максимов с соавторами [16]).



Рис. 4. Экспликация базовых категорий оценки устойчивого развития

Fig. 4. Visualized basic categories of sustainable development assessment

Часто используется определение места в рейтинге при сравнении регионов между собой (*ESG*-рейтинг российских регионов¹) или отнесение региона к определенной группе, например методом кластеризации (О. В. Согачева [32], Т. Н. Гуль [33]). Заметим, что целью ранжирования и кластеризации является не получение количественных значений уровня устойчивого развития, а разбиение регионов по рангам или группам.

Проблема определения *уровня*, или *степени*, устойчивого развития отличается большим многообразием предлагаемых решений.

Так, Ю. М. Максимов с соавторами делят показатели на «затратные» и «эффективные»: «рост первых ведет к снижению, а рост вторых – к увеличению уровня устойчивого развития системы» [16]. По мнению Н. Н. Киселевой, значения показателей должны коррелировать с качественной шкалой «хуже – лучше», при этом большему значению показателя соответствует более высокий уровень развития региона по данному показателю [34]. Довольно востребованным методом измерения является разработка шкал, определение интервалов и критических значений показателей (табл. 2).

Таблица 2. Интервалы (шкалы) оценки устойчивого развития

Table 2. Intervals (scales) for assessing sustainable development

Пороговые значения интегрального индекса устойчивости региональной социально-экономической системы (Т. В. Ускова [15])		
Область устойчивости	Граница интервала индекса	Степень устойчивости социально-экономической системы
1	$0,90 < I_{уст} \leq 1,00$	Высокий уровень устойчивости развития
2	$0,75 < I_{уст} \leq 0,90$	Устойчивое развитие
	$0,50 < I_{уст} \leq 0,75$	Развитие, близкое к устойчивому
3	$0,25 < I_{уст} \leq 0,50$	Развитие с признаками неустойчивости
	$0,10 < I_{уст} \leq 0,25$	Неустойчивое, предкризисное развитие
4	$0,00 < I_{уст} \leq 0,10$	Абсолютно неустойчивое развитие, кризис
Шкала уровней динамической сбалансированности индикаторов устойчивого развития региона (Е. А. Третьякова, М. Ю. Осипова [17])		
Мера сходства, %		Уровень сбалансированности динамики показателей
0,00...0,40		Низкий
0,41...0,70		Средний
0,71...1,00		Высокий
Значения результатов оценки устойчивости развития региональной экономики (РЭ) (Е. Б. Голованов [8])		
Область значений интегральной оценки	Граница области	Интерпретация интегральной оценки
1. Устойчивое	0,85...1,00	Высокий уровень устойчивого развития РЭ
	0,65...0,85	Устойчивое развитие РЭ
2. Квазиустойчивое	0,50...0,65	Развитие РЭ, близкое к устойчивому состоянию
	0,25...0,50	Развитие РЭ с наличием признаков неустойчивости
3. Неустойчивое	0,10...0,25	Неустойчивое развитие РЭ
	0,00...0,10	Кризисное состояние устойчивости РЭ
Ранжирование уровней устойчивости (Ю. М. Максимов, С. Н. Митяков, Е. С. Митяков [16])		
Граница интервала		Уровень устойчивости
0,00...0,20		Крайне низкий
0,20...0,40		Низкий
0,40...0,60		Средний
0,60...0,80		Достаточно высокий
0,80...1,00		Очень высокий
Источник: составлено автором (= compiled by author)		

¹ *ESG*-рейтинг российских регионов 2020 // RAEX: International Group of Rating Agencies. URL:

https://raex-a.ru/rankings/regions/ESG_raiting (дата обращения: 01.10.2020).

Как видно из табл. 2, шкалы применяются авторами как для оценки устойчивости, так и для оценки сбалансированности и динамики показателей.

В заключение обзора методологических направлений отметим, что, несмотря на сложность и многомерность задачи измерения, это едва ли не самый важный аспект в управлении устойчивым развитием регионов, поскольку позволяет оценить не только текущую позицию региона, но и направление движения в отношении основных ценностей устойчивого развития, что особенно важно для принятия взвешенных решений по управлению региональной экономикой.

ОБОБЩЕНИЕ ПОДХОДОВ К ИЗМЕРЕНИЮ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Многообразие рассмотренных аспектов измерения устойчивого развития можно зафиксировать в виде обобщенной модели, которая описывает пути преобразования разнородной информации,

находящейся в распоряжении различных групп пользователей, в формы, наиболее пригодные для принятия решений, направленных на обеспечение устойчивого развития регионов (рис. 5).

Механизм трансформации научных и социально-экономических оценок в количественную информационную основу для использования заинтересованными сторонами включает несколько этапов. Во-первых, анализ информационной базы, т. е. методическое изучение фактов с помощью числовых параметров (обобщений, подсчетов, сопоставления статистических данных и пр.) с целью выявления различных измерений, составляющих понятие. Затем выявленные параметры трансформируются в переменные, а наиболее подходящие из них фиксируются в качестве индикаторов. Критерием выбора служат самые разные факторы: важность для конечной цели, простота измерения, оценка ограничений наблюдения и многие другие. Хотя выбор индикаторов чаще всего основывается на объективных количественных параметрах, он тем не менее всегда включает теоретические концептуальные элементы.

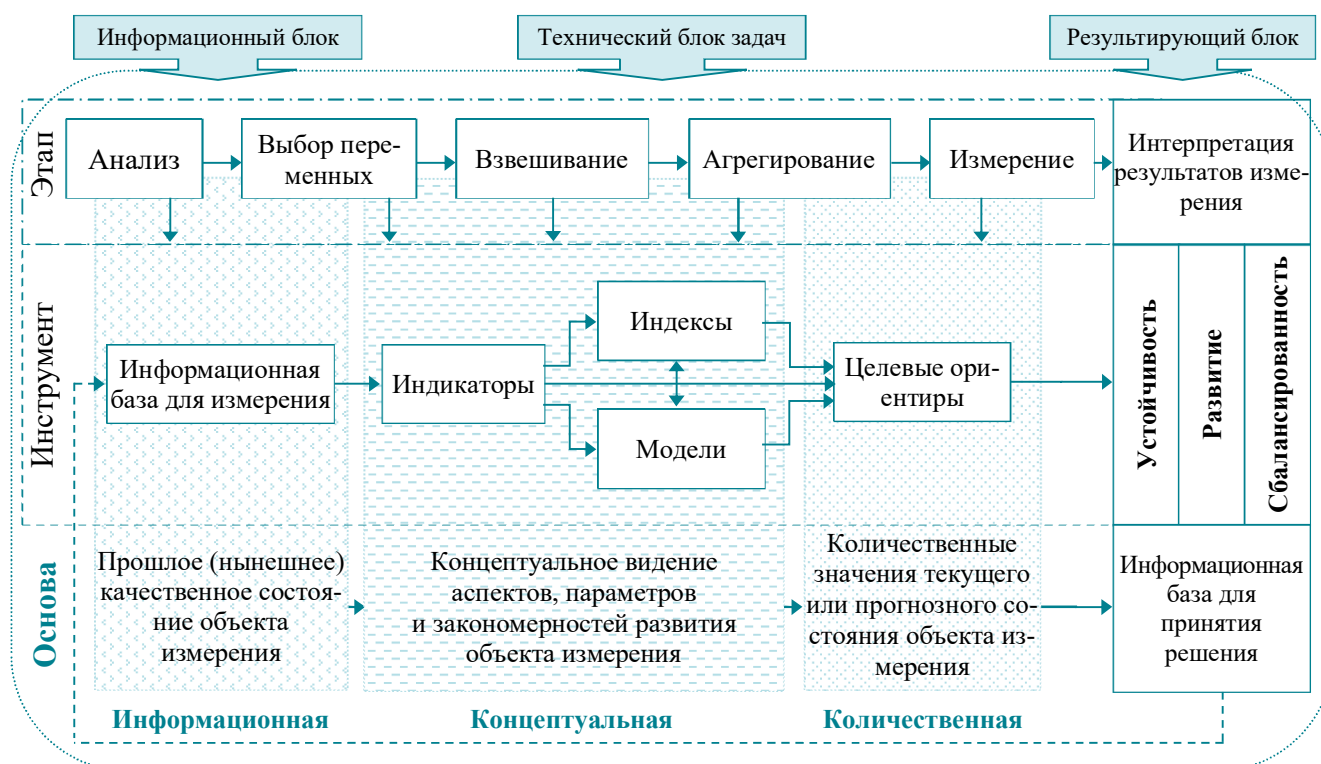


Рис. 5. Механизмы трансформации научных и социально-экономических оценок в количественную информационную основу для управления региональной экономикой

Fig. 5. Mechanisms of transformation of scientific and socio-economic assessments into a quantitative information basis for managing the regional economy

В этом, по нашему мнению, состоит основное отличие первичной статистической информации от социальных индикаторов, цель которых – быть инструментом целенаправленной оценки, основанной на концептуальном видении наиболее значимых факторов для функционирования исследуемой социально-экономической системы. Именно концептуальное видение аспектов, параметров и закономерностей развития объекта измерения является основополагающим при выборе инструментария оценки (индикаторного, индексного или моделирования).

После выбора индикаторов требуется определить единицы измерения, уровень точности, пространственный и временной масштаб. Поскольку выбранные переменные часто не имеют одинаковой степени точности и единиц измерения, требуется трансформировать шкалы измерений до доступных уровней, что может приводить к потере или искажению первичной информации. В случае если нет естественной общей единицы измерения, различные показатели должны быть стандартизированы. Здесь можно использовать несколько подходов к стандартизации, в частности статистический, эмпирический, аксиологический, математический [1].

Для пользователей, выбравших индикаторный подход к измерению, процесс трансформации исходной информации завершается на данном этапе. Полученные индикаторы уже могут служить для внутренней и (или) внешней оценки достижения цели или ее параметров, соответствия стандартам или ценностям, сравнения друг с другом и пр., т. е. могут выступать в качестве информационной основы для принятия решений. Кроме того, количественные данные могут служить исходной информацией для дальнейших исследований наряду с другими данными.

Для сторонников индексного подхода дальнейшая трансформация индикаторов в индексы происходит путем агрегирования и взвешивания. Вопрос взвешивания состоит в определении веса, т. е. присвоении ценности различным измерениям. Сложность взвешивания заключается в том, что рассматриваемые критерии могут быть несоизмеримыми как по техническим причинам, поскольку реальные системы очень сложны, так и по социальным причинам из-за противоречий систем ценнос-

тей в обществе (например, между экономическим ростом и сохранением окружающей среды). Слабая сопоставимость ценностей отмечается и другими авторами. В частности, *J. Martinez-Alier* и соавторы [35] называют ее одной из характерных черт экологической экономики. Авторы подчеркивают, что «в многокритериальной задаче нет решения, оптимизирующего все критерии одновременно, и поэтому лицо, принимающее решение, должно находить компромиссные варианты (то есть баланс между различными конфликтующими критериями)» [35, с. 277]. Этим аспектом обусловлен отказ от идеи взвешивания в некоторых системах оценки, например в методике расчета индекса ЦУР, рекомендованной ООН. При этом отказ от определения веса, т. е. присвоения одинаковых весов всем измерениям, также можно считать субъективным. Здесь решение должно зависеть от цели измерения.

Заключительным этапом индексной оценки является объединение различных индикаторов в синтетический индекс. В рамках данного подхода имеет значение именно интегральный показатель, а отдельные индикаторы не представляют ценности, являясь лишь частями целого. Как упоминалось ранее, полученные индексы могут быть объединены с другими индексами или прочими данными в зависимости от цели агрегирования. В любом случае инструментарий должен быть ориентирован на гипотезу исследования или его цель.

Что касается моделирования, то содержательные модели являются основой и для индикаторного, и для индексного моделирования, а формальные модели могут быть их продолжением с целью прогнозирования будущего состояния объекта измерения.

Количественные результаты измерения, независимо от подхода, интерпретируются с точки зрения устойчивости, или сбалансированности, или развития. В то время как степень отклонения от заданных параметров служит основой для принятия решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные выводы и результаты исследования заключаются в том, что накопившийся массив знаний о подходах, системах, методиках, моделях оценки

устойчивого развития вызывает необходимость их систематизации, осуществление которой позволило определить, что все они, как правило, классифицируются по уровню применения (международные, национальные, региональные, отраслевые и локальные) и по подходам к разработке (на основе построения системы индикаторов и на основе агрегированного (интегрального) индекса). Второй подход, с нашей точки зрения, можно считать логическим продолжением первого. Оба подхода имеют преимущества и недостатки, при этом оба фиксируют прошлое или нынешнее состояние измеряемых объектов, но для определения наметившихся трендов требуют дополнительных расчетов. Решить эту задачу можно с помощью моделирования, которое, по нашему мнению, следует рассматривать как самостоятельный (третий) подход к измерению, применимый наравне с индексным подходом и имеющий такую же значимость. Моделирование, помимо оценки уже сложившейся ситуации, позволяет прогнозировать будущее состояние объекта измерения, давать системное представление о взаимном влиянии факторов, выявлять закономерности, которые не удалось обнаружить другими методами, и получать новую информацию о поведении анализируемых объектов

для принятия взвешенных управленческих решений. Методическая взаимосвязь всех трех подходов к измерению устойчивого развития была отражена в авторской логико-семантической модели. Данные подходы к оценке рассматривались с точки зрения методического аппарата обработки исходных данных. Все подходы анализировались также с точки зрения методического аппарата оценки полученных результатов измерения. В итоге установлено, что независимо от принципов отбора показателей и инструментов их обработки полученные результаты можно отнести к одной или одновременно к нескольким основополагающим категориям устойчивого развития, т. е. к оценке с точки зрения развития, устойчивости и сбалансированности. В зависимости от цели оценки устойчивость, сбалансированность или степень развития региона устанавливаются по степени сходства (отклонения) в сравнении с заданными в методике параметрами, что и является основой для принятия решений. Полученные выводы зафиксированы в виде обобщенной модели, отражающей механизмы трансформации научных и социально-экономических оценок в количественную информационную основу, необходимую для принятия управленческих решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Boulanger P. M.* Sustainable development indicators: a scientific challenge, a democratic issue // Open Edition Journals. 2008. Vol. 1, no. 1. URL: <https://journals.openedition.org/sapiens/166> (дата обращения: 28.03.2022).
2. *Корчагина Е. В.* Методы оценки устойчивого развития региональных социально-экономических систем // Проблемы современной экономики. 2012. № 1 (41). С. 67–71.
3. *Тарасова Н. П., Кручина Е. Б.* Индексы и индикаторы устойчивого развития // Устойчивое развитие: ресурсы России: монография / под общ. ред. Н.П. Лаверова. М.: Изд. центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. С. 43–76.
4. *Lazarsfeld P. F.* Evidence and Inference in Social Research // Daedalus. 1958. Vol. 87, no. 4. P. 99–130. URL: <http://www.jstor.org/stable/20026465> (дата обращения: 06.05.2022).
5. *Niemeijer D., Groot R. S. de.* Framing environmental indicators: moving from causal chains to causal networks // Environment Development and Sustainability. 2008. Vol. 10, no. 1. P. 89–106. doi: [10.1007/s10668-006-9040-9](https://doi.org/10.1007/s10668-006-9040-9)
6. *Федорова Л. А.* Особенности формирования инструментария оценки устойчивости социально-экономических систем различных уровней // Вестник Воронежского государственного университета. Сер.: Экономика и управление. 2015. № 1. С. 147–155.
7. *Бобылев С. Н.* Индикаторы устойчивого развития: региональное измерение. М.: Акрополь; ЦПЭР, 2007. 60 с.
8. *Голованов Е. Б.* Методический подход в оценке устойчивого развития региональной экономики // Современные технологии управления. 2015. № 3 (51). URL: <https://sovman.ru/article/5104> (дата обращения: 10.05.2022).
9. *Гарипов Р. И., Гарипова Е. Н.* К вопросу об оценке устойчивого развития региональной экономической системы // Управление в современных системах. 2013. № 1. С. 29–43.

10. *Innes J. E.* Knowledge and Public Policy. The Search for Meaningful Indicators. New Brunswick (USA); London (UK): Transaction Publ., 1990. 376 p. doi: [10.4324/9780429337840](https://doi.org/10.4324/9780429337840)
11. *Пантелеева О. И.* Применение индикаторов устойчивого развития на региональном и муниципальном уровне // Региональная экономика: теория и практика. 2010. № 22 (157). С. 39–47.
12. *Дудина Т. Н., Тарасова О. С.* Подходы к разработке индексов и индикаторов // Статистика – язык цифровой цивилизации: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф. «II Открытый российский статистический конгресс», 4–6 дек. 2018 г. Ростов н/Д: АзовПринт, 2018. С. 424–429.
13. *Zgurovsky M.* The Sustainable Development Global Simulations in Respect of Quality and Safety of Human Life. К.: Polytekhnika, 2007. 218 p.
14. *Cherchye L., Kuosmanen T.* Benchmarking Sustainable Development: A Synthetic Meta-index Approach. Working Paper, 2002. 28 p. URL: <https://econwpa.ub.uni-muenchen.de/econ-wp/othr/papers/0210/0210001.pdf> (дата обращения: 23.04.2022).
15. Ускова Т. В. Управление устойчивым развитием региона. Вологда: СЭРТ РАН, 2009. 355 с.
16. *Максимов Ю. М., Мутяков С. Н., Мутяков Е. С.* Система показателей устойчивого развития региона // Экономика региона. 2011. № 2. С. 226–231.
17. *Третьякова Е. А., Осипова М. Ю.* Сочетание статического и динамического подходов в оценке устойчивого развития региональных социально-экономических систем // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2016. Т. 2, № 29. С. 79–92. doi: [10.17072/1994-9960-2016-2-79-92](https://doi.org/10.17072/1994-9960-2016-2-79-92)
18. *Плотинский Ю. М.* Модели социальных процессов. М.: Логос, 2001. 296 с.
19. *Самков Т. Л.* Моделирование устойчивого развития системы отраслей и регионов // Вестник Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики. 2015. № 4 (47). С. 47–54.
20. *Forrester J. W.* World Dynamics. Cambridge, Mass.: Wright-Allen Press. Inc., 1971. 144 p.
21. *Гурман В. И., Либенсон И. Р., Скитневский Д. М.* Моделирование устойчивого развития региона и инвестиционных стратегий // Сибирский торгово-экономический журнал. 2013. № 1 (17). С. 10–16.
22. *Сидорин А. В.* Математическая модель устойчивого развития предприятия // Интернет-журнал «Науковедение». 2012. № 3. URL: <https://naukovedenie.ru/sbornik12/12-17.pdf> (дата обращения: 16.04.2022).
23. *Власов М. П., Шумко П. Д.* Моделирование экономических процессов. Ростов н/Д.: Феникс, 2005. 409 с.
24. *Thakshila Ruvini Herath H. M., Prabodha Subhashini Rathnayake R. M.* A Critical Approach towards Sustainable Development Models – A Review // International Journal of Agriculture Innovations and Research. 2019. Vol. 7, iss. 4. P. 446–454.
25. *Pedercini M., Arquitt S., Collste D., Herren H.* Harvesting synergy from sustainable development goal interactions. PNAS // 2019. Vol. 116, no. 46. P. 23021–23028. doi: [10.1073/pnas.1817276116](https://doi.org/10.1073/pnas.1817276116)
26. Modelling for Sustainable Development: New decisions for a New Age / The International Institute for Sustainable Development. 2019. 85 p. URL: <https://www.iisd.org/system/files/publications/modelling-for-sustainable-development.pdf> (дата обращения: 06.04.2022).
27. *Шаталов М. А.* Исследование синергетических эффектов кластеризации в экономике регионов // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2017. № 6 (67). С. 119–129. doi: [10.21295/2223-5639-2017-6-119-129](https://doi.org/10.21295/2223-5639-2017-6-119-129)
28. *Побирченко В. В.* Факторы устойчивого социально-экономического развития региона, синергия взаимодействия // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2017. № 4-3. С. 123–126.
29. *Ярембаш А. И., Кохан Н. В.* Эффект синергии в программах регионального социально-экономического развития // Механизмы управления экономическими, экологическими и социальными процессами в условиях инновационного развития: сб. материалов IV междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. Ч. 1. Алчевск: Донбас. гос. техн. ун-т, 2018. С. 310–318.
30. *Козлов А. В., Гутман С. С., Зайченко И. М.* Программа развития Арктической зоны Российской Федерации на основе комплекса региональных индикаторов // Вестник Забайкальского государственного университета. 2014. № 11 (114). С. 110–120.
31. *Смоляков Ю. И., Медведева И. А.* Система индикаторов устойчивого развития социальной инфраструктуры региона // Транспортное дело России. 2008. № 6. С. 35–38.
32. *Согачева О. В.* Кластерный анализ как инструмент управления социально-экономическим развитием региона (на примере Центрального федерального округа) // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. 2016. № 1 (27). С. 43–46.
33. *Гуль Т. Н.* Оценка устойчивости развития региона // Социально-экономические явления и процессы. 2011. № 10 (32). С. 34–39.
34. *Киселева Н. Н.* Устойчивое развитие социально-экономической системы региона: методология исследования, модели, управление: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. Ростов н/Д., 2008. 55 с.
35. *Martinez-Alier J., Munda G., O'Neill J.* Weak comparability of values as a foundation for ecological economics // Ecological Economics. 1998. Vol. 26, iss. 3. P. 277–286. doi: [10.1016/S0921-8009\(97\)00120-1](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00120-1)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Татьяна Викторовна Алферова – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента, Пермский государственный национальный исследовательский университет (Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: talferova68@mail.ru).

REFERENCES

1. Boulanger P. M. Sustainable development indicators: a scientific challenge, a democratic issue. *Open Edition Journals*, 2008, vol. 1, no. 1. Available at: <https://journals.openedition.org/sapiens/166> (access date 28.03.2022).
2. Korchagina E. V. Metody otsenki ustoichivogo razvitiya regional'nykh sotsial'no-ekonomicheskikh system [Sustainable development of regional socio-economic systems: Methods of evaluation]. *Problemy sovremennoi ekonomiki* [Problems of Modern Economics], 2012, no. 1 (41), pp. 67–71. (In Russian).
3. Tarasova N. P., Kruchina E. B. Indeksy i indikatory ustoichivogo razvitiya [Coefficients and indicators of sustainable development]. *Ustoichivoe razvitie: resursy Rossii: monografiya / pod obshch. red. N.P. Laverova* [Sustainable Development: Resources of Russia: monograph. Edited by N. P. Laverov]. Moscow, Izd. tsentr RKhTU im. D.I. Mendeleeva Publ., 2004, pp. 43–76. (In Russian).
4. Lazarsfeld P. F. Evidence and inference in social research. *Daedalus*, 1958, vol. 87, no. 4, pp. 99–130. Available at: <http://www.jstor.org/stable/20026465> (access date 06.05.2022).
5. Niemeijer D., Groot R. S. de. Framing environmental indicators: Moving from causal chains to causal networks. *Environment Development and Sustainability*, 2008, vol. 10, no. 1, pp. 89–106. doi: [10.1007/s10668-006-9040-9](https://doi.org/10.1007/s10668-006-9040-9)
6. Fedorova L. A. Osobennosti formirovaniya instrumentariya otsenki ustoichivosti sotsial'no-ekonomicheskikh sistem razlichnykh urovnei [Features of formation of tools of the assessment of stability of social and economic systems of various levels]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Ekonomika i upravlenie* [Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management], 2015, no 1, pp. 147–155. (In Russian).
7. Bobylev S. N. *Indikatory ustoichivogo razvitiya: regional'noe izmerenie* [Indicators of Sustainable Development: Regional Dimension]. Moscow, Akropol'; TsPER Publ., 2007. 60 p. (In Russian).
8. Golovanov E.B. Metodicheskii podkhod v otsenke ustoichivogo razvitiya regional'noi ekonomiki [Methodological approach in assessing sustainable development of regional economy]. *Sovremennye tekhnologii upravleniya* [Modern Management Technology], 2015, no. 3 (51). Available at: <https://sovman.ru/article/5104> (access date 10.05.2022).
9. Garipov R. I., Garipova E. N. K voprosu ob otsenke ustoichivogo razvitiya regional'noi ekonomicheskoi sistemy [On the assessment of sustainable development of regional economic system]. *Upravlenie v sovremennykh sistemakh* [Management in Modern Systems], 2013, no. 1, pp. 29–43. (In Russian).
10. Innes J. E. *Knowledge and Public Policy. The Search for Meaningful Indicators*. New Brunswick (USA), London (UK), Transaction Publ., 1990. 376 p. doi: [10.4324/9780429337840](https://doi.org/10.4324/9780429337840)
11. Panteleeva O. I. Primenenie indikatorov ustoichivogo razvitiya na regional'nom i munitsipal'nom urovne [Application of sustainable development indicators at a regional and municipal level]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional Economics: Theory and Practice], 2010, no. 22 (157), pp. 39–47. (In Russian).
12. Dudina T. N., Tarasova O. S. Podkhody k razrabotke indeksov i indikatorov [Approaches to the development of coefficients and indicators]. *Statistika – yazyk tsifrovoi tsivilizatsii* [Statistics – Language of Digital Civilization]. Rostov-on-Don, AzovPrint Publ., 2018, pp. 424–429. (In Russian).
13. Zgurovsky M. *The Sustainable Development Global Simulations in Respect of Quality and Safety of Human Life*. Kiev, Polytekhnik, 2007. 218 p.
14. Cherchye L., Kuosmanen T. *Benchmarking Sustainable Development: A Synthetic Meta-index Approach*. Working Paper, 2002. 28 p. Available at: <https://econwpa.ub.uni-muenchen.de/econ-wp/othr/papers/0210/0210001.pdf>
15. Uskova T. V. *Upravlenie ustoichivym razvitiem regiona* [Management of Region's Sustainable Development]. Vologda, SERT RAN Publ., 2009. 355 p. (In Russian).
16. Maksimov Yu. M., Mityakov S. N., Mityakov E. S. Sistema pokazatelei ustoichivogo razvitiya regiona [The system of indicators of sustainable development in the region]. *Ekonomika regiona* [Economy of Regions], 2011, no. 2, pp. 226–231. (In Russian).

17. Tretyakova E. A., Osipova M. Yu. Sochetanie staticheskogo i dinamicheskogo podkhodov v otsenke ustoichivogo razvitiya regional'nykh sotsial'no-ekonomicheskikh sistem [Combination of static and dynamic approaches to assessing sustainable development of regional socio-economic systems]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ser. «Ekonomika»* [Perm University Herald. ECONOMY], 2016, vol. 2, no. 29, pp. 79–92. (In Russian). doi: [10.17072/1994-9960-2016-2-79-92](https://doi.org/10.17072/1994-9960-2016-2-79-92)
18. Plotinskii Yu. M. *Modeli sotsial'nykh protsessov* [Models of Social Processes]. Moscow, Logos Publ., 2001. 296 p. (In Russian).
19. Samkov T. L. Modelirovanie ustoichivogo razvitiya sistemy otraslei i regionov [Sustainable development modeling of industry systems and regions]. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta telekommunikatsii i informatiki* [The Herald of the Siberian State University of Telecommunications and Informatics], 2015, no. 4 (47), pp. 47–54. (In Russian).
20. Forrester J. W. *World Dynamics*. Cambridge, Mass., Wright-Allen Press. Inc., 1971. 144 p.
21. Gurman V. I., Libenson I. R., Skitnevskii D. M. Modelirovanie ustoichivogo razvitiya regiona i investitsionnykh strategii [Sustainable development modeling for regions and investment strategies]. *Sibirskii torgovo-ekonomicheskii zhurnal* [Siberian Trade Economic Journal], 2013, no. 1 (17), pp. 10–16. (In Russian).
22. Sidorin A. V. Matematicheskaya model' ustoichivogo razvitiya predpriyatiya [Mathematical model of sustainable development of company's]. *Internet-zhurnal «Naukovedenie»* [Science Studies E-Journal], 2012, no. 3. Available at: <https://naukovedenie.ru/sbornik12/12-17.pdf> (access date 16.04.2022).
23. Vlasov M. P., Shimko P. D. *Modelirovanie ekonomicheskikh protsessov* [Modelling of Economic Processes]. Rostov-on-Don, Feniks Publ., 2005. 409 p. (In Russian).
24. Thakshila Ruvini Herath H. M., Prabodha Subhashini Rathnayake R. M. A critical approach towards sustainable development models – A review. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 2019, vol. 7, iss. 4, pp. 446–454.
25. Pedercini M., Arquitt S., Collste D., Herren H. Harvesting synergy from sustainable development goal interactions. *PNAS*, 2019, Vol. 116, no. 46. doi: [10.1073/pnas.1817276116](https://doi.org/10.1073/pnas.1817276116)
26. *Modelling for Sustainable Development: New decisions for a New Age*. The International Institute for Sustainable Development, 2019. 85 p. Available at: <https://www.iisd.org/system/files/publications/modelling-for-sustainable-development.pdf> (access date 06.04.2022).
27. Shatalov M. A. Issledovanie sinergeticheskikh effektov klasterizatsii v ekonomike regionov [Study of synergetic effects of clustering in the economy of regions]. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava* [Herald of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law], 2017, no. 6 (67), pp. 119–129. (In Russian). doi: [10.21295/2223-5639-2017-6-119-129](https://doi.org/10.21295/2223-5639-2017-6-119-129)
28. Pobirchenko V. V. Faktory ustoichivogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona, sinergiya vzaimodeistviya [Factors of sustainable social economic development of a region, synergy of interaction]. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [Modern Issues of Humanities and Natural Sciences], 2017, no. 4-3, pp. 123–126. (In Russian).
29. Yarembash A. I., Kokhan N. V. Effekt sinergii v programmakh regional'nogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya [Synergy effect in the programs of regional social economic development]. *Mekhanizmy upravleniya ekonomicheskimi, ekologicheskimi i sotsial'nymi protsessami v usloviyakh innovatsionnogo razvitiya: v 2 ch. Ch. 1* [Management Mechanisms for Economic, Ecological and Social Processes at the Time of Innovative Development: in 2 Parts. Part 1]. Alchevsk, Donbas. gos. tekhn. un-t Publ., 2018, pp. 310–318. (In Russian).
30. Kozlov A. V., Gutman S. S., Zaichenko I. M. Programma razvitiya Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii na osnove kompleksa regional'nykh indikatorov [Program of Arctic zone development in the Russian Federation on the basis of complex regional indicators]. *Vestnik Zabaikal'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Vestnik Transbaikalsk State University], 2014, no. 11 (114), pp. 110–120. (In Russian).
31. Smolyakov Yu. I., Medvedeva I. A. Sistema indikatorov ustoichivogo razvitiya sotsial'noi infrastruktury regiona [System of indicators of the sustainable development of the social infrastructure of region]. *Transportnoe delo Rossii* [Transport Business in Russia], 2008, no. 6, pp. 35–38. (In Russian).
32. Sogacheva O. V. Klasternyi analiz kak instrument upravleniya sotsial'no-ekonomicheskimi razvitiem regiona (na primere Tsentral'nogo federal'nogo okruga) [Cluster analysis as a management tool of socio-economic development of the region (on the example of the Central Federal District)]. *Teoriya i praktika servisa: ekonomika, sotsial'naya sfera, tekhnologii* [Theory and Practice of Service: Economy, Social Area, Technologies], 2016, no. 1 (27), pp. 43–46. (In Russian).
33. Gul' T. N. Otsenka ustoichivosti razvitiya regiona [Estimation of development stability of region]. *Sotsial'no-ekonomicheskie yavleniya i protsessy* [Social Economic Phenomena and Processes], 2011, no. 10 (32), pp. 34–39. (In Russian).
34. Kiseleva N. N. *Ustoichivoe razvitie sotsial'no-ekonomicheskoi sistemy regiona: metodologiya issledovaniya, modeli, upravlenie*. Avtoref. diss. dokt. ekon. nauk [Sustainable development of social economic

system of a region: Methodology of study, models, management. Dr. econ. sci. author. diss.]. Rostov-on-Don, 2008. 55 p. (In Russian).

35. Martinez-Alier J., Munda G., O'Neill J. Weak comparability of values as a foundation for ecological economics. *Ecological Economics*, 1998, vol. 26, iss. 3, pp. 277–286. doi: [10.1016/S0921-8009\(97\)00120-1](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00120-1)

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Tatiana Viktorovna Alferova – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of Management, Perm State University (15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia; e-mail: talferova68@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 16.05.2022, принята к печати 15.07.2022

Received May 16, 2022; accepted July 15, 2022