
СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 004.032.26:332.1 DOI 10.46960/2713-2633_2023_1_93

Е.Н. Летягина, В.И. Перова

НЕЙРОСЕТЕВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНОВ РОССИИ НА ОСНОВЕ ESG-ПРИНЦИПОВ

Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского
Нижегород, Россия

В современных условиях процесс устойчивого развития инновационной экономики Российской Федерации при активно развивающихся науке, технологиях и значительной конкуренции сопряжен с креативными инструментами управления экономическим развитием, которые опираются на ESG-принципы: *environment* – окружающая среда, *social* – социальное развитие, *governance* – корпоративное управление. Данная работа нацелена на исследование задачи стратегического менеджмента по созданию методологии, предоставляющей возможность снизить неоднородность эколого-инвестиционного развития России. Предложенный авторами перспективный метод решения многомерных задач – кластерный анализ на основе нейронных сетей с применением информационных технологий, позволил ранжировать регионы РФ по 5 кластерам с различным уровнем состояния эколого-инвестиционных показателей. Показано, что размещение регионов по кластерам не связано с их нахождением в федеральных округах Российской Федерации. Представлена динамика инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды, а также динамика ввода в действие мощностей по охране водных ресурсов и атмосферного воздуха от загрязнения в Российской Федерации за период 2012-2021 гг. Продемонстрирована важная роль лесовосстановления в поглощении парниковых газов из атмосферы в разрезе федеральных округов РФ. Результаты проведенного исследования могут оказать помощь при разработке стратегий и программ развития, направленных на активизацию инновационной составляющей в экономике регионов России, гармонирующей с современными требованиями поступательного развития в контексте критериев ESG.

Ключевые слова: регионы Российской Федерации; устойчивое развитие; критерии ESG; социально-ответственное инвестирование; кластерный анализ; нейросетевое моделирование.

Введение. В современных условиях с целью реализации социально-ответственного инвестирования актуальным является проведение исследований в области экологии, социальной сферы и корпоративного управления. В оценке инвестиций наряду со стандартной финансовой отчетностью и финансовыми показателями функционирования компаний востребован учет положительного результата их воздействия на общество и окружающую среду в соответствии с критериями ESG: *environment* – окружающая среда, *social* – социальное развитие, *governance* – корпоративное управление. При этом нефинансовая отчетность имеет все большую значимость для инвесторов при принятии решений. Соблюдение принципов ESG позволяет получить длинные инвестиции для стратегического развития [1,2].

На рис. 1 приведена динамика инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в Российской Федерации за период 2012-2021 гг.

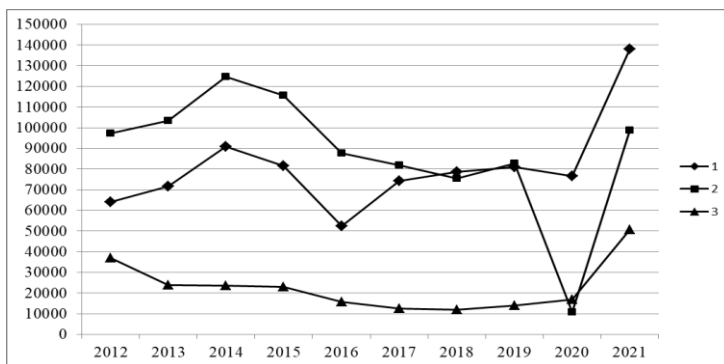


Рис. 1. Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в РФ, млн руб. (в ценах 2021 г.):

1 – на охрану атмосферного воздуха;

2 – на охрану водных ресурсов; 3 – на охрану земель

Источник: построено авторами по данным Росстата

Данные на рис. 1 свидетельствуют, что в России, несмотря на большие вызовы внешних условий в 2021 г., наблюдается значительный рост инвестиций в охрану атмосферного воздуха, водных ресурсов и земель. Это говорит о направленности менеджмента на устойчивое экономическое развитие страны и эффективности ответственного инвестирования в контексте ESG-принципов. Устойчивое развитие представляет собой центральный элемент при ведении бизнеса [3]. Все уровни управления социально-экономическим развитием, ориентированные на ESG-подход, аффилированы с международными тенденциями по устойчивому развитию [4]. Деятельность

и приоритетные направления развития крупнейших российских компаний в основном соответствуют концепциям устойчивого развития. Большинство крупнейших компаний исходят из того, что снижение технологического воздействия на окружающую среду приводит к умножению качества жизни населения, а также к повышению имиджа и конкурентоспособности компаний [5,6]. Например, следует отметить участие крупных нефтяных компаний (ОАО «Газпромнефть», ПАО «ЛУКОЙЛ») в благоустройстве инфраструктуры и территорий населенных пунктов, участие в проектах по совершенствованию безбарьерной среды (ОАО «МегаФон»), решение экологических проблем (Банк «Открытие», Банк «Центринвест») и т.д. [7].

Рис. 2 демонстрирует динамику ввода в действие мощностей по охране водных ресурсов и атмосферного воздуха от загрязнения в России за период 2012-2021 гг.

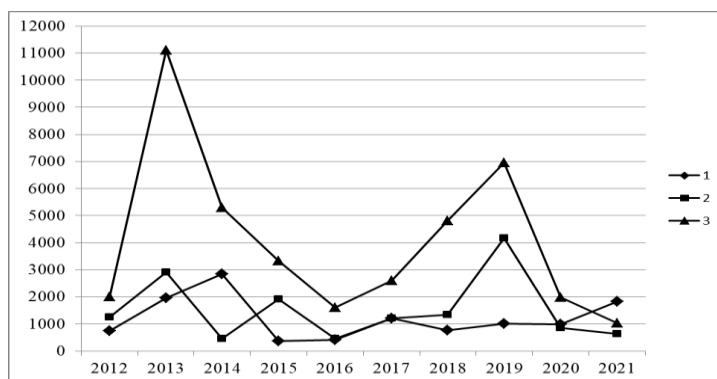


Рис. 2. Ввод в действие мощностей по охране водных ресурсов и атмосферного воздуха от загрязнения в Российской Федерации:
1 – станции для очистки сточных вод, тыс. м³ в сутки;
2 – системы оборотного водоснабжения, тыс. м³ в сутки;
3 – установки для улавливания и обезвреживания вредных веществ из отходящих газов, тыс. м³ в час

Источник: построено авторами по данным Росстата

Как видно из рисунка, в конце рассматриваемого периода имело место снижение ввода в действие систем оборотного водоснабжения и установок для улавливания и обезвреживания вредных веществ из отходящих газов. Однако, начиная с 2018 г., в РФ происходит увеличение ввода в действие станций для очистки сточных вод. Следует обратить внимание на существенное влияние восстановления лесных массивов на состояние окружающей среды в регионах России, поскольку лес поглощает парниковые газы из атмосферы. Рис. 3 иллюстрирует лесовосстановление в разрезе федеральных округов РФ в 2018-2020 гг.

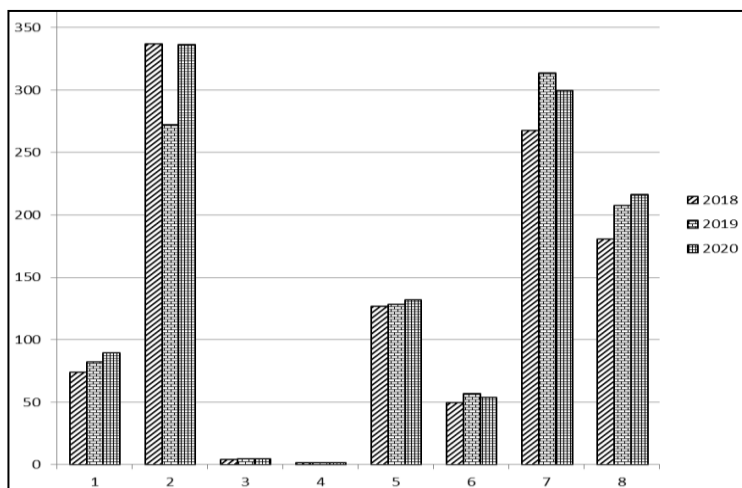


Рис. 3. Динамика лесовосстановления

в федеральных округах Российской Федерации за 2018-2020 гг.:

1 – Центральный федеральный округ, 2 – Северо-Западный федеральный округ, 3 – Южный федеральный округ, 4 – Северо-Кавказский федеральный округ, 5 – Приволжский федеральный округ, 6 – Уральский федеральный округ, 7 – Сибирский федеральный округ, 8 – Дальневосточный федеральный округ
 Источник: построено авторами по данным¹

Из данных на рис. 3 следует, что в Центральном, Приволжском и Дальневосточном федеральных округах в рассматриваемом периоде прослеживается возрастающий динамический показатель лесовосстановления.

Цель авторского исследования состоит в анализе устойчивого развития экономики регионов Российской Федерации в ракурсе принципов ESG путем кластерного анализа данных на основе нейронных сетей [8-11], относящихся к релевантной составляющей искусственного интеллекта. Предложенный метод раскрывает себя в качестве перспективного и эффективного инструмента, который входит в состав технологии интеллектуального анализа данных (Data Mining) [12]. Кластерный анализ данных, осуществляя разграничение множества объектов на компактные области – кластеры, должен исполнять следующие условия [13,14]: а) каждый объект включается лишь в один из кластеров; б) объекты внутри одного кластера сходны между собой по характеристикам их развития; в) объекты из разных кластеров имеют основательные различия.

Кластеризация исходного многомерного пространства статистических данных на базе искусственных нейронных сетей (ИНС), обучение которых

происходит без внешнего вмешательства в процесс обучения, т.е. относится к парадигме обучения без учителя [15,16], обладает рядом особенностей:

1) не имеется модельных ограничений при проведении нейросетевого моделирования;

2) необходимо использование значений только входных переменных в обучающих данных;

3) алгоритмы обучения осуществляют визуализацию нелинейного многомерного входного пространства данных, проецируя его с сохранением топологического подобия в двумерное пространство.

В состав данного класса искусственных нейронных сетей входят самоорганизующиеся карты (СОК) Кохонена [17-19]. Выходной слой нейронов таких ИНС называют топологической картой. Нейросетевые концепции материализованы в специализированных компьютерных программах: *MatLab*, *Statistica*, *Deductor*, *Viscovery SOMine*, *Loginom* и др. В исследование настоящей работы вовлечен аналитический пакет *Deductor*.

Нейросетевой анализ результатов кластеризации устойчивого развития экономики регионов Российской Федерации в фокусе принципов ESG. Исследования проведены на статистических данных с сайта Росстата. В качестве объектов были включены регионы РФ. Инструментом при выполнении исследования являлись СОК Кохонена, исполненные на платформе аналитического программного пакета *Deductor*. Объекты аттестовались набором следующих показателей за 2020 г.: X1 – доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ (%); X2 – использование свежей воды (млн м³); X3 – объем оборотной и последовательно используемой воды (млн м³); X4 – сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты (млн м³); X5 – индекс физического объема природоохранных расходов (% к предыдущему году); X6 – инвестиции в основной капитал: сельское, лесное хозяйство, охота (млн руб.); X7 – инвестиции в основной капитал: добыча полезных ископаемых (млн руб.); X8 – инвестиции в основной капитал: обрабатывающие производства (млн руб.); X9 – инвестиции в основной капитал: водоснабжение (млн руб.).

Результатом нейросетевого моделирования стало интегрирование регионов РФ по пяти кластерным образованиям (рис. 4).

Важно отметить различное воздействие, которое оказали статистические индикаторы X1-X9 на построение кластеров. Значимость их влияния на создание кластерных образований показана в табл. 1. Значимость показателей X1-X9 напрямую связана с построением кластеров: чем больше значимость показателя, тем больше его участие в создании соответствующего кластерного образования.

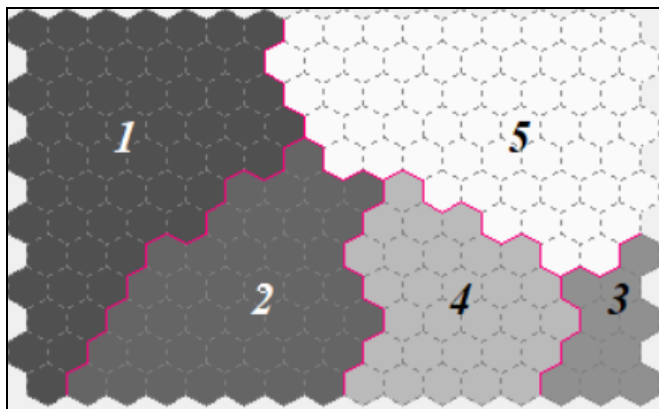


Рис. 4. Самоорганизующаяся топологическая карта ранжирования регионов РФ по кластерам

Источник: авторская разработка

Таблица 1.

Значимость показателей при построении кластеров, %

Показатель	Кластер				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
X1	100	85,6	65,2	100	80,9
X2	84,7	95,9	78,8	52,1	99,7
X3	99,8	96,6	67,8	43,6	100
X4	98,0	92,0	35,3	39,1	100
X5	57,9	25,4	73,3	25,9	87,6
X6	95,9	99,4	100	72,3	24,2
X7	9,9	26,0	53,0	55,0	68,7
X8	99,2	97,8	2,9	2,1	100
X9	77,1	62,6	2,7	59,2	96,8

Источник: авторская разработка

В процессе создания кластеров заранее неизвестно число кластеров. Независимая оценка качества кластерного решения на основе индекса силуэта [20] показала достоверность результатов кластеризации, поскольку нет спорных объектов, которые можно было бы отнести к разным кластерам. Это подтверждает и самоорганизующаяся топологическая карта нейронов, представленная на рис. 4.

На рис. 5 обозначено число кластеров и количество регионов РФ в кластерах, размах вариации которого более чем в 3 раза.

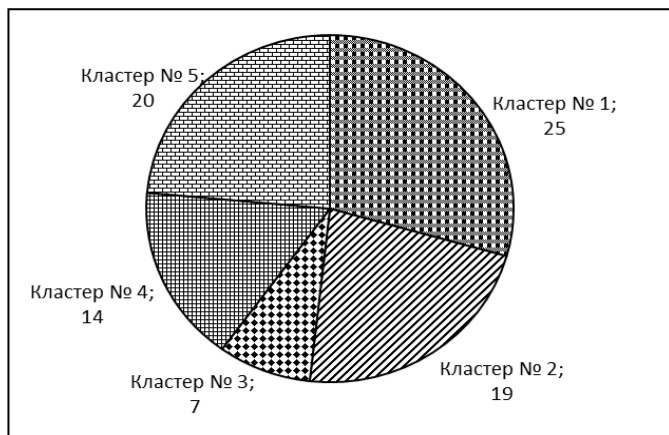


Рис. 5. Количество кластеров и число регионов РФ по кластерам

Источник: авторская разработка

Распределение регионов России по кластерам демонстрирует табл. 2. Из представленных данных следует, что имеется значительное разграничение во вхождении регионов в кластеры. Наименьшее число регионов РФ составило кластер № 3, а наибольшее – кластер № 1. Вместе с тем, по системе рассматриваемых девяти показателей, которые аттестуют развитие сферы экологии и инвестиций, вхождение регионов РФ в конкретные кластеры не зависит от их нахождения в федеральных округах Российской Федерации.

В табл. 3 отражены результаты расчетов средних значений исследуемых индикаторов по кластерам и их средние значения по России. Результаты, приведенные в табл. 3, показывают, что в масштабе кластерных образований наблюдается различие уровня развития регионов РФ по экологической и инверсионной составляющим. Индикатор X1 меньше среднероссийского только в регионах, образовавших кластер № 1. Максимальное значение этого показателя в регионах кластера № 4. Показатели X2-X5 и X9 не превышают средние по России значения в регионах, вошедших в кластеры № 1, № 2 и № 4. Факторы X6-X8 ниже среднероссийских индикаторов в регионах кластеров № 1 и № 2.

Сравнение кластерных образований между собой по средним значениям показателей выявляет следующее. Индикатор «Доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ» (X1) наименьшее значение имеет в регионах кластера № 1, а наибольшее значение – в регионах кластера № 4. Использование свежей воды (X2) минимально в регионах, составивших кластер № 2, а максимально – в регионах кластера № 5. По объему оборотной и последовательно используемой воды (X3) наблюдаются наименьшие значения в регионах кластера № 1, а наибольшие значения – в регионах кластера № 5. По сбросу загрязненных сточных вод в поверхностные

водные объекты (X4) лидируют регионы, создавшие кластер № 5, а в регионах кластера № 1 этот индикатор имеет наименьшее значение. Индекс физического объема природоохранных расходов (X5) принимает наименьшие значения в регионах кластера № 3, а наибольшие значения – в регионах кластера № 5.

Таблица 2.

Структура кластеров в 2020 г.

Кластер	Регионы Российской Федерации
№ 1	Владимирская область, Ивановская область, Костромская область, Орловская область, Тамбовская область, Ярославская область, Ненецкий автономный округ, Псковская область, Республика Калмыкия, Республика Крым, Астраханская область, Волгоградская область, г. Севастополь, Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Кабардино-Балканская Республика, Республика Северная Осетия-Алания, Чеченская Республика, Республика Марий Эл, Удмуртская Республика, Чувашская Республика, Ульяновская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Алтай, Камчатский край
№ 2	Калужская область, Республика Карелия, Республика Коми, Калининградская область, Новгородская область, Республика Адыгея, Карачаево-Черкесская Республика, Оренбургская область, Курганская область, Республика Тыва, Республика Хакасия, Томская область, Республика Бурятия, Республика Саха (Якутия), Забайкальский край, Магаданская область, Сахалинская область, Еврейская автономная область, Чукотский автономный округ
№ 3	Брянская область, Воронежская область, Курская область, Липецкая область, Краснодарский край, Ставропольский край, Приморский край
№ 4	Белгородская область, Рязанская область, Смоленская область, Тульская область, Архангельская область, Мурманская область, Республика Мордовия, Пермский край, Кировская область, Пензенская область, Алтайский край, Новосибирская область, Омская область, Хабаровский край
№ 5	Московская область, Тверская область, г. Москва, Вологодская область, Ленинградская область, г. Санкт-Петербург, Ростовская область, Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Нижегородская область, Самарская область, Саратовская область, Свердловская область, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Тюменская область, Челябинская область, Красноярский край, Иркутская область, Кемеровская область, Амурская область

Источник: авторская разработка

Таблица 3.

Статистика средних значений исследуемых показателей по кластерам
и по Российской Федерации за 2020 г.

Показатель	Кластер					Среднее значение по РФ
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	
X1	20,12	62,62	63,01	82,02	61,56	53,10
X2	318,40	186,21	947,0	404,43	1160,15	552,85
X3	287,21	587,79	2503,43	1317,14	4338,55	1659,80
X4	50,34	62,39	170,29	111,94	323,95	137,43
X5	103,37	110,04	97,13	105,50	117,47	108,02
X6	3407,98	1890,46	24334,87	8602,94	7009,21	6495,10
X7	38668,50	25425,46	1107,51	9921,84	68507,28	34901,18
X8	7438,62	7912,78	31708,23	31411,79	82274,62	31100,17
X9	875,26	1116,82	2563,84	1015,44	6773,58	2479,24

Источник: авторская разработка

Инвестиции в основной капитал (сельское, лесное хозяйство, охота) (X6) принимают наименьшие значения в регионах, вошедших в кластер № 2, а их наибольшие значения наблюдаются в регионах, образовавших кластер № 3. Значения инвестиций в основной капитал по добыче полезных ископаемых (X7) минимальны в регионах кластера № 3 и максимальны в регионах кластера № 5. Показатели инвестиций в основной капитал: обрабатывающие производства (X8) и водоснабжение (X9) имеют наименьшие значения в регионах, распределившихся в кластер № 1, а наибольшие значения – в регионах, вошедших в кластер № 5.

Таким образом, данные табл. 3 демонстрируют разграничение кластерных образований по уровню средних значений комплекса рассматриваемых показателей. Например, 5 из 9 показателей регионов кластера № 1 характеризуются наименьшими значениями, а 7 из 9 показателей в кластере № 5 – наибольшими значениями.

Заключение. В работе использовались искусственные нейронные сети, которые относятся к релевантной составляющей искусственного интеллекта. Выполненное исследование устойчивого развития экономики России в ракурсе принципов ESG позволило проанализировать состояние сферы экологии и связанной с ней инвестиционной деятельности в регионах РФ. Кардинальное отличие метода кластерного анализа на базе нейросетевого моделирования с применением информационных технологий состоит в том, что СОК Кохонена самостоятельно строят нейронную сеть на предъявлении лишь входной информации и не имеют модельных ограничений при проведении нейросетевого моделирования. Кроме того, этот класс нейронных сетей позволяет визуализировать на плоскости результаты кластеризации многомерного входного пространства данных.

Выявлен неравномерный характер развития регионов РФ в области экологии и инвестирования. Это подтверждается наличием более чем в 3 раза различий в количестве регионов в кластерах, а также уровнем средних показателей по кластерам. Результаты кластерного анализа данных показали, что состав кластерных образований не зависит от того, к какому федеральному округу РФ принадлежат регионы, вошедшие в конкретный кластер.

Поступательное устойчивое развитие экономики России в контексте критериев ESG во многом связано со взаимодействием государства и бизнеса. Гармонизация стратегий такого взаимодействия будет способствовать увеличению эффективности ответственного инвестирования. Полученные результаты с применением перспективного метода кластерного анализа многомерных статистических данных на основе нейросетевого моделирования имеют практическую значимость. Они могут оказать помощь при разработке стратегий, ориентированных на интеграцию экологических и социальных факторов и их сбалансированность на последующие периоды, что будет способствовать повышению обоснованности принятия управленческих решений, соответствующих потребностям национальной экономики.

© Летягина Е.Н., Перова В.И., 2023

Библиографический список

- [1] Смирнова, Т.С. Устойчивое развитие как базовая составляющая деятельности компании // *Управленческий учет*. 2021. № 11-3. С. 704-710.
- [2] Хворостяная, А.С. Зарубежная практика ESG-стратегирования легкой промышленности и индустрии моды // *Креативная экономика*. 2022. Том 16. № 5. С. 1863-1878.
- [3] Митяков, С.Н., Лапаев, Д.Н., Катаева, Л.Ю., Рамазанов, С.А. Устойчивое развитие и угрозы экономической безопасности // *Экономика и предпринимательство*. 2019. № 10 (111). С. 111-114.
- [4] Жукова, Е.В. Основные тенденции развития ESG-повестки: обзор в России и в мире // *Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова*. 2021. № 6(120). С. 68-82.
- [5] Замятина, М.Ф., Тишков, С.В. ESG-факторы в стратегиях компаний и регионов России и их роль в региональном инновационном развитии // *Вопросы инновационной экономики*. 2022. Том 12. № 1. С. 501-518.
- [6] Нехода, Е.В., Раковская, В.С. Корпоративная социальная политика: концептуальные подходы к определению и оценке функционирования // *Вестник Томского государственного университета*. 2011. № 4(16). С. 49-55.
- [7] Вострикова, Е.О., Мешкова, А.П. ESG-критерии в инвестировании: зарубежный и отечественный опыт // *Финансовый журнал*. 2020. Т. 12. № 4. С. 117-129.
- [8] Любушин, Н.П., Летягина, Е.Н., Перова, В.И., Котов, Р.М. Методы искусственного интеллекта в исследовании экономического потенциала регионов России в условиях больших вызовов // *Экономический анализ: теория и практика*. 2022. Т. 21. № 6. С. 994-1017.
- [9] Горбань, А.Н., Россиев, Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере: монография. Новосибирск: Наука (Сибирское отделение), 1996. – 276 с.

- [10] Перова, В.И. Нейронные сети в экономических приложениях. Часть 2. Нейронные сети, обучаемые без учителя: учебное пособие. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета, 2012. – 135 с.
- [11] Хрусталёв, Е.Ю., Шрамко, О.Г. Использование метода нейронных сетей для прогнозирования эффективности инвестиционных вложений // Экономический анализ: теория и практика. 2017. Т. 16. Вып. 8. С. 1438–1454.
- [12] Дюк, В.А., Самойленко, А.П. DataMining: учебный курс. СПб.: Питер, 2001. 368 с.
- [13] Балабанов, А.С., Стронгина, Н.Р. Анализ данных в экономических приложениях: учебное пособие. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2004. 135 с.
- [14] Перова, В.И., Незнакомцева, О.Ю. Исследование динамики социально-экономического развития регионов Российской Федерации // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2016. № 4 (44). С. 44-51.
- [15] Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс. М.: Вильямс, 2006. 1104 с.
- [16] Летягина, Е.Н., Перова, В.И. Нейросетевое моделирование региональных инновационных экосистем // Journal of New Economy. 2021. № 1. С. 71-89.
- [17] Kohonen, T. Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics*, 1982, vol. 43, iss. 1, pp. 59-69.
- [18] Kohonen, T. The self-organizing map. *Proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 1990, vol. 78, no. 9, pp. 1464-1480.
- [19] Letiagina, E., Perova, V., Orlova, E. Neural network analysis of the development of physical education and sports in Russia as an economic factor of country security. *Proceedings of the 4th International Conference on Innovations in Sports, Tourism and Instructional Science (ICISTIS 2019)*. Atlantis Press, 2019, no. 11, pp. 174-179.
- [20] Kraufman, L., Rousseeuw, P. *Finding groups in data: An introduction to cluster analysis*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 2005. 342 p.

E.N. Letiagina, V.I. Perova

NEURAL NETWORK RESEARCH OF SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT OF RUSSIAN REGIONS BASED ON ESG PRINCIPLES

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod
Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. In modern conditions, the process of sustainable development of the innovative economy of the Russian Federation with actively developing science, technology and the existence of significant competition is associated with creative tools for managing economic development, which are based on ESG principles: environment - environment, social – social development, governance – corporate governance. This work is aimed at studying the task of strategic management to create the methodology that provides opportunities to reduce the heterogeneity of environmental and investment development in Russia. The promising method of solving multidimensional problems proposed by the authors

– cluster analysis based on neural networks using information technology, allowed ranking the regions of the Russian Federation by 5 clusters with different levels of environmental and investment indicators. It was found that the placement of regions by clusters is not related to their location in the federal districts of the Russian Federation. The dynamics of investments in fixed assets aimed at environmental protection and rational use of natural resources, as well as the dynamics of commissioning of capacities for the protection of water resources and atmospheric air from pollution in the Russian Federation for the period 2012-2021 are presented. The important role of reforestation in the absorption of greenhouse gases from the atmosphere in the context of the federal districts of the Russian Federation is demonstrated. The results of the conducted research can assist in the development of strategies and development programs aimed at activating the innovative component in the economy of the regions of Russia, in harmony with the modern requirements of progressive development in the context of ESG criteria.

Keywords: regions of the Russian Federation, sustainable development, ESG criteria, socially responsible investment, cluster analysis, neural network modeling.

References

- [1] Smirnova, T.S. (2021). [Sustainable development as a basic component of the company's activities]. *Upravlencheskii uchet* [Management accounting]. pp. 704-710. [Electronic resource]. Available at: <https://doi.org/10.25806/uu11-32021704-710>
- [2] Khvorostyanaya, A.S. (2022). [Foreign practice of ESG-strategizing of light industry and fashion industry]. *Kreativnaya ekonomika* [Creative economy]. pp. 1863-1878. [Electronic resource]. Available at: <https://doi.org/10.18334/ce.16.5.114637>
- [3] Mityakov, S.N., Lapaev, D.N., Kataeva, L.Yu., Ramazanov, S.A. (2019). [Sustainable development and threats to economic]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and entrepreneurship]. pp. 111-114. (In Russ).
- [4] Zhukova, E.V. (2021). [The main trends in the development of the ESG agenda: an overview in Russia and in the world]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plekhanova* [Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics], pp. 68-82. [Electronic resource]. Available at: <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2021-6-68-82>
- [5] Zamyatina, M.F., Tishkov, S.V. (2022). [ESG factors in the strategies of companies and regions of Russia and their role in regional innovative development]. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki* [Issues of innovative economy]. pp. 501-518. [Electronic resource]. Available at: <https://doi.org/10.18334/vinec.12.1.114369>
- [6] Nekhoda, E.V., Rakovskaya, V.S. (2011). [Corporate social policy: conceptual approaches to the definition and evaluation of functioning]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Tomsk State University]. pp. 49-55. (In Russ).
- [7] Vostrikova, E.O., Meshkova, A.P. (2020). [ESG criteria in investing: foreign and domestic experience]. *Finansovyi zhurnal* [Financial Journal]. pp. 117-129. [Electronic resource]. Available at: <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2020-4-117-129>
- [8] Lyubushin, N.P., Letiagina, E.N., Perova, V.I., Kotov, R.M. (2022). [Artificial intelligence methods in the study of the economic potential of Russian regions in condi-

- tions of great challenges]. *Ekonomicheskij analiz: teoriya i praktika* [Economic analysis: theory and practice]. pp. 994-1017. [Electronic resource]. Available at: <https://doi.org/10.24891/ea.2.1.6.9.94>
- [9] Gorban, A.N., Rossiev, D.A. (1996). *Nejronnye seti na personal'nom komp'yutere: monografiya* [Neural networks on a personal computer: monograph]. Novosibirsk: Science (Siberian Branch). 276 p. (In Russ).
- [10] Perova, V.I. (2012). [Neural networks in economic applications. Part 2. Neural networks trained without a teacher]. *Nizhny Novgorod* [Nizhny Novgorod]. 135 p. (In Russ).
- [11] Khrustalev, E.Yu., Shramko, O.G. (2017). [Using the neural network method to predict the effectiveness of investment investments]. *Ekonomicheskij analiz: teoriya i praktika* [Economic analysis: theory and practice]. pp. 1438-1454. (In Russ).
- [12] Duke, V.A., Samoilenko, A.P. (2001). [Data Mining: A training course]. *SPb* [St. Petersburg]. 368 p. (In Russ).
- [13] Balabanov, A.S., Strongina, N.R. (2004). [Data analysis in economic applications]. *Nizhny Novgorod* [Nizhny Novgorod]. 135 p. (In Russ).
- [14] Perova, V.I., Neznakomtseva, O.Yu. (2016). [Research of the dynamics of socio-economic development of the regions of the Russian Federation]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Seriya: Sotsial'nye nauki* [Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N.I. Lobachevsky. Series: Social Sciences]. pp. 44-51. (In Russ).
- [15] Khaykin, S. (2006). [Neural networks: the complete course]. *M* [M]. 1104 p. (In Russ).
- [16] Letiagina, E.N., Perova, V.I. (2021). Neural network modeling of regional innovation ecosystems. *Journal of New Economy* [Journal of New Economy]. pp. 71-89. Electronic resource. Available at: <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2021-22-1-4>
- [17] Kohonen, T. (1982). *Self-organized formation of topologically correct feature maps*. Biological Cybernetics. pp. 59-69.
- [18] Kohonen, T. (1990). *The self-organizing map*. Proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers. pp. 1464-1480.
- [19] Letiagina, E., Perova, V., Orlova, E. (2019). [Neural network analysis of the development of physical education and sports in Russia as an economic factor of country security]. [Electronic resource]. Available at: <https://doi.org/10.2991/icistis-19.2019.37>.
- [20] Kraufman, L., Rousseeuw, P. (2005). *Finding groups in data: An introduction to cluster analysis*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc. 342 p.