

**Технологии классификации данных в оценке уровня
устойчивого развития территорий**

**Владимир Васильевич Глинский^{а), б)},
Алина Алексеевна Гришакова^{б)},
Людмила Константиновна Серга^{а), б)}**

^{а)} Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ» (НГУЭУ),
г. Новосибирск, Россия;

^{б)} Сибирский институт управления – филиал РАНХиГС, г. Новосибирск, Россия;

^{в)} ООО «СБС Консалтинг», г. Москва, Россия

Достижение целей устойчивого развития является одной из актуальных задач как для отдельной страны, так и для ее территорий. Цель исследования – разработка статистической методологии мониторинга и комплексной оценки устойчивого развития территории. В качестве информационной базы использованы открытые данные Росстата и данные ООН. Апробация предложенной системы мониторинга проведена на объекте, включающем территории разных уровней иерархии: страны мира, федеральные округа и регионы Российской Федерации.

Методология представлена в виде алгоритма, содержащего следующие этапы исследования: выбор объекта наблюдения, формирование системы показателей устойчивого развития территории, оценка уровня устойчивого развития территории, проведение на ее основе комплексного анализа (расчет интегрального индикатора, типология территорий, факторный анализ, динамика и прогнозирование, идентификация новых объектов наблюдения по типу устойчивого развития) и выработка рекомендаций по повышению уровня устойчивого развития конкретной территории. Интегральный показатель устойчивого развития территории определяется как среднее значение индексов по трем сферам устойчивости (социальной, экономической, экологической). Индексы предлагается рассчитывать по технологии многомерной средней по массиву показателей, характеризующих отдельную сферу устойчивого развития территории.

В работе рассчитаны индексы по сферам устойчивого развития и интегральный индикатор за 2010, 2015 и 2020 гг. В рамках анализа проведена типология стран мира (2010, 2015 и 2020 гг.) и территорий Российской Федерации (2011, 2016 и 2021 гг.) по уровню устойчивого развития; построены нейронная сеть и дискриминантная функция для идентификации новых объектов наблюдения по типу устойчивого развития; в рамках типологии получена модифицированная матрица портфельного анализа субъектов Российской Федерации за 2021 г. Сделаны выводы и предложены относительно стратегий развития рассмотренных территориальных образований.

Ключевые слова: устойчивое развитие территории, уровень устойчивости, цели устойчивого развития, типологическая группировка, дискриминантный анализ, нейронная сеть, портфельный анализ, интегральный показатель, показатели устойчивого развития, оценка устойчивого развития.

JEL: С4, Q56.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2023-30-5-11-27>.

Для цитирования: Глинский В.В., Гришакова А.А., Серга Л.К. Технологии классификации данных в оценке уровня устойчивого развития территорий. Вопросы статистики. 2023;30(5):11–27.

Data Classification Technologies in Assessing the Level of Sustainable Development of Territories

Vladimir V. Glinskiy^{a), b)},
Alina A. Grishakova^{c)},
Lyudmila K. Serga^{a), b)}

^{a)} Novosibirsk State University of Economics and Management (NSUEM), Novosibirsk, Russia;

^{b)} Siberian Institute of Management – Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Novosibirsk, Russia;

^{c)} SBS Consulting LLC, Moscow, Russia

Achievement of sustainable development goals is one of the urgent tasks both for an individual country and for its territory. The aim of the study is to develop a statistical methodology for monitoring and comprehensive assessment of sustainable development of the territory. The authors used open data of Rosstat and UN data as the information base of the study. Approbation of the proposed monitoring system was carried out on the object, including territories of different hierarchy levels: countries of the world, federal districts and regions of the Russian Federation.

The methodology is presented in the form of an algorithm containing the following stages of research: selection of the object of observation, formation of a system of indicators of sustainable development of the territory, assessment of the level of sustainable development of the territory and complex analysis on its basis (calculation of the integral indicator, typology of territories, factor analysis, dynamics and forecasting, identification of new objects of observation by type of sustainable development) and development of recommendations to improve the level of sustainable development of a particular territory. The integral indicator of sustainable development of the territory is defined as the average value of indices for the three spheres of sustainability (social, economic, environmental). The authors propose to calculate the indices using the technology of multidimensional average for an array of indicators characterising a separate sphere of sustainable development of the territory.

The paper calculates indices for the spheres of sustainable development and an integral indicator for 2010, 2015 and 2020. As part of the analysis, a typology of the world countries (2010, 2015 and 2020) and territories of the Russian Federation (2011, 2016 and 2021) by the level of sustainable development was carried out; a neural network and discriminant function for the identification of new objects of observation by the type of sustainable development were constructed; a modified matrix of portfolio analysis of the subjects of the Russian Federation for 2021 was performed as part of the typology. Conclusions and proposals regarding the development strategies of the considered territorial entities are made.

Keywords: sustainable development of a territory, level of sustainability, sustainable development goals, typological grouping, discriminant analysis, neural network, portfolio analysis, integral indicator, sustainable development indicators, sustainable development assessment.

JEL: C4, Q56.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2023-30-5-11-27>.

For citation: Glinskiy V.V., Grishakova A.A., Serga L.K. Data Classification Technologies in Assessing the Level of Sustainable Development of Territories. *Voprosy Statistiki*. 2023;30(5):11–27. (In Russ.)

Введение: постановка проблемы

Последние два десятилетия концепция устойчивого развития стала одним из трендов воспроизводства большинства стран. Переход к устойчивому развитию предполагает совершенствование всех сфер жизнедеятельности общества и поддержание баланса между ними посредством сохранения окружающей среды и достижения роста экономики, а также обеспечения социального благополучия населения.

Проблемы достижения устойчивости систем разного уровня поднимаются в трудах таких зарубежных ученых, как Д.Л. Медоуз, Д.Х. Медоуз и Й. Рандерс [1], Дж. Форрестер [2], Р. Солоу [3], Т. Титенбергер [4] и др., а также в работах оте-

чественных ученых, таких как Л.И. Абалкин [5], С.А. Айвазян [6], С.Н. Бобылев [7], В.Н. Борисов и О.В. Почукаева [8], В.И. Данилов-Данильян [9], В.Ф. Минаков [10], А.Д. Урсул и Т.А. Урсул [11] и др.

Вопросы разработки подхода к оценке и анализу устойчивого развития территорий рассматривались в трудах С.А. Айвазяна [6], С.Н. Бобылева [7], В.В. Глинского, Л.К. Серга, М.С. Хван и К.А. Зайкова [12], М.Н. Гурьевой и Л.Н. Рудневой [13], Е.В. Зенкиной [14], Е.А. Коломак и Т.В. Сумской [15], Д.Б. Кувалина, В.Н. Борисова, Ю.В. Зинченко и П.А. Лавриненко [16], А.Ю. Рожкова [17], Т.В. Усковой [18], Ф.Ф. Хамидуллина и М.Э. Мифтаховой [19], Ю.Н. Шелько [20] и др.

Устойчивое развитие территории — многомерное явление, включающее различные аспекты современного развития. Основными направлениями исследований в данной сфере остаются статистическое наблюдение, формирование системы статистических показателей, а также методология комплексной оценки уровня устойчивого развития территорий, поскольку отсутствуют единая система показателей и обобщающий индикатор устойчивого развития, позволяющие проводить динамический анализ и межстрановые и региональные сравнения. Кроме того, имеющиеся информационные базы не позволяют осуществить подбор данных по всем показателям Целей устойчивого развития (ЦУР), утвержденным Организацией Объединенных Наций (ООН), из-за проблемы доступности актуальных и сопоставимых данных для анализа. Вопрос типологизации территорий (особенно регионов) по уровню устойчивого развития, являющийся ключевым для разработки мер по повышению стабильности территории и рекомендаций для принятия органами власти управленческих решений, в научных публикациях почти не рассматривается.

Целью данной работы является разработка статистической методологии мониторинга и комплексной оценки устойчивого развития территории и апробация ее на объектах, относящихся к разным уровням иерархии (страны мира, федеральные округа и регионы Российской Федерации).

В качестве информационной базы для исследования устойчивого развития стран мира использованы официальные статистические данные международных организаций (ООН, Всемирного банка и ОЭСР)¹, на основе которых сформирован исходный массив данных по 98 странам за 2010–2020 гг. Для территорий Российской Федерации информационными источниками стали

официальные данные Федеральной службы государственной статистики (Росстата), в частности Национальный набор показателей ЦУР² и ежегодник «Регионы России. Социально-экономические показатели»³. Исходный массив данных сформирован по 78 регионам⁴ Российской Федерации за 2011–2021 гг. Обработка статистических данных осуществлялась при помощи пакета прикладных программ (ППП) StatSoft Statistica.

Методы и инструменты

Предлагается следующий алгоритм сквозной комплексной оценки устойчивого развития территорий (см. рис. 1).

Аналитической основой для формирования системы показателей по странам мира послужила Система глобальных показателей достижения ЦУР ООН⁵, для регионов России — Национальный набор показателей ЦУР. Основные сложности проведения данного этапа:

- по странам — Система глобальных показателей достижения ЦУР ООН имеет широкий перечень показателей, информация по большинству из которых отсутствует для ряда стран мира или носит фрагментарный характер, что исключает возможность их использования при проведении сравнений как по территориям, так и в динамике;
- по федеральным округам и регионам России — только часть данных по показателям из Национального набора собирается в разрезе территорий различного уровня, что не позволяет оценить достижение всех целей и задач устойчивого развития.

Учитывая указанные недостатки, сформулированы следующие допущения для отбора показателей при формировании исследовательского массива данных: использование количественно выраженных показателей, не имеющих бинар-

¹ Доклады ООН об устойчивом развитии. URL: <https://www.sdindex.org/>; Ежегодные доклады Всемирного Банка «Индикаторы мирового развития». URL: <http://data.worldbank.org/products/wdi>; База данных ОЭСР. URL: <https://stats.oecd.org/> (дата обращения 30 мая 2023 г.).

² Национальный набор показателей ЦУР. URL: <https://rosstat.gov.ru/sdg/national> (дата обращения 30 мая 2023 г.).

³ Регионы России. Социально-экономические показатели: 2021: стат. сб. / Росстат. М.: 2021. 1112 с. Регионы России. Социально-экономические показатели: 2022: стат. сб. / Росстат. М.: 2022. 1122 с. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения 30 мая 2023 г.).

⁴ Из генеральной совокупности исключены семь регионов: г. Севастополь и Республика Крым, не входившие в состав Российской Федерации до 2014 г., а также Чукотский автономный округ и Еврейская автономная область, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра, Ненецкий и Ямало-Ненецкий автономные округа, по которым статистические данные имеют фрагментарный характер [15].

⁵ Система глобальных показателей достижения целей в области устойчивого развития и выполнения задач Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. URL: https://unstats.un.org/sdgs/indicators/Global%20Indicator%20Framework%20after%20refinement_Rus.pdf.



Рис. 1. Алгоритм анализа устойчивого развития территории

Источник: составлено авторами.

ного результата (для исключения субъективности результатов); использование официальных международных и национальных статистических данных; доступность информации более чем по 80% объектов наблюдения аналогичного уровня для проведения межтерриториальных сравнений; доступность информации за последние 10 лет для изучения изменения уровня устойчивого развития в динамике.

По системам показателей, представленным в таблицах 1 и 2, сформированы исходные массивы данных⁶, которые подверглись процедуре импутации (восстановлению пропущенных значений)⁷.

Исходную систему показателей после ее проверки на мультиколлинеарность удалось сократить без существенного снижения ее информативности. На следующем шаге подготовки данных к анализу проведено нормирование полученного массива методом линейного масштабирования⁸.

На этапе выбора методики интегральной оценки (расчета обобщающего показателя) уровня устойчивого развития территорий задача заключалась в анализе широкого спектра возможных решений (классического факторного анализа, индексного метода, математико-статистического моделирования, дискриминантного анализа и др.) и определении оптимальной для решения задач

⁶ Sustainable Development Report 2023. URL: <https://www.sdindex.org/>; Ежегодный доклад Всемирного Банка «Индикаторы мирового развития». URL: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.

⁷ В случае отсутствия информации: для стран мира в отчетном периоде используются значения показателя за предыдущий период; для субъектов Российской Федерации – средние значения показателя по регионам федерального округа, куда входит рассматриваемый субъект, за аналогичный период.

⁸ Если наблюдается прямая связь между переменными (например, связь устойчивого развития с инновационной активностью организаций), применяется формула: $P_{ij}^n = \frac{x_{ij}^n - x_{\min j}^n}{x_{\max j}^n - x_{\min j}^n}$. Если наблюдается обратная связь между переменными (например, связь устойчивого развития с числом зарегистрированных преступлений), применяется формула: $P_{ij}^n = \frac{x_{\max j}^n - x_{ij}^n}{x_{\max j}^n - x_{\min j}^n}$, где P_{ij}^n – нормированное значение n -го показателя j -го блока по i -ому региону; x_{ij}^n – значение n -го показателя j -го блока по i -ому региону; $x_{\max j}^n, x_{\min j}^n$ – максимальное и минимальное значения n -го показателя j -го блока среди регионов.

Система показателей для оценки уровня устойчивого развития стран мира в разрезе целей устойчивого развития ООН

ЦУР ООН	Сфера устойчивости	Показатель устойчивого развития страны
1. Ликвидация нищеты	Социальная	1.1.1.* Доля населения, живущего за международной чертой бедности, в процентах
	Экономическая	1.a.2. Доля расходов на основные услуги (образование, здравоохранение и социальную защиту) в общей сумме государственных расходов, в процентах
2. Ликвидация голода	Социальная	2.1.1. Распространенность недоедания**, в процентах
	Экономическая	2.a.1. Индекс ориентированности на сельское хозяйство, определяемый по структуре государственных расходов, в процентах
3. Хорошее здоровье и благополучие	Социальная	3.1.1. Коэффициент материнской смертности (число материнских смертей на 100 000 живорождений за тот же период), число смертей
		3.3.2. Заболеваемость туберкулезом на 100 000 человек населения, случаев
		3.c.1. Число медицинских работников на душу населения и их распределение, человек
4. Качественное образование	Социальная	4.1.2. Процент завершения (начальное, неполное и полное среднее образование), в процентах
5. Гендерное равенство		5.5.2. Доля женщин на руководящих должностях, в процентах
6. Чистая вода и санитария		Экологическая
	6.4.2. Уровень нагрузки на водные ресурсы: забор пресной воды в процентном отношении к имеющимся запасам пресной воды, в процентах	
7. Недорогостоящая и чистая энергия	Экологическая	7.2.1. Доля возобновляемых источников энергии в общем объеме конечного энергопотребления, в процентах
		7.3.1. Энергоемкость, рассчитываемая как отношение расхода первичной энергии к ВВП, т в нефт. экв. / долл. США по паритету покупательной способности
8. Достойная работа и экономический рост	Социальная	8.5.2. Уровень безработицы, в процентах
9. Индустриализация, инновации и инфраструктура	Экологическая	9.4.1. Выбросы CO ₂ на единицу добавленной стоимости, кг/долл. США по паритету покупательной способности
	Экономическая	9.b.1. Доля добавленной стоимости продукции среднетехнологичных и высокотехнологичных отраслей в общем объеме добавленной стоимости, в процентах
		9.c.1. Доля населения, охваченного мобильными сетями, в процентах
10. Сокращение неравенства внутри стран и между ними	Социальная	10.4.1. Доля доходов трудящихся в ВВП, в том числе заработная плата и выплаты по линии социальной защиты, в процентах
11. Устойчивые города и населенные пункты	Экологическая	11.6.2. Среднегодовой уровень содержания мелких твердых частиц в атмосфере городов (в пересчете на численность населения), мкг/м ³
12. Ответственное потребление и производство	Экономическая	12.2.2. Совокупное внутреннее материальное потребление и внутреннее материальное потребление на душу населения и в процентном отношении к ВВП, в процентах
13. Борьба с изменением климата	Социальная	13.1.1. Число погибших, пропавших без вести и пострадавших непосредственно в результате бедствий на 100 000 человек населения, человек
14. Сохранение морских экосистем	Экологическая	14.5.1. Отношение охраняемых районов к общей площади морских районов, в процентах
15. Сохранение экосистем суши		15.1.1. Площадь лесов в процентном отношении к общей площади суши, в процентах
		15.5.1. Индекс Красного списка, коэффициент
16. Мир, правосудие и эффективные институты	Социальная	16.1.1. Число жертв умышленных убийств на 100 000 человек населения, человек
17. Партнерство в интересах устойчивого развития	Экономическая	17.1.1. Общий объем государственных доходов в процентном отношении к ВВП, в процентах
		17.8.1. Доля населения, пользующегося Интернетом, в процентах

* Здесь и далее номер показателя обозначает его номер в Системе глобальных показателей достижения ЦУР ООН.

** Показатель дает оценку доли населения страны, чье потребление продуктов питания не позволяет удовлетворить его потребность в энергии, поступающей с пищей и необходимой для поддержания жизни.

Источник: Система глобальных показателей достижения целей в области устойчивого развития и выполнения задач Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года.

Система показателей для оценки уровня устойчивого развития регионов России в разрезе ЦУР ООН

ЦУР ООН	Сфера устойчивости	Показатель устойчивого развития региона*
1. Ликвидация нищеты	Социальная	Численность населения с доходом ниже прожиточного минимума, в процентах от общей численности населения
	Экономическая	Реальные денежные доходы населения, в процентах к предыдущему году
2. Ликвидация голода	Экономическая	Индекс производства продукции сельского хозяйства в сопоставимых ценах к предыдущему году, в процентах
3. Хорошее здоровье и благополучие	Социальная	Зарегистрированная заболеваемость на 1000 человек населения
		Обеспеченность врачами на 10 000 человек населения, человек
		Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет
4. Качественное образование	Социальная	Численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, на 10 000 человек населения
5. Гендерное равенство	Социальная	Доля женщин на руководящих должностях, в процентах
6. Чистая вода и санитария	Экологическая	Доля нормативно очищенной сточной воды, в процентах
	Социальная	Доля населения Российской Федерации, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, в процентах
7. Чистая энергия	Экологическая	Потребление электроэнергии на душу населения, кВт*ч
8. Достойная работа и экономический рост	Социальная	Уровень занятости, в процентах
	Экономическая	Индекс производительности труда, в процентах к предыдущему году
9. Индустриализация, инновации и инфраструктура	Экономическая	Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг, в процентах
		Доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВРП, в процентах
		Доля организаций, использующих широкополосный доступ к сети Интернет, в общем числе организаций, в процентах
		Плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием на 1000 кв. км территории, км
10. Уменьшение неравенства	Социальная	Коэффициент Джини (индекс концентрации доходов)
11. Устойчивые города и населенные пункты	Экологическая	Доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ в общем количестве отходящих загрязняющих веществ от стационарных источников, в процентах
		Доля площади зеленых насаждений в пределах городской черты в общей площади городских земель, в процентах
	Экономическая	Ввод в действие общей площади жилых домов на 1000 человек населения, кв. м
12. Ответственное потребление и производство	Экологическая	Текущие (эксплуатационные) затраты на охрану окружающей среды, в процентах от ВРП
13. Борьба с изменением климата		Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, тыс. т
14. Сохранение морских экосистем		Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, млн куб. м
15. Сохранение экосистем суши	Экологическая	Лесовосстановление, тыс. га
16. Мир, правосудие и эффективные институты	Социальная	Число зарегистрированных преступлений на 10 000 человек населения
		Доля населения, использующего сеть Интернет для получения государственных и муниципальных услуг, в общей численности населения, в процентах
17. Партнерство в интересах устойчивого развития	Экономическая	Индекс физического объема инвестиций в основной капитал на душу населения к предыдущему году в сопоставимых ценах, в процентах

* С 1 января 2021 г. наименование отдельных показателей было изменено в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2021 г. № 2049.

Источник: Цели устойчивого развития в Российской Федерации. 2022: крат. стат. сб. / Росстат. М.: 2022. 87 с. URL: <https://rosstat.gov.ru/sdg/report>; Национальный набор показателей ЦУР.

исследования альтернативы. В работе интегральный показатель рассчитан по технологии многомерной средней по всему массиву показателей, характеризующих социальную, экологическую и экономическую сферы устойчивого развития территории. При этом сначала по каждой сфере (блоку показателей) рассчитывался свой индекс устойчивости как среднее значение нормированных характеристик (I_{ij}). Затем определялся интегральный показатель устойчивого развития территории как среднее значение из индексов, рассчитанных по трем сферам устойчивости (социальной, экономической, экологической).

Интегральный показатель устойчивого развития принимает значения в интервале $[0; 1]$ (0 – минимальное значение, 1 – максимальное), что дает возможность сравнивать регионы, проводить типологию, измерять динамику.

Результаты эксперимента

Для сформированной совокупности стран мира были рассчитаны индексы по рассматриваемым сферам устойчивого развития, а также интегральный показатель за 2010, 2015 и 2020 гг. (см. таблицу 3).

Таблица 3

Интегральный показатель уровня устойчивого развития стран мира, 2010, 2015 и 2020 годы

Страна	2010	2015	2020	Страна	2010	2015	2020
Австралия	0,588	0,610	0,603	Мексика	0,536	0,555	0,576
Австрия	0,602	0,608	0,611	Мозамбик	0,518	0,519	0,531
Азербайджан	0,486	0,516	0,545	Мьянма	0,470	0,512	0,548
Албания	0,532	0,559	0,608	Намибия	0,430	0,474	0,541
Алжир	0,434	0,456	0,517	Нигерия	0,429	0,428	0,462
Ангола	0,408	0,424	0,447	Нидерланды	0,614	0,608	0,625
Аргентина	0,528	0,546	0,559	Никарагуа	0,546	0,565	0,627
Бангладеш	0,368	0,385	0,395	Новая Зеландия	0,614	0,608	0,625
Бельгия	0,567	0,585	0,620	Норвегия	0,672	0,672	0,674
Бенин	0,372	0,354	0,399	Пакистан	0,337	0,345	0,398
Болгария	0,552	0,593	0,612	Панама	0,485	0,506	0,518
Бразилия	0,573	0,621	0,638	Перу	0,510	0,510	0,555
Великобритания	0,615	0,597	0,615	Польша	0,551	0,573	0,609
Венесуэла	0,505	0,515	0,518	Португалия	0,564	0,575	0,582
Вьетнам	0,539	0,560	0,579	Республика Камерун	0,423	0,422	0,446
Гана	0,466	0,495	0,545	Республика Корея	0,574	0,591	0,621
Гватемала	0,501	0,551	0,561	Республика Кот-д'Ивуар	0,448	0,454	0,516
Германия	0,598	0,613	0,614	Российская Федерация	0,557	0,572	0,597
Гондурас	0,525	0,565	0,563	Румыния	0,563	0,575	0,608
Греция	0,549	0,556	0,586	Сальвадор	0,466	0,473	0,537
Грузия	0,487	0,528	0,534	Сенегал	0,444	0,461	0,535
Дания	0,605	0,628	0,643	Сербия	0,509	0,565	0,607
Доминиканская Республика	0,535	0,578	0,601	Словения	0,609	0,606	0,631
Египет	0,418	0,429	0,464	Суринам	0,493	0,548	0,615
Израиль	0,556	0,555	0,583	США	0,574	0,585	0,605
Индия	0,431	0,438	0,518	Таиланд	0,539	0,576	0,579
Индонезия	0,481	0,493	0,537	Танзания	0,495	0,518	0,548
Иордания	0,446	0,477	0,487	Того	0,430	0,448	0,493
Ирак	0,350	0,332	0,396	Тунис	0,485	0,514	0,541
Ирландия	0,591	0,577	0,579	Турция	0,502	0,512	0,542
Исландия	0,652	0,672	0,673	Украина	0,550	0,569	0,614
Испания	0,555	0,571	0,605	Уругвай	0,551	0,564	0,602
Италия	0,555	0,563	0,590	Фиджи	0,521	0,515	0,575
Казахстан	0,486	0,504	0,530	Филиппины	0,506	0,514	0,541
Камбоджа	0,501	0,504	0,560	Финляндия	0,657	0,668	0,681
Канада	0,591	0,604	0,620	Франция	0,617	0,623	0,640
Кения	0,481	0,496	0,532	Хорватия	0,555	0,588	0,603
Кипр	0,534	0,540	0,572	Черногория	0,515	0,547	0,569
Китай	0,472	0,504	0,530	Чехия	0,562	0,588	0,586
Колумбия	0,514	0,563	0,572	Чили	0,505	0,594	0,608
Коста-Рика	0,545	0,574	0,571	Швейцария	0,604	0,605	0,595
Латвия	0,581	0,607	0,628	Швеция	0,649	0,662	0,649
Литва	0,543	0,591	0,615	Шри-Ланка	0,420	0,452	0,478
Люксембург	0,578	0,588	0,592	Эквадор	0,523	0,564	0,579
Маврикий	0,518	0,526	0,545	Эстония	0,610	0,632	0,643
Мадагаскар	0,431	0,439	0,466	Эфиопия	0,483	0,532	0,548
Малайзия	0,568	0,586	0,590	ЮАР	0,456	0,458	0,506
Мальта	0,545	0,556	0,575	Ямайка	0,524	0,560	0,574
Марокко	0,499	0,505	0,549	Япония	0,599	0,614	0,628

Источник: составлено авторами.

Межстрановое сравнение выполнено на основе *типологической группировки* с использованием технологий искусственного и естественного разбиения.

Искусственное разбиение стран проводилось по интегральному показателю с выделением *пяти*

типов устойчивого развития: абсолютная неустойчивость [0; 0,2); неустойчивое развитие [0,2; 0,4); развитие, близкое к устойчивому [0,4; 0,6); устойчивое развитие [0,6; 0,8); высокий уровень устойчивого развития [0,8; 1] (см. таблицу 4).

Таблица 4

Типологическая группировка стран мира по уровню устойчивого развития, 2010, 2015 и 2020 годы

Тип устойчивого развития	2010	2015	2020
Абсолютная неустойчивость [0; 0,2)	–	–	–
Неустойчивое развитие [0,2; 0,4)	Бенин, Бангладеш, Ирак, Пакистан	Бангладеш, Бенин, Пакистан, Ирак	Бенин, Пакистан, Ирак, Бангладеш
Развитие, близкое к устойчивому [0,4; 0,6)	Япония, Германия, Ирландия, Канада, Латвия, Австралия, Люксембург, Республика Корея, США, Бразилия, Малайзия, Бельгия, Португалия, Румыния, Чехия, Израиль, Российская Федерация, Италия, Хорватия, Греция, Испания, Болгария, Уругвай, Польша, Украина, Никарагуа, Мальта, Коста-Рика, Литва, Таиланд, Вьетнам, Мексика, Ямайка, Доминиканская Республика, Кипр, ЮАР, Албания, Аргентина, Гондурас, Эквадор, Фиджи, Ангола Мозамбик, Перу, Маврикий, Черногория, Колумбия, Сербия, Филиппины, Венесуэла, Чили, Турция, Гватемала, Камбоджа, Марокко, Танзания, Суринам, Грузия, Египет, Тунис, Азербайджан, Казахстан, Панама, Эфиопия, Кения, Индонезия, Китай, Мьянма, Гана, Сальвадор, Иордания, Алжир, Индия, Сенегал, Намибия, Республика Кот-д'Ивуар, Мадагаскар, Того, Нигерия, Республика Камерун, Шри-Ланка	Великобритания, Чили, Болгария, Литва, Республика Корея, Люксембург, Хорватия, Чехия, Малайзия, Бельгия, США, Доминиканская Республика, Ирландия, Таиланд, Португалия, Румыния, Коста-Рика, Польша, Испания, Российская Федерация, Украина, Никарагуа, Сербия, Гондурас, Уругвай, Эквадор, Колумбия, Италия, Ямайка, Вьетнам, Албания, Греция, Мальта, Мексика, Израиль, Гватемала, Суринам, Черногория, Аргентина, Кипр, Эфиопия, Грузия, Маврикий, Мозамбик, Танзания, Азербайджан, Венесуэла, Фиджи, Филиппины, Тунис, Турция, Мьянма, Перу, Панама, Марокко, Камбоджа, Китай, Гана, Казахстан, Кения, Индонезия, Иордания, Намибия, Сальвадор, Сенегал, ЮАР, Алжир, Республика Кот-д'Ивуар, Шри-Ланка, Того, Индия, Мадагаскар, Египет, Нигерия, Ангола, Республика Камерун	Российская Федерация, Швейцария, Люксембург, Малайзия, Италия, Греция, Чехия, Израиль, Португалия, Ирландия, Эквадор, Таиланд, Вьетнам, Мексика, Фиджи, Мальта, Ямайка, Колумбия, Кипр, Коста-Рика, Черногория, Гондурас, Гватемала, Камбоджа, Аргентина, Перу, Марокко, Танзания, Мьянма, Эфиопия, Маврикий, Азербайджан, Гана, Турция, Тунис, Намибия, Филиппины, Индонезия, Сальвадор, Сенегал, Грузия, Кения, Мозамбик, Китай, Казахстан, Панама, Индия, Венесуэла, Алжир, Республика Кот-д'Ивуар, ЮАР, Того, Иордания, Шри-Ланка, Мадагаскар, Египет, Нигерия, Ангола, Республика Камерун, Бенин, Пакистан, Ирак, Бангладеш
Устойчивое развитие [0,6; 0,8)	Норвегия, Финляндия, Исландия, Швеция, Франция, Великобритания, Новая Зеландия, Нидерланды, Эстония, Словения, Дания, Швейцария, Австрия	Норвегия, Исландия, Финляндия, Швеция, Эстония, Дания, Франция, Бразилия, Япония, Германия, Австралия, Австрия, Новая Зеландия, Нидерланды, Латвия, Словения, Швейцария, Канада	Финляндия, Норвегия, Исландия, Швеция, Дания, Эстония, Франция, Бразилия, Словения, Латвия, Япония, Никарагуа, Новая Зеландия, Нидерланды, Республика Корея, Бельгия, Канада, Литва, Суринам, Сербия, Великобритания, Уругвай, Германия, Украина, Болгария, Австрия, Польша, Чили, Албания, Румыния, Испания, США, Австралия, Хорватия, Доминиканская Республика
Высокий уровень устойчивого развития [0,8; 1]	–	–	–

Источник: составлено авторами.

Анализ полученных результатов показал, что в исследуемом периоде выделяются три из пяти обозначенных типов (страны с развитием, близким к устойчивому, страны с устойчивым развитием и страны с неустойчивым развитием). Страны мира с абсолютно неустойчивым и высоким уровнем устойчивого развития отсутствуют.

Исследуя динамику рассчитанного интегрального показателя и результаты построения типологической группировки, можно выделить следующие тенденции:

– в течение всего рассматриваемого периода такие страны, как Бенин (0,399), Пакистан (0,398), Ирак (0,396) и Бангладеш (0,395), относятся к типу неустойчивого развития;

– растет количество регионов мира в группе с уровнем устойчивого развития, попадающего в интервал [0,6; 0,8). В 2010 г. в данную группу входило 13 стран, тогда как в 2020 г. уже 35;

– большинство стран мира остается в группе регионов с типом развития, близким к устойчивому (со средним уровнем устойчивого развития). В эту группу стабильно входит Российская Федерация.

Для уточнения результатов типологии по интегральному показателю выполнено естественное разбиение стран мира по уровню устойчивого развития *методом кластерного анализа*, который позволяет объединять единицы исследуемой совокупности в группы на основе их сходства и различия таким образом, что разница между группами является более значимой, чем различия внутри групп. Кластеризация стран проводилась по всему массиву показателей, включенных в анализ.

В результате кластерного анализа выделено также *пять типов стран*: с низким, ниже среднего, средним, выше среднего и высоким уровнями устойчивого развития (см. таблицу 5 и рис. 2).

Таблица 5

Типология стран мира по уровню устойчивого развития методом кластерного анализа, 2010, 2015 и 2020 годы

Уровень устойчивого развития	2010	2015	2020
Низкий	Ангола, Бангладеш, Бенин, Гана, Индия, Камбоджа, Кения, Мьянма, Мадагаскар, Мозамбик, Намибия, Нигерия, Пакистан, Республика Камерун, Республика Кот-д'Ивуар, Сенегал, Танзания, Того, Эфиопия (19)	Ангола, Бангладеш, Бенин, Гана, Камбоджа, Кения, Мадагаскар, Мозамбик, Мьянма, Намибия, Нигерия, Пакистан, Республика Камерун, Республика Кот-д'Ивуар, Сенегал, Танзания, Того, Эфиопия (18)	Ангола, Бангладеш, Бенин, Гана, Камбоджа, Кения, Мадагаскар, Мозамбик, Мьянма, Намибия, Нигерия, Пакистан, Республика Камерун, Республика Кот-д'Ивуар, Сенегал, Танзания, Того, Эфиопия (18)
Ниже среднего	Азербайджан, Вьетнам, Алжир, Египет, Израиль, Иордания, Ирак, Казахстан, Китай, Никарагуа, Мальта, Марокко, Республика Корея, Тунис, Турция, Украина, ЮАР, США (18)	Азербайджан, Вьетнам, Египет, Гватемала, Гондурас, Индия, Индонезия, Иордания, Ирак, Китай, Никарагуа, Перу, Сальвадор, Фиджи, Филиппины, Шри-Ланка, ЮАР, Тунис, Турция, США (20)	Азербайджан, Алжир, Вьетнам, Египет, Израиль, Индия, Иордания, Ирак, Исландия, Китай, Никарагуа, Люксембург, Маврикий, Малайзия, Черногория, Республика Корея, Сербия, США, Тунис, Турция, Чехия (21)
Средний	Аргентина, Венесуэла, Гватемала, Гондурас, Доминиканская Республика, Колумбия, Коста-Рика, Маврикий, Малайзия, Мексика, Панама, Перу, Российская Федерация, Сальвадор, Индонезия, Суринам, Таиланд, Фиджи, Уругвай, Филиппины, Чили, Шри-Ланка, Эквадор, Ямайка (24)	Алжир, Аргентина, Венесуэла, Израиль, Доминиканская Республика, Колумбия, Коста-Рика, Маврикий, Мексика, Марокко, Панама, Республика Корея, Российская Федерация, Казахстан, Таиланд, Малайзия, Украина, Чили, Эквадор, Ямайка (20)	Гватемала, Грузия, Индонезия, Коста-Рика, Российская Федерация, Украина, Фиджи, Филиппины, Швейцария, ЮАР, Казахстан, Чили, Ямайка (13)
Выше среднего	Албания, Болгария, Бразилия, Греция, Грузия, Италия, Испания, Кипр, Латвия, Черногория, Литва, Португалия, Польша, Румыния, Хорватия, Сербия, Эстония (17)	Албания, Болгария, Бразилия, Греция, Грузия, Италия, Испания, Кипр, Латвия, Черногория, Литва, Португалия, Польша, Румыния, Сербия, Словения, Суринам, Уругвай, Хорватия, Эстония (20)	Албания, Аргентина, Венесуэла, Гондурас, Доминиканская Республика, Колумбия, Марокко, Мексика, Панама, Перу, Сальвадор, Суринам, Таиланд, Эквадор, Уругвай, Шри-Ланка (16)
Высокий	Австрия, Австралия, Бельгия, Великобритания, Дания, Германия, Исландия, Ирландия, Канада, Люксембург, Новая Зеландия, Нидерланды, Норвегия, Франция, Финляндия, Словения, Чехия, Швеция, Швейцария, Япония (20)	Австрия, Австралия, Бельгия, Великобритания, Дания, Германия, Исландия, Ирландия, Канада, Люксембург, Мальта, Новая Зеландия, Нидерланды, Норвегия, Франция, Финляндия, Чехия, Швеция, Швейцария, Япония (20)	Австрия, Австралия, Бельгия, Болгария, Бразилия, Швеция, Франция, Румыния, Великобритания, Германия, Греция, Дания, Испания, Япония, Эстония, Италия, Канада, Кипр, Латвия, Ирландия, Литва, Мальта, Польша, Нидерланды, Новая Зеландия, Норвегия, Португалия, Хорватия, Словения, Финляндия (30)

Источник: составлено авторами.

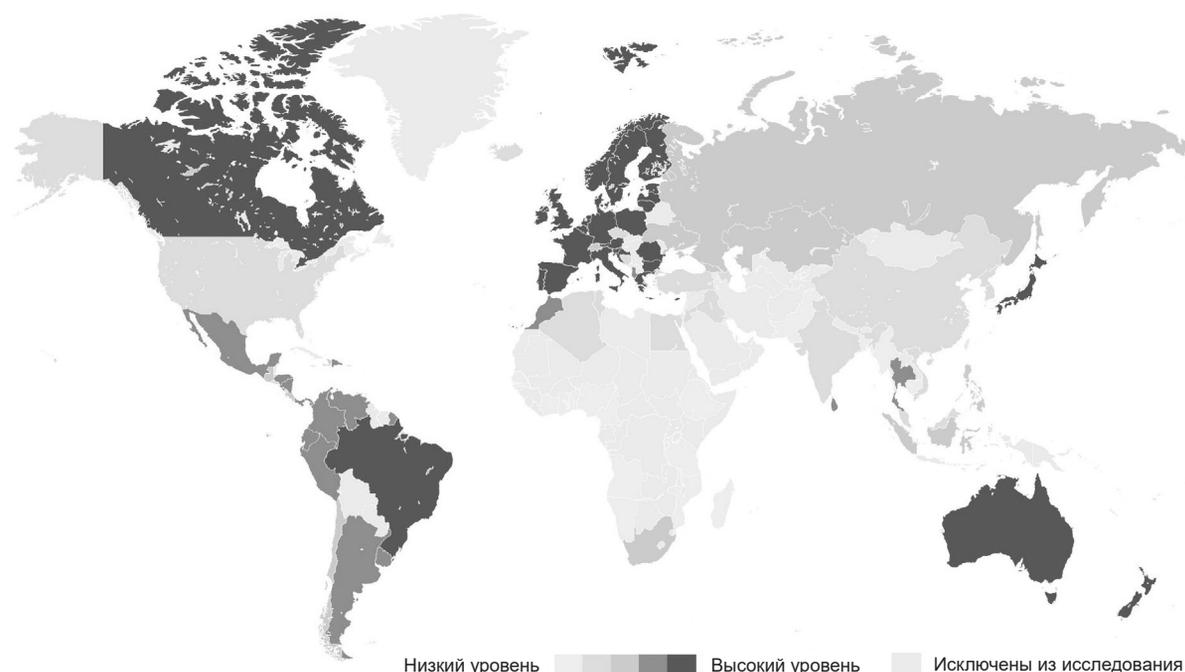


Рис. 2. Типология стран мира по уровню устойчивого развития в 2020 году (кластерный анализ)

Источник: составлено авторами.

Данная типология в основном подтверждает результаты первой и позволяет сделать вывод о наличии среди 98 стран мира регионов со стабильным типом развития в течение изучаемого периода:

- низкий уровень (18 стран): Ангола, Бенин, Бангладеш, Гана, Кения, Камбоджа, Мьянма, Мозамбик, Мадагаскар, Намибия, Нигерия, Пакистан, Республика Камерун, Республика Кот-д’Ивуар, Танзания, Того, Сенегал, Эфиопия;
- уровень ниже среднего (10 стран): Азербайджан, Вьетнам, Египет, Иордания, Ирак, Китай, Никарагуа, Тунис, Турция, США;
- средний уровень (4 страны): Коста-Рика, Российская Федерация, Чили, Ямайка;
- уровень выше среднего (1 страна): Албания;
- высокий уровень (15 стран): Австрия, Австралия, Бельгия, Великобритания, Дания, Германия, Ирландия, Нидерланды, Новая Зеландия, Фран-

ция, Финляндия, Швеция, Норвегия, Канада, Япония.

Эти страны можно рассматривать как ядра кластеров/типов и использовать в качестве обучающего и контрольного множеств в дискриминантном анализе или нейронных сетях при необходимости идентификации новых регионов по типу устойчивого развития.

Отдельно отметим, что Российская Федерация в исследуемом периоде относилась к группе стран со средним уровнем устойчивого развития.

Естественно предположить, что уровень развития страны во многом детерминирован уровнем развития ее регионов. Так ли это, проверим на примере Российской Федерации. Проведем расчеты по оценке устойчивости развития регионов России, а также выполним типологию территорий России по уровню устойчивого развития (см. таблицу 6).

Таблица 6

Динамика интегрального показателя уровня устойчивого развития субъектов Российской Федерации, 2011–2021 годы

Уровень устойчивого развития	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<i>Количество субъектов РФ в группе</i>											
Низкий [0; 0,333)	18	17	11	14	14	11	11	15	15	19	14
Средний [0,333; 0,667)	59	60	66	63	63	65	65	61	61	57	62
Высокий [0,667; 1]	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
<i>Интегральный уровень устойчивого развития субъектов РФ</i>											
Максимальный	0,678	0,705	0,737	0,717	0,736	0,744	0,727	0,731	0,745	0,732	0,736
Средний	0,387	0,411	0,426	0,418	0,416	0,426	0,430	0,424	0,412	0,411	0,419
Минимальный	0,260	0,283	0,290	0,288	0,260	0,261	0,281	0,275	0,250	0,249	0,248

Источник: составлено авторами.

Как показали результаты расчетов, в 2021 г. у 82,1% субъектов Российской Федерации наблюдался средний или высокий уровень устойчивого развития (в 2011 г. таких было 76,9%); за рассматриваемый период выросла дифференциация субъектов Российской Федерации по интегральному показателю уровня (в 2021 г. размах вариации составил 0,488 против 0,418 в 2011 г.). За счет изменения у большинства субъектов Российской Федерации интегрального показателя в сторону средних и высоких значений наблюдался и рост

среднего уровня устойчивого развития по Российской Федерации (с 0,387 в 2011 г. до 0,419 в 2021 г.).

Разбиение регионов России на группы по уровню устойчивого развития реализовано также двумя методами: с применением типологической группировки и кластерного анализа (К-средних). Результаты разбиений различаются, но вместе с тем коэффициент совпадений регионов составил 85,9%; таким образом, ядра типов/кластеров «улавливаются» обоими методами (см. таблицу 7).

Таблица 7

Типология субъектов Российской Федерации по уровню устойчивого развития, 2021 год

Типологическая группировка	Кластерный анализ
Высокий уровень устойчивого развития	
Города федерального значения: <i>Москва и Санкт-Петербург*</i>	Города федерального значения: <i>Москва и Санкт-Петербург</i>
Средний уровень устойчивого развития	
Области: <i>Амурская, Архангельская, Белгородская, Брянская, Владимирская, Волгоградская, Вологодская, Воронежская, Иркутская, Калининградская, Калужская, Кемеровская, Кировская, Курская, Ленинградская, Липецкая, Магаданская, Московская, Мурманская, Нижегородская, Новосибирская, Омская, Оренбургская, Орловская, Пензенская, Ростовская, Рязанская, Самарская, Саратовская, Сахалинская, Свердловская, Смоленская, Тамбовская, Тверская, Томская, Тульская, Тюменская, Ульяновская, Челябинская, Ярославская, Псковская, Ивановская, Курганская</i> Республики: <i>Адыгея, Башкортостан, Коми, Мордовия, Саха (Якутия), Татарстан, Удмуртская, Чувашская</i> , Северная Осетия – Алания, Дагестан, Чеченская Республика Края: <i>Пермский, Приморский, Хабаровский, Краснодарский, Красноярский, Забайкальский, Алтайский, Камчатский</i>	Области: <i>Амурская, Архангельская, Белгородская, Брянская, Владимирская, Волгоградская, Вологодская, Воронежская, Иркутская, Калининградская, Калужская, Кемеровская, Кировская, Курская, Ленинградская, Липецкая, Магаданская, Московская, Мурманская, Нижегородская, Новосибирская, Омская, Оренбургская, Орловская, Пензенская, Ростовская, Рязанская, Самарская, Саратовская, Сахалинская, Свердловская, Смоленская, Тамбовская, Тверская, Томская, Тульская, Тюменская, Ульяновская, Челябинская, Ярославская</i> Республики: <i>Адыгея, Башкортостан, Коми, Мордовия, Саха (Якутия), Татарстан, Удмуртская, Чувашская</i> Края: <i>Пермский, Приморский, Хабаровский, Краснодарский, Красноярский, Забайкальский</i>
Низкий уровень устойчивого развития	
Области: <i>Астраханская, Костромская, Новгородская</i> Республики: <i>Алтай, Бурятия, Ингушетия, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская, Карелия, Калмыкия, Марий Эл, Тыва, Хакасия</i> Край: <i>Ставропольский</i>	Области: <i>Астраханская, Костромская, Новгородская, Ивановская, Курганская, Псковская</i> Республики: <i>Алтай, Бурятия, Ингушетия, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская, Карелия, Калмыкия, Марий Эл, Тыва, Хакасия</i> , Дагестан, Чеченская, Северная Осетия – Алания Край: <i>Ставропольский, Алтайский, Камчатский</i>

* Курсивом выделены субъекты Российской Федерации, формирующие ядра.

Источник: составлено авторами.

Полная классификация территорий (субъектов Российской Федерации) по уровню устойчивого развития проводилась с использованием искусственных нейронных сетей, построенных в ППП Statistica Neural Networks [21–23].

Обучающее и контрольное множество сформированы из регионов, которые являются ядрами типов/кластеров по уровню устойчивого развития, выделенных на основе типологической группировки и кластерного анализа. Для достижения надежности модели сформировано тестовое множество, в которое вошли субъекты, не попавшие в ядра кластеров. Тестовое множество определялось на основе типологии, выделенной кластерным анализом [21].

Классификация территорий Российской Федерации проводилась с использованием нейронной сети, структура которой традиционно представляется в формате персептрона, содержащего несколько слоев нейронов; в нашем случае таковых три: входной, выходной и скрытый. Входной состоит из 28 стандартизованных (нормированных) характеристик устойчивого развития (показатели в таблице 2). Выходной слой представлен переменной ранговой шкалы уровня устойчивого развития (низкий, средний, высокий). Количество скрытых слоев определялось экспериментальным способом, проводилось тестирование нейронной сети на точность описания модели [21 и 22]. В итоге лучшие результаты были достигнуты в слу-

чае шести и 10 скрытых слоев; функция ошибки в обоих выбранных моделях – кросс-энтропия; входная функция активации – логистическая и гиперболическая; выходная функция – многомерная логистическая.

Выбор надежной нейронной сети проведен с помощью анализа чувствительности, позволяющего выявить наиболее значимые характеристики для

определения типа устойчивого развития. Согласно данным рисунка 3а, наиболее важным показателем для модели MLP 28-10-3 является СЦ2 (зарегистрированная заболеваемость на 1000 человек населения), в отличие от модели MLP 28-6-3, в которой все показатели влияют на результат (см. рис. 3б). В итоге для дальнейшего тестирования как наилучшая выбрана нейронная сеть MLP 28-6-3 [21].

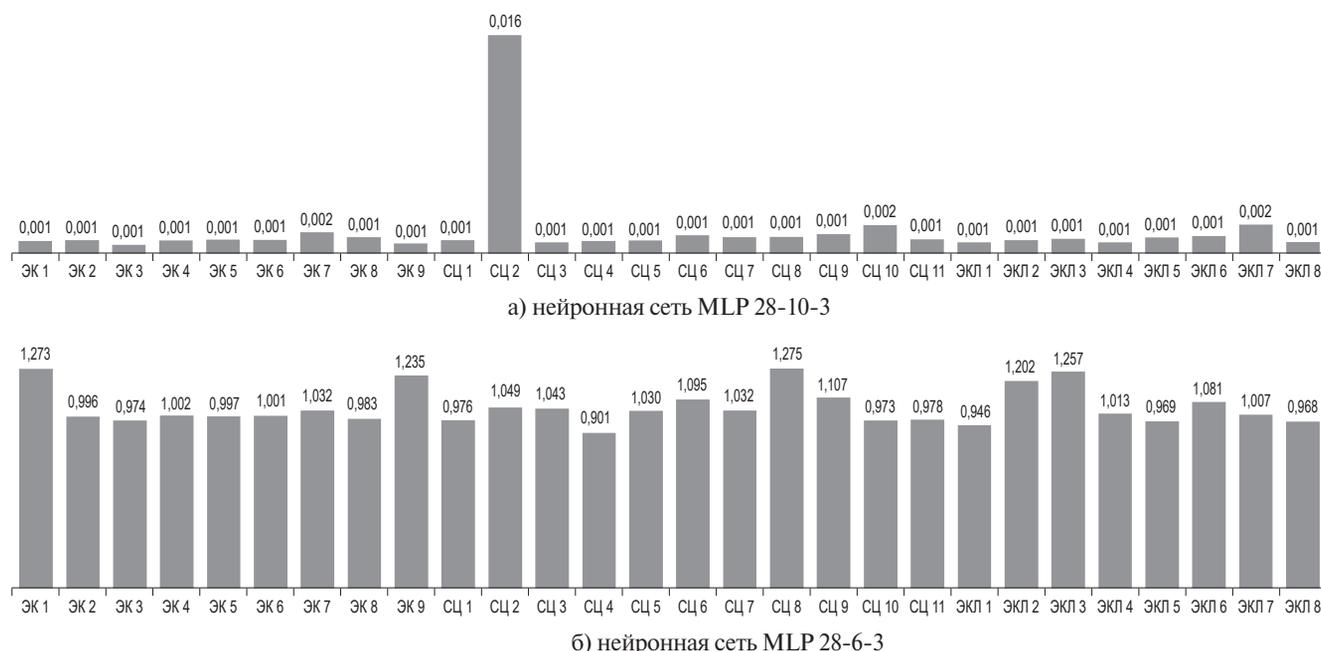


Рис. 3. Диаграмма анализа чувствительности нейронных сетей

Для идентификации типа устойчивого развития регионов, не попавших в исходную выборку (Республика Крым, г. Севастополь, Еврейская автономная область и Чукотский автономный округ) или имеющих переходный тип устойчивого развития (Ивановская, Курганская, Псковская области, Республика Дагестан, Чеченская Республика и Республика Северная Осетия – Алания,

Алтайский и Камчатский края), использовались дискриминантный анализ и моделирование при помощи нейронной сети MLP 28-6-3. Результаты классификации по обоим методам полностью совпали и позволили получить окончательную региональную структуру устойчивого развития Российской Федерации в 2021 г. (см. таблицу 8).

Таблица 8

Итоговая классификация субъектов Российской Федерации по уровню устойчивого развития, 2021 год

Тип устойчивого развития	Субъект Российской Федерации
Высокий	<i>Города федерального значения:</i> Москва, Санкт-Петербург
Средний	<i>Области:</i> Амурская, Архангельская, Белгородская, Брянская, Владимирская, Волгоградская, Вологодская, Воронежская, Иркутская, Калининградская, Калужская, Кемеровская, Кировская, Курская, Ленинградская, Липецкая, Магаданская, Московская, Мурманская, Нижегородская, Новосибирская, Омская, Оренбургская, Орловская, Пензенская, Ростовская, Рязанская, Самарская, Саратовская, Сахалинская, Свердловская, Смоленская, Тамбовская, Тверская, Томская, Тульская, Тюменская, Ульяновская, Челябинская, Ярославская <i>Республики:</i> Башкортостан, Коми, Мордовия, Татарстан, Удмуртская, Чувашская, Адыгея, Саха (Якутия) <i>Края:</i> Пермский, Приморский, Хабаровский, Краснодарский, Красноярский, Забайкальский
Низкий	<i>Области:</i> Астраханская, Костромская, Новгородская, Ивановская, Курганская, Псковская <i>Республики:</i> Алтай, Бурятия, Ингушетия, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская, Карелия, Калмыкия, Марий Эл, Тыва, Хакасия, Крым, Дагестан, Чеченская, Северная Осетия – Алания <i>Края:</i> Ставропольский, Алтайский, Камчатский <i>Автономные округа и области:</i> Чукотский автономный округ и Еврейская автономная область <i>Город федерального значения:</i> Севастополь

Источник: составлено авторами.

Полученная в результате исследования региональная структура позволяет подтвердить, что с учетом всех проведенных корректировок наиболее многочисленной является группа со средним

уровнем устойчивого развития; в данную группу вошли 54 региона, или 66% субъектов Российской Федерации (см. рис. 4).



Рис. 4. Группы регионов Российской Федерации по уровню устойчивого развития в 2021 году

Для выработки стратегии достижения или сохранения устойчивого развития каждой рассматриваемой территории (страны или ее регионов) можно воспользоваться построением матриц *портфельного анализа*. Применение этого метода в исследовании устойчивого развития территорий позволяет получить их типологию в пространстве двух координат (например, состояния и динамики устойчивого развития) и разработать стратегии для каждого из выделенных типов. Такая матрица позволяет выделить *четыре типа территорий* с точки зрения достижения уровня (ось X) и интенсивности (ось Y) устойчивого развития в рассматриваемом временном отрезке. Назовем такую матрицу «Уровень устойчивого развития – Средний темп роста уровня устойчивого развития» (см. рис. 5).

Критической точкой⁹ по оси X является среднее значение интегрального показателя уровня устойчивого развития, равное 0,5 (в результате получаем два типа территорий: с уровнями ниже и выше 0,5). По оси Y критической точкой пере-

хода выступает средний уровень данного показателя по всей территориальной системе в целом (для федеральных округов и субъектов Российской Федерации – средний темп роста уровня устойчивого развития России, равный 1,011; для стран мира – средний темп роста мирового уровня устойчивости) [12 и 23].

На рис. 6 представлены результаты типологии регионов Российской Федерации.

Можно видеть четыре однокачественные группы (кластеры, типы):

1) субъекты Российской Федерации, для которых характерны одновременно низкий уровень устойчивого развития и невысокие темпы его роста (республики: Алтай, Башкортостан, Бурятия, Саха (Якутия), Северная Осетия, Хакасия; края: Алтайский, Забайкальский; области: Астраханская, Вологодская, Курганская, Магаданская, Оренбургская, Самарская, Амурская, Сахалинская, Свердловская, Тамбовская, Челябинская, Волгоградская, Ярославская);

⁹ Критическая точка – значение показателя, характеризующее переход единицы совокупности из одного типа в другой.

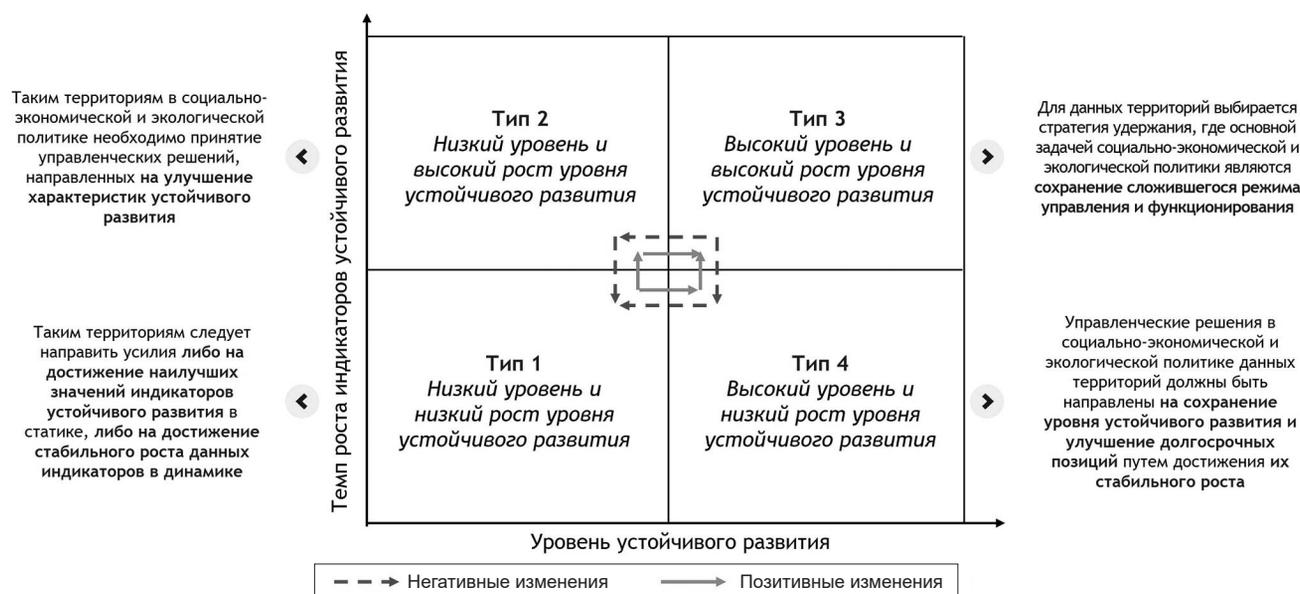


Рис. 5. Типология территорий в матрице «Уровень устойчивого развития – Средний темп роста уровня устойчивого развития»

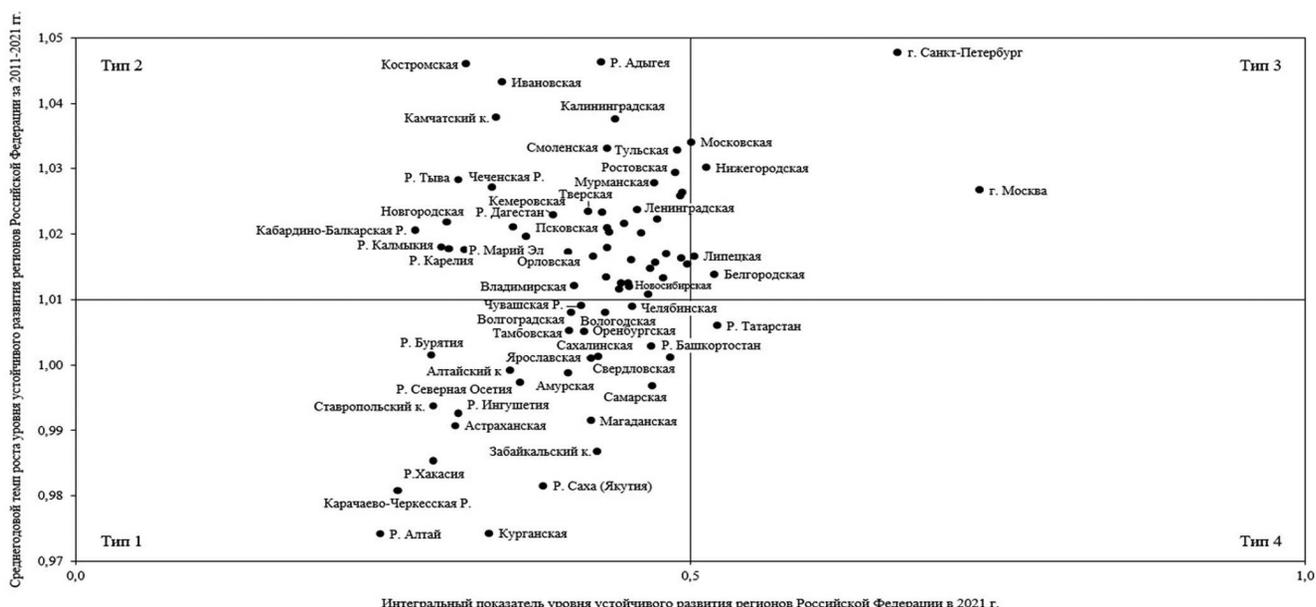


Рис. 6. Типология регионов Российской Федерации в матрице «Уровень устойчивого развития – Средний темп роста уровня устойчивого развития», 2021 год

2) территории, отличающиеся высокими темпами роста индикаторов устойчивого развития, с одной стороны, и невысокими значениями объемных характеристик, с другой (республики: Чеченская, Адыгея, Дагестан, Кабардино-Балкарская, Калмыкия, Карелия, Коми, Марий Эл, Мордовия, Тыва, Удмуртская; края: Приморский, Камчатский, Красноярский, Пермский, Хабаровский, Краснодарский; области: Омская, Архангельская, Брянская, Владимирская, Ивановская, Иркутская, Калининградская, Калужская, Тульская, Кемеровская, Кировская, Костромская, Воронежская, Курская,

Ленинградская, Мурманская, Новгородская, Новосибирская, Орловская, Пензенская, Псковская, Ростовская, Рязанская, Саратовская, Смоленская, Тверская, Томская, Тюменская, Ульяновская); 3) регионы-лидеры (города Москва и Санкт-Петербург; области – Московская, Нижегородская, Белгородская, Липецкая). Индикаторы устойчивого развития этих территориальных образований имеют лучшие значения или приближенные к ним по уровню и одновременно выделяются высокими показателями динамики. Данные регионы активно идут по пути ESG-трансформации, активно реализуют эко-проекты и проекты

социальной поддержки и профессионального развития, обладают высоким уровнем экономического развития, повышают качество и доступность социальных услуг, реализуют технологии цифровой трансформации и др.;

4) территориальные образования, имеющие высокий уровень индикаторов устойчивого развития, но вместе с тем отличающиеся низкими темпами их роста: Республика Татарстан. Данный регион характеризуется как наличием проблемных зон для устойчивого развития в виде повышенного негативного воздействия на окружающую среду, так и потенциалом для повышения его уровня, основанном на инновациях.

Отметим, что пустых групп (кластеров, типов) не получено. Проведенные расчеты позволяют перейти к следующему шагу исследования: для выделенных групп регионов предложить *стратегию развития*. Территориям, относящимся к первой группе, желательно сосредоточить усилия на увеличении благосостояния и здоровья населения, объемов жилищного строительства и финансирования инновационной деятельности, улучшении состояния окружающей среды. Территориям второй группы важно повышать эффективность системы обеспечения занятости населения, развивать жилищное строительство, увеличивать площадь озеленения территорий, осуществлять контроль за состоянием окружающей среды. В отношении территорий, относящихся к третьей группе, необходимо поддерживать высокий уровень и долгосрочный рост социальной, экологической и экономической устойчивости, реализуя их собственные стратегии устойчивого развития (Нижегородская область) или цели по устойчивому развитию, включенные в Социально-экономическую стратегию. Регионам четвертой группы следует сосредоточить усилия на достижении долгосрочного роста уровня устойчивого развития, руководствуясь опытом регионов-лидеров, внедрять инициативы в сфере устойчивого развития в документы стратегического планирования.

Для вовлечения регионов в реализацию целей повестки устойчивого развития мотивацией могут быть финансовые, репутационные и другие стимулы, такие как учет критериев устойчивого развития при распределении субсидий и дотаций из федерального бюджета; приоритет в предоставлении бюджетных кредитов для регионов, принимающих активные меры для достижения ЦУР;

выпуск методических рекомендаций Минэкономразвития России по формированию стратегий устойчивого развития регионов.

* *
*

В качестве *резюме* отметим, что в проведенном исследовании сформированы системы показателей для оценки устойчивого развития территорий различного уровня, характеризующие их социальную, экономическую и экологическую устойчивость и отражающие степень достижения территорией всех 17 целей устойчивого развития, установленных ООН. Рассмотренная методология комплексного статистического исследования устойчивого развития территорий различного уровня позволяет проводить межтерриториальные сравнения как в статике, так и в динамике, идентифицировать тип новых объектов наблюдения по уровню устойчивого развития, а также выявлять тенденции и закономерности в области устойчивого развития исследуемых территорий. Результаты расчетов могут использоваться для составления рейтингов развития конкретных территорий.

Литература

1. За пределами роста: учеб. пособие: пер. с англ. / Д.Х. Медоуз, Д.Л. Медоуз, Й. Рандерс; ред. Г.А. Ягодин. М.: Прогресс; Пангея, 1994. 304 с.
2. **Форрестер Дж.** Мировая динамика. М.: АСТ, 2003. 379 с.
3. **Solow R.M.** Intergenerational Equity and Exhaustible Resources // Review of Economic Studies. 1974. Vol. 41. Symposium Iss. 5. P. 29–45.
4. **Tietenberg T.** Environmental and Natural Resource Economics. 4th ed. New York: Harper Collins College Publishers, 1996. 688 p.
5. **Абалкин Л.И.** Новый тип экономического мышления. М.: Экономика, 1987. 189 с.
6. **Айвазян С.А.** Межстрановой анализ интегральных категорий качества жизни населения (эконометрический подход) // WP/2001/124. М.: ЦЭМИ РАН, 2001. 175 с.
7. **Бобылев С.Н.** Индикаторы устойчивого развития: региональное измерение. М.: Акрополь: ЦПЭР, 2007. 60 с.
8. **Борисов В.Н., Почукаева О.В.** Зеленый рост промышленных регионов России: факторы и результаты // Вестник НГУЭУ. 2020. № 2. С. 10–24. doi: <https://doi.org/10.34020/2073-6495-2020-2-010-024>.
9. **Данилов-Данильян В.И.** Устойчивое развитие (теоретико-методологический анализ) // Экономика и математические методы. 2003. Т. 39. № 2. С. 123–135.

10. **Минаков В.Ф.** Информационные процессы в формировании ажиотажных циклов // Развитие территорий. 2021. № 2(24). С. 76–82. doi: <https://doi.org/10.32324/2412-8945-2021-2-76-82>.
11. **Урсул А.Д., Урсул Т.А.** Глобальные исследования и концепция устойчивого развития // Век глобализации. 2020. № 2. С. 3–17.
12. **Glinskiy V. et al.** The Assessment Methods of the Level of Countries Environmental Safety // Procedia Manufacturing. 15. Ser. «15th Global Conference on Sustainable Manufacturing, GCSM 2017». 2018. P. 494–501. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.149>.
13. **Гурьева М.А., Руднева Л.Н.** Оценка устойчивого развития региона на основе индикативной системы оценки уровня экологизации экономики // Вестник УрФУ. Серия «Экономика и управление». 2013. № 3. С. 104–116.
14. **Зенкина Е.В.** Современные подходы к оценке устойчивого развития стран // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2021. № 2. С. 111–125. doi: <https://doi.org/10.28995/2073-6304-2021>.
15. **Коломак Е.А., Сумская Т.В.** Анализ субфедеральной бюджетной обеспеченности и межбюджетных трансфертов: методы и результаты // Вестник НГУЭУ. 2018. № 4. С. 10–28.
16. **Кувалин Д.Б.** и др. Экономика Казахстана: итоги непростого тридцатилетия // Развитие территорий. 2022. № 1(27). С. 22–32. doi: <https://doi.org/10.32324/2412-8945-2022-1-22-32>.
17. **Рожкова А.Ю.** Устойчивое развитие региона как предмет исследования // Вестник Таганрог. ин-та управления и экономики. 2011. № 1. С. 11–15.
18. **Ускова Т.В.** Устойчивость развития территорий и современные методы управления // Проблемы развития территории. 2020. № 2(106). С. 7–18. doi: <https://doi.org/10.15838/ptd.2020.2.106.1>.
19. **Хамидуллин Ф.Ф., Мифтахова М.Э.** Оценка устойчивости региональной социально-экономической системы на основе вейвлет-анализа // Научный Татарстан. 2010. № 1. С. 194–199.
20. **Шедько Ю.Н.** Система индикаторов и мониторинг устойчивого развития региона // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1 «Экономика и управление». 2016. № 3(18). С. 20–26. doi: <https://doi.org/10.21777/2307-6135-2016-3-20-26>.
21. **Серга Л.К., Гришакова А.А.** К вопросу об оценке устойчивого развития региона // Экономика Востока России. 2022. № 01(14). С. 13–22. doi: <https://doi.org/10.25801/SRC.2022.74.41.002>
22. **Глинский В.В.** и др. Нечеткие нейронные сети в оценке экологической безопасности // Вопросы статистики. 2015. № 12. С. 61–68.
23. **Глинский В.В.** и др. Об оценке пороговых значений в решении задачи классификации данных // Вопросы статистики. 2014. № 12. С. 30–36.

Информация об авторах

Глинский Владимир Васильевич – д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры статистики, Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ» (НГУЭУ); заведующий научно-исследовательской лабораторией «Устойчивое развитие социально-экономических систем», Сибирский институт управления – филиал РАНХиГС. 630099, г. Новосибирск, ул. Каменская, д. 56; 630102, г. Новосибирск, ул. Нижегородская, д. 6. E-mail: v.v.glinskiy@nsuem.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7149-3020>.

Гришакова Алина Алексеевна – магистр экономики, аналитик, ООО «СБС Консалтинг». 115432, г. Москва, Проектируемый проезд № 4062, д. 6, стр. 2. E-mail: alinkogris@yandex.ru.

Серга Людмила Константиновна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры статистики, Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ» (НГУЭУ); заведующий кафедрой бизнес-аналитики и статистики, Сибирский институт управления – филиал РАНХиГС. 630099, г. Новосибирск, ул. Каменская, д. 56; 630102, г. Новосибирск, ул. Нижегородская, д. 6. E-mail: l.k.serga@nsuem.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8934-8876>.

Финансирование

Статья подготовлена в ходе проведения исследования в рамках гранта РНФ, проект 22-28-00629.

References

- Meadows D.H., Randers J., Meadows D.L.** *Beyond the Limits*. Post Mills, Vermont: Chelsea Green Publishing; 1992. (Russ. ed.: Medouz D.Kh., Medouz D.L., Randers I.; Yagodin G.A. (ed.) *Za predelami rosta: ucheb. posobie*. Moscow: Progress Publ., Pangeya Publ.; 1994. 304 p.)
- Forrester J.W.** *World Dynamics*. Wright-Allen Press; 1971. (Russ. ed.: Forrester Dzh. *Mirovaya dinamika*. Moscow: AST Publ.; 2003. 379 p.)
- Solow R.M.** Intergenerational Equity and Exhaustible Resources. *Review of Economic Studies*. 1974;41(5):29–45.
- Tietenberg T.** *Environmental and Natural Resource Economics*. 4th ed. New York: Harper Collins College Publishers; 1996. 688 p.
- Abalkin L.I.** *A New Type of Economic Thinking*. Moscow: Ekonomika Publ.; 1987. 189 p. (In Russ.)
- Ayvazyan S.A.** *Cross-Country Analysis of Integral Categories of the Quality of Life of the Population (Econometric*

Approach). WP/2001/124 [Preprint]. Moscow: CEMI RAS; 2001. 175 p. (In Russ.)

7. **Bobylev S.N.** *Indicators of Sustainable Development: Regional Dimension*. Moscow: Acropolis, CPER; 2007. 60 p. (In Russ.)

8. **Borisov V.N., Pochukaeva O.V.** Green Growth of Industrial Regions of Russia Factors and Results. *Vestnik NSUEM*. 2020;(2):10–24. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.34020/2073-6495-2020-2-010-024>.

9. **Danilov-Danilyan V.I.** Sustainable Development (Theoretical and Methodological Analysis). *Economics and Mathematical Methods*. 2003;39(2):123–135. (In Russ.)

10. **Minakov V.F.** Information Processes in the Formation of Hype Cycles. *Territory Development*. 2021;2(24):76–82. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.32324/2412-8945-2021-2-76-82>.

11. **Ursul A.D., Ursul T.A.** Global Studies and the Concept of Sustainable Development. *Age of Globalization*. 2020;(2):3–17. (In Russ.)

12. **Glinskiy V.** et al. The Assessment Methods of the Level of Countries Environmental Safety. *Procedia Manufacturing*. 15. Ser. «15th Global Conference on Sustainable Manufacturing, GCSM 2017». 2018;21:494–501. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.149>.

13. **Gurieva M.A., Rudneva L.N.** Assessment of Sustainable Development of the Region Through Indicative of Assessment Level Greening the Economy. *Bulletin of UrFU. Series Economics and Management*. 2013;(3):104–116. (In Russ.)

14. **Zenkina E.V.** Modern Approaches to the Countries Sustainable Development. *RSUH/RGGU Bulletin. Series Economics. Management. Law*. 2021;(2):111–125. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.28995/2073-6304-2021>.

15. **Kolomak E.A., Sumskaya T.V.** Analysis of Sub-Federal Budget Sufficiency and Inter-Budget Transfers: Methods and Results. *Vestnik NSUEM*. 2018;(4):10–28. (In Russ.)

16. **Kuvalin D.B.** et al. The Economy of Kazakhstan: The Results of a Difficult Thirty Years. *Territory Development*. 2022;1(27):22–32. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.32324/2412-8945-2022-1-22-32>.

17. **Rozhkova A.Yu.** Sustainable Development of the Region as a Subject of Research. *Vestnik Taganrogsogo Instituta Upravleniya i Ekonomiki = Bulletin of Taganrog Institute of Management and Economics*. 2011;(1):11–15. (In Russ.)

18. **Uskova T.V.** Territories' Sustainable Development and Modern Management Methods. *Problems of Territory's Development*. 2020;2(106):7–18. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.15838/ptd.2020.2.106.1>.

19. **Khamidullin F.F., Miftakhova M.E.** Rate of Stability of the Regional Socioeconomic System on the Basis of Wavelet Analysis. *Scientific Tatarstan*. 2010;(1):194–199. (In Russ.)

20. **Shedko Y.N.** The System of Indicators and Monitoring of the Sustainable Development of the Region. *Moscow Witte University Bulletin. Series 1: Economics and Management*. 2016;3(18):20–26. Available from: <https://doi.org/10.21777/2307-6135-2016-3-20-26>.

21. **Serga L.K., Grishakova A.A.** On the Evaluation of the Region's Sustainable Development. *Economics of Russian East*. 2022;01(14):13–22. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.25801/SRC.2022.74.41.002>.

22. **Glinskiy V.V.** et al. Fuzzy Neural Networks in the Assessment of Environmental Safety. *Voprosy Statistiki*. 2015;(12):61–68. (In Russ.)

23. **Glinskiy V.V.** et al. On Estimating Threshold Values in Solving the Problem of Data Classification. *Voprosy Statistiki*. 2014;(12):30–36. (In Russ.)

About the authors

Vladimir V. Glinskiy – Dr. Sci. (Econ.), Professor; Professor, Department of Statistics, Novosibirsk State University of Economics and Management (NSUEM); Head, Research Laboratory «Sustainable Development of Social and Economic Systems», Siberian Institute of Management – Branch of RANEPА. 56, Kamenskaya Str., Novosibirsk, 630099, Russia; 6, Nizhegorodskaya Str., Novosibirsk, 630102, Russia. E-mail: v.v.glinskiy@nsuem.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7149-3020>.

Alina A. Grishakova – Master's Degree in Economics, Analyst, SBS Consulting LLC. 6, Projected Passage No. 4062, Bldg. 2, Moscow, 115432, Russia. E-mail: alinskogris@yandex.ru.

Lyudmila K. Serga – Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor; Associate Professor, Department of Statistics, Novosibirsk State University of Economics and Management (NSUEM); Head, Department of Business Analytics and Statistics, Siberian Institute of Management – Branch of RANEPА. 56, Kamenskaya Str., Novosibirsk, 630099, Russia; 6, Nizhegorodskaya Str., Novosibirsk, 630102, Russia. E-mail: l.k.serga@nsuem.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8934-8876>.

Funding

This article was prepared in the course of conducting research under the RSF grant, project 22-28-00629.