

DOI: 10.12731/2070-7568-2025-14-1-279

EDN: HYQANI

УДК 330.44



Научная статья | Финансы

ИССЛЕДОВАНИЕ ESG-ТРАНСФОРМАЦИИ РЕГИОНА СИСТЕМОЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

*Н.И. Ломакин, Т.И. Кузьмина, М.С. Марамыгин, О.В. Юрова,
О.А. Минаева, А.А. Положенцев, Т.Д. Елисеева*

Аннотация

Исследованы теоретические аспекты ESG-трансформации региона в современных условиях. Актуальность обусловлена тем, что в условиях технологических трансформаций, бурного внедрения инноваций, нарастания рыночной неопределенности все чаще используются системы искусственного интеллекта для достижения устойчивого развития на ESG-принципах. Цель состоит в том, чтобы выявить закономерности ESG-трансформаций региона системой искусственного интеллекта и получить прогнозное значение валового регионального продукта на будущий год. В ходе проведенного исследования была сформирована модель глубокого обучения DL «Случайный лес», которая позволяет получить прогноз валового регионального продукта Волгоградской области. Научная новизна обусловлена тем, что в работе выдвинута гипотеза, которая была успешно доказана, касательно того, что прогнозы валового регионального продукта на следующий год могут быть получены с помощью модели глубокого обучения DL «Случайный лес», что во многом предопределяет динамику устойчивого развития региона. Выводы по результатам исследования сводятся к тому, что разработана DL-модель «Случайный лес», рассчитавшая прогнозные значения валового регионального продукта. Прогнозная величина валового регионального продукта (ВРП) для первого варианта составила 1305,88 млрд. руб., что на 4,47% больше фактического в 2024 году. Прогнозная величина ВРП для второго варианта составит 1361,76 млрд. руб., что на 8,94% больше фактического значения в 2024 году. Область применения полученных результатов – реальный сектор экономики, плановые органы местного самоуправления.

Ключевые слова: ESG-принципы; DL-модель; машинное обучение; искусственный интеллект

Для цитирования. Ломакин, Н. И., Кузьмина, Т. И., Марамыгин, М. С., Юрова, О. В., Минаева, О. А., Положенцев, А. А., & Елисеева, Т. Д. (2025). Исследование ESG-трансформации региона системой искусственного интеллекта. *Наука Красноярья: экономический журнал*, 14(1), 87–108. <https://doi.org/10.12731/2070-7568-2025-14-1-279>

Original article | Finance

STUDY OF ESG TRANSFORMATION OF THE REGION BY THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEM

*N.I. Lomakin, T.I. Kuzmina, M.S. Maramygin, O.V. Yurova,
O.A. Minaeva, A.A. Polozencev, T.D. Eliseeva*

Abstract

The theoretical aspects of the ESG transformation of the region in modern conditions are studied. The relevance is due to the fact that in the conditions of technological transformations, rapid introduction of innovations, increasing market uncertainty, artificial intelligence systems are increasingly used to achieve sustainable development on ESG principles. The goal is to identify patterns of ESG transformations of the region by the artificial intelligence system and obtain a forecast value of the gross regional product for the next year. In the course of the study, a deep learning model DL “Random Forest” was formed, which allows you to get a forecast of the gross regional product of the Volgograd region. The novelty is due to the fact that the work put forward a hypothesis, which was successfully proven, regarding the fact that forecasts of the gross regional product for the next year can be obtained using the deep learning model DL “Random Forest”, which largely predetermines the dynamics of sustainable development of the region. The conclusions of the study are that the DL-model “Random Forest” has been developed, which calculated the forecast values of the gross regional product. The forecast value of the GRP for the first option was 1305.88 billion rubles, which is 4.47% more than

the actual value in 2024. The forecast value of the GRP for the second option will be 1361.76 billion rubles, which is 8.94% more than the actual value in 2024. The scope of application of the obtained results is the real sector of the economy, local government planning bodies.

Keywords: ESG principles; DL model; machine learning; artificial intelligence

For citation. Lomakin, N. I., Kuzmina, T. I., Maramygin, M. S., Yurova, O. V., Minaeva, O. A., Polozencev, A. A., & Eliseeva, T. D. (2025). Study of ESG transformation of the region by the artificial intelligence system. *Krasnoyarsk Science: Economic Journal*, 14(1), 87–108. <https://doi.org/10.12731/2070-7568-2025-14-1-279>

Введение

Как показывает практика, в современных условиях очень важно обеспечить устойчивое развитие регионов. Трансформационные процессы, протекающие в условиях технологического передела, обусловленного внедрением цифровых технологий «Индустрия 4.0», «Индустрия 5.0», требуют гибких решений как в области менеджмента и социальной сферы, так и в сфере экологии, то есть с позиции ESG-принципов устойчивого развития. При этом нарастающая рыночная неопределенность и риск во многом обусловлены усилением санкционного давления со стороны недружественного окружения. Исследование теоретических основ оценки устойчивости экономики России, ее регионов и прогнозирование ее развития в русле ESG-принципов с применением подходов интеллектуального моделирования особенно востребовано в условиях цифровизации.

Актуальность обусловлена тем, что в условиях технологических трансформаций, бурного внедрения инноваций, нарастания рыночной неопределенности все чаще используются системы искусственного интеллекта для достижения устойчивого развития на ESG-принципах. Научная новизна обусловлена тем, что в работе выдвинута гипотеза, которая была успешно доказана, касательно того, что прогнозы валового регионального продукта на следующий год, могут быть получены с помощью модели глубокого обучения DL «Случайный лес», что в значительной мере предопределяет динамику устойчивого развития региона.

Проблемы, связанные с обеспечением устойчивого развития экономики страны и ее регионов, находятся в поле зрения отечественных и зарубежных ученых, причем важная роль при этом отводится использованию AI-систем (Artificial Intelligence – искусственный интеллект). Так, например, А.Л. Ронжин и А.И. Савельев исследовали применение систем искусственного интеллекта в решении задач цифровизации и роботизации агропромышленного комплекса [1, с. 22-29]. Е.Н. Летягина, В.И. Перова, используя нейросетевую модель исследования устойчивого развития экономики регионов сквозь призму ESG-принципов, предложили подходы для достижения устойчивого роста, изучая динамику параметров, включенных в модель [2, с. 93-105]. Несмотря на множество работ по проблеме обеспечения устойчивого развития экономики страны и ее регионов, наблюдается научный разрыв в области научных знаний касательно оценки устойчивости экономики на основе ESG-принципов с использованием систем искусственного интеллекта, что требует проведения дополнительных научных исследований.

Цель исследования

Цель настоящего исследования состоит в том, чтобы выявить закономерности ESG-трансформаций региона системой искусственного интеллекта и получить прогнозное значение валового регионального продукта.

Исследуя практики реализации ESG-повестки в регионах, коллектив авторов во главе с Т.С. Наролиной, отмечают высокую заинтересованность субъектов РФ в использовании ESG-принципов в развитии экономики регионов. Авторы делают вывод о том, что наличие региональных диспропорций в применении ESG-принципов может привести к усилению рисков неблагоприятных условий инвестирования регионов. В связи с этим, отмечают соавторы, перспективным направлением могут стать пути, способствующие сглаживанию такого неравномерного развития, а также поиск инструментов, обеспечивающих привлечение инвесторов в русле реализации ESG-принципов [3, с. 12-21].

Устойчивость экономики страны определяется устойчивостью ее реального сектора и финансовой сферы. П.С. Урлапов и М.С. Марамыгин, исследуя тенденции в развитии банковского сектора, выявили ряд закономерностей, обуславливающих устойчивость в условиях неопределенности и риска [4, с. 202-206]. Н.И. Ломакин с соавторами предложили когнитивную модель на основе ИИ (искусственного интеллекта), призванную повысить финансовую устойчивость отечественной экономики [5]. Следует отметить, что число ученых, затрагивающих в своих исследованиях вопросы финансовой устойчивости, неуклонно растет. В частности, применению ESG-принципов посвящены исследования М.А. Котлярова [6, с. 6-9] и других ученых. ESG-принципы очень важны при оценке устойчивого развития. ESG-рейтинг российских регионов в 2021 году представлен ниже (рисунок 1).

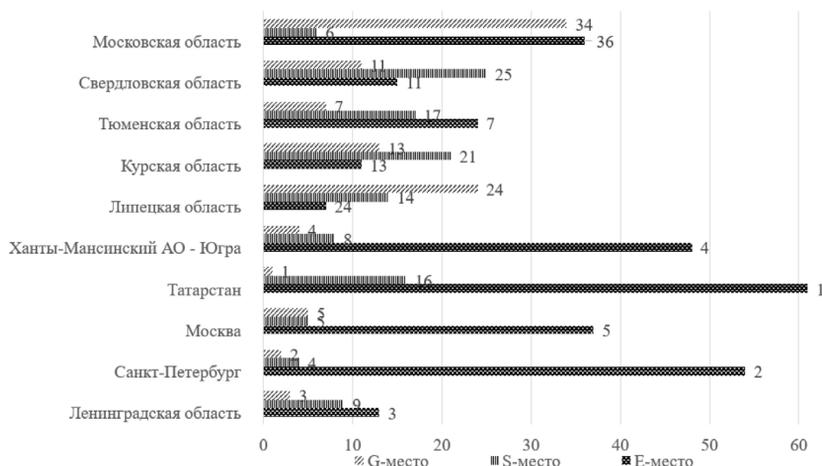


Рис. 1. ESG-рейтинг российских регионов, 2021 [7].

Решению проблемы устойчивости регионов посвятили свои работы многие ученые. Так, например, А.В. Бабкин и Л.Р. Батукова предложили подходы, для использования разработанных концептуальных основ многомерного моделирования механизма в системах устойчивого ESGC-развития, представляющих собой киберсоци-

альные промышленные экосистемы кластерного типа [8, с. 17–37]. Промышленная EICSG-экосистема в рамках Индустрии 5.0 включает в себя экологический, интеллектуальный, киберсоциальный и управленческий компоненты. Они взаимодействуют, создавая новый уровень коэволюции, синергии и эмерджентности для достижения устойчивости и резильентности промышленных систем.

1.1. Методология проведения работы и методы

В основу использованной методологии при проведении настоящей работы были положены преимущества цифровых методов, получивших название систем искусственного интеллекта, в частности, была использована AI-система - модель глубокого обучения «Дерево решений». Как показывают исследования, в современных условиях отмечается широкомасштабное развитие процессов цифровизации [6].

В работе применялись такие методы как монографический, аналитический, DL-модель «Случайный лес» на сервисе Colab. Широко использовались языки Python, Visual Studio Code, применялись библиотеки pandas, GridSearchCV, sklearn и другие. В начале исследования был сформирован датасет нейросетевой модели, при этом использовался алгоритм «обучения с учителем». Затем была разработана сама модель глубокого обучения DL-модель «Случайный лес» в целях получения прогнозных значений валового регионального продукта (ВРП). В финале алгоритм выбрал лучшее дерево DL-модели из ансамбля деревьев решений, результаты прогнозов которого отличались минимальным значением ошибки (MAE).

1.2. Результаты

DL-модель «Случайный лес» для получения прогноза величины валового регионального продукта (ВРП) Волгоградской области сквозь призму инноваций и ESG-устойчивого развития для пессимистичного и оптимистичного вариантов была успешно сформирована. Было получено два варианта прогнозов, как по пессимистичному, так и по оптимистичному вариантам. При этом прогнозное значение

ВРП для первого варианта было 1305,88 млрд. руб., что на 4,47% больше фактического в 2024 году. Для второго варианта прогнозная величина ВРП составила 1361,76 млрд. руб., что на 8,94% больше, чем было в 2024 году.

1.2.1. Цели устойчивого развития на основе ESG-повестки

В основу ESG-повестки положены 17 целей устойчивого развития, которые были провозглашены Организацией Объединенных Наций. Эти цели ассоциируются с заботой о людях и о мире, в котором они живут.

Практика показывает, что ESG-принципы активно поддерживаются и внедряются предприятиями регионов России. В частности, регионы Южного Федерального Округа (ЮФО) распределились в рейтинге следующим образом (таблица 1) [9].

Таблица 1.

ESG-рейтинга регионов Южного федерального округа

| Края, республики и области | E | S | G | ESG | ESG уровень | Место |
|----------------------------|--------|--------|-------|-------|---------------|-------|
| Краснодарский | 0,5360 | 0,7360 | 0,714 | 0,662 | продвинутый | 1 |
| г. Севастополь | 0,4090 | 0,7060 | 0,625 | 0,58 | развитый | 2 |
| Ростовская | 0,5360 | 0,4710 | 0,615 | 0,541 | умеренный | 3 |
| Астраханская | 0,5000 | 0,3530 | 0,577 | 0,477 | развивающийся | 4 |
| Республика Адыгея | 0,3210 | 0,6180 | 0,462 | 0,467 | развивающийся | 5 |
| Волгоградская | 0,3930 | 0,4120 | 0,462 | 0,422 | начальный | 6 |
| Республика Крым | 0,2730 | 0,3820 | 0,577 | 0,411 | начальный | 7 |
| Республика Калмыкия | 0,3570 | 0,3530 | 0,5 | 0,403 | начальный | 8 |

Волгоград вошел в топ городов с самой сильной экологической составляющей по данным ESG-рейтинга административных центров регионов России.

1.2.2. Нейросеть DL-модель «Случайный лес»

Использование AI-систем имеет важное значение в условиях формирования рыночных отношений, нарастающих процессов цифровизации. В формировании предпосылок для обеспечения устойчивого

развития при соблюдении ESG-принципов важную роль играют системы искусственного интеллекта. В процессе проведения научного исследования была разработана DL-модель «Случайный лес», применение которой позволило получить прогнозные значения валового регионального продукта Волгоградской области по пессимистичному и оптимистичному вариантам. В модель вошли следующие факториальные признаки (поля): X_1 – Финансирование науки, млрд. руб.; X_2 – Инвестиции в основной капитал, млрд., руб.; X_3 – Объем инновационной продукции, млрд., руб.; X_4 – Среднемесячная заработная плата, тыс. руб.; X_5 – Сбережения населения на вкладах, млрд. руб.; X_6 – ВРП на душу населения, тыс. руб.; X_7 – E; X_8 – S; X_9 – G ЧТО ЭТО ЗА ПЕРЕМЕННЫЕ? НЕОБХОДИМО ПОЯСНИТЬ; Y – target (ВРП). При этом, ESG факторы оцениваются экспертами рейтинговых агентств таким образом, что им присваиваются определенные численные значения, а именно, E – это факторы окружающей среды (изменение климата, выбросы парниковых газов, истощение природных ресурсов, отходы и загрязнение), S – социальные факторы (условия труда, местные сообщества, охрана здоровья и безопасность) и G – факторы управления, которые включаются в процесс принятия инвестиционных решений для лучшего управления рисками и возврата от инвестиций (вознаграждение топ-менеджмента, взяточничество и коррупция, политическое лобби и пожертвования).

Как известно, Волгоград получил наивысшую ESG-оценку в рейтинге городов – административных центров регионов России, по данным, опубликованным агентством «Эксперт РА» [10]. Согласно методике, ESG-оценка основывалась на 22 показателях, распределенных по трем компонентам: экологический, социальный, качество управления.

Для исследования закономерностей устойчивого роста в массиве рассмотренных параметров (датасете) целесообразно использовать метод искусственного интеллекта. Расчеты выполнялись в таблицах Microsoft Excel, облачном сервисе Google Collab [11]. Исходные данные (датасет модели DL-модель «Случайный лес») представлен ниже [12] (таблица 2).

Таблица 2.

Исходные данные по Волгоградской области

| | Финансирование науки, млрд. руб., X1 | Инвестиции в основной капитал, млрд., руб., X2 | Объем инновационной продукции, млрд., руб., X3 | Среднемесячная заработная плата, тыс. руб., X4 | Сбережения населения на вкладах, млрд. руб., X5 | ВРП на душу населения, тыс. руб., X6 | E, X7 | S, X8 | G, X9 | Валовый региональный продукт, млрд. руб., Y (target) |
|------|--------------------------------------|--|--|--|---|--------------------------------------|-------|-------|-------|--|
| 2023 | 6,5 | 291,4 | 70 | 48,3 | 340,3 | 437,5 | 39 | 41 | 46 | 1250 |
| 2022 | 5,9 | 216,5 | 94,5 | 42,6 | 306,1 | 491,2 | 48 | 43 | 57 | 1085,6 |
| 2021 | 2,8 | 193 | 33,8 | 38,1 | 300 | 427,1 | 57 | 44 | 68 | 1000 |
| 2020 | 2,46 | 189,9 | 22,1 | 35,6 | 281,7 | 390,8 | 59 | 59 | 59 | 926,2 |
| 2019 | 0,15 | 119,5 | 20 | 32,7 | 268,5 | 364,8 | 68 | 68 | 68 | 961,4 |
| 2018 | 0,15 | 63,8 | 13,8 | 30,4 | 244 | 338,9 | 71 | 71 | 71 | 929,7 |

В ходе формирования DL-модели «Случайный лес» был получен датасет для обучения программы (рисунок 2).

| | Финансирование науки, млрд. руб., X1 | Инвестиции в основной капитал, млрд., руб. X2 | Объем инновационной продукции, млрд., руб. X3 | Среднемесячная заработная плата, тыс. руб., X4 | Сбережения населения на вкладах, млрд. руб., X5 | ВРП на душу населения, тыс. руб., X6 | E, X7 | S, X8 | G, X9 | target |
|---|--------------------------------------|---|---|--|---|--------------------------------------|-------|-------|-------|--------|
| 0 | 6.50 | 291.4 | 70.0 | 48.3 | 340.3 | 437.5 | 39 | 41 | 46 | 1250.0 |
| 1 | 5.90 | 216.5 | 94.5 | 42.6 | 306.1 | 491.2 | 48 | 43 | 57 | 1085.6 |
| 2 | 2.80 | 193.0 | 33.8 | 38.1 | 300.0 | 427.1 | 57 | 44 | 68 | 1000.0 |

Рис. 2. Фрагмент датасета DL-модели

Датасет представляет собой таблицу размерностью (6, 10). Чтобы получить прогнозное значение необходимо сформировать матрицу входных параметров «X» и матрицу-вектор целевого признака «y». Скрипт программы для формирования матрицы входных параметров «X» и матрицы-вектора целевого признака «y» представлен ниже (рисунок 3).

```

✓
0 сек. [6] 1 x = dataset.drop(['target'], axis=1)
        2 y = dataset['target']
    
```

Рис. 3. Скрипт программы для формирования матрицы параметров

В процессе формирования DL-модели были задействованы библиотеки pandas, matplotlib.pyplot, sklearn, LinearRegression,

RandomForestRegressor и другие. Модель была сформирована при использовании следующих гиперпараметров: «criterion»: «absolute_error», «max_depth»: 10, «n_estimators»: 5. То есть, были использованы 5 эстиматоров (деревьев), при максимальной глубине дерева 10 уровней. Визуализация лучшего дерева отражена ниже (рисунок 4).

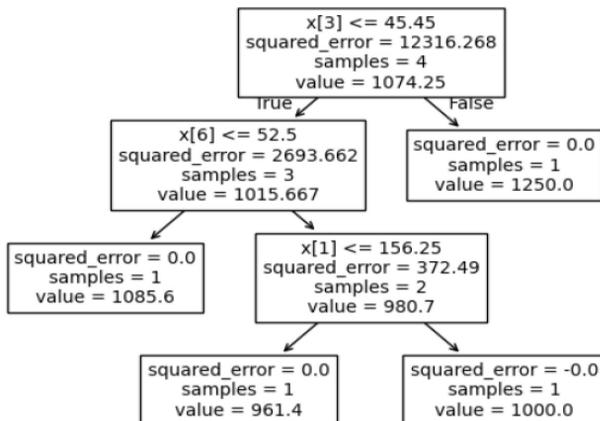


Рис. 4. Лучшее дерево модели DL «Random Forest»

Чтобы получить прогнозное значение валового регионального продукта достаточно на вход модели подать требуемые входные параметры с использованием «sample»-вектора (рисунок 5).

| Финансирование науки, млрд. руб., X1 | Инвестиции в основной капитал, млрд., руб. X2 | Объем инновационной продукции, млрд., руб. X3 | Среднемесячная заработная плата, тыс. руб., X4 | Сбережения населения на вкладах, млрд. руб., X5 | ВРП на душу населения, тыс. руб., X6 | E, X7 | S, X8 | б, X9 |
|--------------------------------------|---|---|--|---|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| 7.15 | 320.54 | 77 | 48.3 | 340.3 | 437.5 | 38 | 40 | 45 |

Рис. 5. «Sample»-вектор для подачи требуемых входных параметров

Следует отметить, что прогноз может быть получен на основе использования уравнения множественной линейной регрессии. Рассчитанное уравнение регрессии представлено ниже:

$$Y = 1192.0636 + 0.096014 * X1 + 1.402278 * X2 + 2.043154 * X3 + 0.287759 * X4 + 0.446672 * X5 - 1.435879 * X6 - 0.454813 * X7 + 1.003715 * X8 - 1.205456 * X9 \quad (1)$$

Подставим входные значения параметров в модель с помощью вектора входных значений, увеличив значения инновационной ак-

тивности и науки в «Первом прогнозе» на 10%, а во «Втором прогнозе» - на 20%. При этом место рейтингах E, S, G понизим на -1 в первом и -2 во втором (ожидается, что Волгоградская область поднимется в рейтинге регионов) при прочих равных условиях. Прогнозная величина ВРП для первого варианта составила 1305,88 млрд. руб., что на 4,47% больше фактического в 2024 году. Прогнозная величина ВРП для второго варианта составит 1361,76 млрд. руб., что на 8,94% больше фактического значения в 2024 году (рисунок 6).

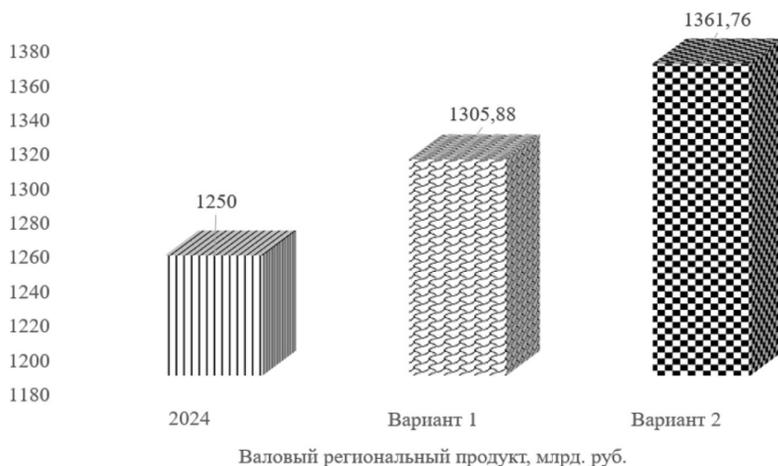


Рис. 6. Прогнозные величины ВРП по вариантам

Проведенное исследование позволяет устранить научный разрыв в знаниях об использовании ESG-принципов, результативности их применения в целях устойчивого развития регионов. Однако имеются возможности для улучшения полученных результатов.

Обсуждение

Исследованы теоретические аспекты ESG-трансформации и их практическое применение в развитии российских регионов, что имеет важное значение в современных условиях. Среди перспективных направлений дальнейших исследований следует отметить следующие.

Во-первых, важное значение имеет использование подходов, предложенных Е.Н. Летягиной с соавторами, относительно применения нейросетей при исследовании устойчивого развития экономики субъектов Российской Федерации с учетом принципов ESG [13, с. 367-371].

Во-вторых, проведение исследований в направлении, обозначенном коллективом авторов во главе с М.В. Гренадеровой относительно формирования ESG-рейтингов и рэнкингов регионов [14, с. 69-78]. При формировании ESG-рейтингов и рэнкингов регионов может быть успешно использованы системы искусственного интеллекта.

В-третьих, важную роль играет формирование институциональной среды ESG-устойчивого развития отечественной экономики на всех уровнях, от мега-, макро- и мезо-, до микроуровня, выявленных А.Б. Берендеевой [14, с. 98-119]. Предложенный подход позволяет дифференцировать уровни экономики, для этого может быть успешно использованы нейросети-классификаторы.

В-четвертых, разработка вопросов, которые находятся в фокусе внимания зарубежных ученых. Так, например, Цун Чжан (Cong Zhang) и Цзяньхуа Ян (Jianhua Yang) исследовали результативность применения искусственного интеллекта и корпоративных показателей ESG [15]. В своей работе авторы изучали, как внедрение ИИ оказывает влияние на экологические, социальные и управленческие показатели (ESG) в китайских компаниях. В поле зрения авторов были как прямые эффекты, так и косвенные, которые проявлялись в посреднической роли поглощающей способности. Полученные авторами двусторонние модели с фиксированными эффектами показали, что ходе внедрения ИИ значительно улучшается экологические и социальные показатели, показывая при этом ограниченное влияние на процессы управления.

ESG-инвестиции и эффективность банков Китая были предметом исследования ученого Цян Цао (Qiang Cao) и его коллег. Авторы использовали модель стохастического фронтального анализа (SFA), чтобы изучить каким образом инвестиции ESG влияют

на эффективность прибыли банков, а также попытались выявить, могут ли финансовые технологии (финтех) способствовать укреплению отношений между ними [17]. ESG как дополнительный инструмент оценки знаний современных устойчивых организаций был исследован Робертом Куцемба (Robert Kuceba) [18]. Исследуя экологические риски и корпоративную устойчивость, включая анализ показателей ESG, а также вопросы управления рисками и производительности, Цюньян Ду (Qunyang Du) с соавторами, используя данные китайских компаний, которые были зарегистрированы на бирже за период с 2009 по 2020 год, выявили значительную негативную связь между корпоративными показателями ESG и принятием рисков [19]. По мнению автора, региональная нормативно-правовая база в области зеленых инноваций и охраны окружающей среды в значительной мере способствуют влиянию показателей ESG на управление рисками. Кроме того, следует отметить, что выявлением корпоративной ESG-эффективности сквозь призму существенности ESG в корпоративных финансовых показателях и рисках, занимался коллектив ученых во главе с Шэрон С. Ян (Sharon S. Yang) [20].

Важную роль в исследовании затронутой многогранной проблемы играет использование систем искусственного интеллекта. Так, например, Н.И. Ломакин с коллегами предложили разработанную модель Random Forest на основе Big Data для прогнозирования устойчивости банковской системы Российской Федерации [21, с. 78-100], а также модель глубокого обучения (Deep Learning) «random forest» для оценки устойчивости банков в условиях риска [22, с. 88-102].

Важное значение имеет исследование влияния ESG факторов при совершении бизнес-процессов, в частности сделок [23], а также выявление взаимосвязи информации о ESG-инвестициях и доходности акций [24]. Среди перспективных направлений решения проблемы устойчивого развития на основе ESG-принципов выделяется подход с использованием искусственного интеллекта, в частности с применением методов машинного обучения.

Выводы

На основании проведенного исследования можно сделать определенные выводы. Обеспечение устойчивого развития на основе ESG-принципов является магистральным направлением и требует совместных усилий как всего мирового сообщества, так и отдельных предприятий на местах в регионах. Применение систем искусственного интеллекта имеет важное значение для обеспечения устойчивого развития на основе ESG-принципов. В ходе настоящего исследования выявлены закономерности ESG-трансформаций региона на основе увеличения расходов на науку и инновации системой искусственного интеллекта. Результатом исследования явилась сформированная DL-модель «Случайный лес», которая позволила получить прогнозные значения валового регионального продукта Волгоградской области по пессимистичному и оптимистичному вариантам. Прогнозная величина ВРП для первого варианта составила 1305,88 млрд. руб., что на 4,47% больше фактического в 2024 году. Прогнозная величина ВРП для второго варианта составит 1361,76 млрд. руб., что на 8,94% больше фактического значения в 2024 году. Новизна обусловлена тем, что в работе выдвинута гипотеза, которая была успешно доказана, касательно того, что прогнозы валового регионального продукта на следующий год могут быть получены с помощью модели глубокого обучения DL «Случайный лес».

Список литературы

1. Ронжин, А. Л., & Савельев, А. И. (2022). Системы искусственного интеллекта в решении задач цифровизации и роботизации агропромышленного комплекса. *Сельскохозяйственные машины и технологии*, 16(2), 22–29. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2022-16-2-22-29>
2. Летягина, Е. Н., & Перова, В. И. (2023). Нейросетевое исследование устойчивого развития экономики регионов России на основе ESG-принципов. *Развитие и безопасность*, (1), 93–105. https://doi.org/10.46960/2713-2633_2023_1_93
3. Наролина, Т. С., Смотрова, Т. И., Пургаева, И. А., & Некрасова, Т. А. (2023). Исследование практики реализации ESG-повестки в ре-

- гионах. *Регион: системы, экономика, управление*, (1), 12–21. <https://doi.org/10.22394/1997-4469-2023-60-1-12-21>
4. Урлапов, П. С., & Марамыгин, М. С. (2022). Современные тенденции развития банковского сектора Российской Федерации в условиях экономической неопределенности. В сборнике: *Современные тенденции развития финансово-банковского сектора в условиях экономической неопределенности: сборник трудов международной научно-практической конференции* (с. 202–206). Нур-Султан.
 5. Ломакин, Н. И., Марамыгин, М. С., Кузьмина, Т. И., Положенцев, А. А., Слета, Ю. О., Юрова, О. В., & Шабанов, Н. Т. (2024). Когнитивная модель на основе метода DL Random Forest для прогноза прибыли и Fuzzy-алгоритма для оценки устойчивости компании в условиях неопределенности. *Международная экономика*, (10). <https://doi.org/10.33920/vne-04-2410-06>
 6. Котляров, М. А. (2006). Рыночная капитализация как инструмент повышения устойчивости российских банков. *Финансы и кредит*, (28), 6–9.
 7. Российские регионы внедряют принципы устойчивого развития. (2022). Получено с <https://rg.ru/2022/10/18/moda-na-zelenyj.html?ysclid=m5vaqjw0x6589998955> (дата обращения: 13.01.2025).
 8. Бабкин, А. В., & Батукова, Л. Р. (2023). Концептуальные основы многомерного системного моделирования механизма устойчивого ESG-развития киберсоциальной промышленной экосистемы кластерного типа. *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*, (3), 17–37. <https://doi.org/10.21685/2227-8486-2023-3-2>
 9. ESG-рэнкинг субъектов РФ. (2021). Получено с https://raex-rr.com/ESG/ESG_regions/ESG_rating_regions/2021 (дата обращения: 13.01.2025).
 10. Волгоград вошел в топ городов с самой сильной экологической составляющей. Получено с https://vk.com/wall-108998119_547949?ysclid=m7bwconrym79776911 (дата обращения: 25.01.2025).
 11. Исследование ESG-трансформаций региона. Получено с https://colab.research.google.com/drive/10XQi6H0teGb_rZtyp0wUhVyRGiONkzq6?usp=sharing (дата обращения: 25.01.2025).

12. Дарасет DL-модели. Получено с https://docs.google.com/spreadsheets/d/1_0oknnto4A6rltFJUQ-2C0d49nYB9iDDXW52TEWhKek/edit?gid=0#gid=0 (дата обращения: 13.01.2025).
13. Летягина, Е. Н., Перова, В. И., & Мальцева, А. М. (2022). Нейронные сети в исследовании устойчивого развития экономики субъектов России в фокусе принципов ESG. В сборнике: *Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций: материалы Международной научно-практической конференции* (с. 367–371). Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. П. Е. Алексеева.
14. Гренадерова, М. В. (2023). ESG-рейтинги и рэнкинги: их значение для компаний и региона присутствия. *Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. Серия: Экономика. Социология. Культурология*, (4), 69–78. <https://doi.org/10.25587/2587-8778-2023-4-69-78>
15. Берендеева, А. Б. (2024). Институциональная среда устойчивого развития и ESG-трансформации российской экономики: мега-, макро-, мезо- и микроуровни. *Теоретическая экономика*, (1), 98–119.
16. Cong, Z., & Jianhua, Y. (2024). Artificial intelligence and corporate ESG performance. *International Review of Economics & Finance*, 96, 103713. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.103713>
17. Qiang, C., Tingting, Z., & Wenmei, Y. (2024). ESG investment and bank efficiency: Evidence from China. *Energy Economics*, 133, 107516. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107516>
18. Robert, K. (2024). ESG as a complementary tool for assessing the knowledge of contemporary sustainable organisations. *Procedia Computer Science*, 246, 4959–4968. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.09.453>
19. Qunyang, D., Zhennan, S., John, W. G., Anna, M. D., & Tianle, Y. (2024). Ecological risk and corporate sustainability: Examining ESG performance, risk management, and productivity. *International Review of Financial Analysis*, 96, 103551. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103551>
20. Sharon, S. Y., Jr-Wei, H., Hong-Yi, C., & Min-Hung, T. (2025). Detecting corporate ESG performance: The role of ESG materiality in corporate financial performance and risks. *The North American Journal of Economics and Finance*, 76, 102370. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2025.102370>

21. Ломакин, Н. И., Юрова, О. В., & Кособокова, Е. В. (2023). Модель Random Forest на основе Big Data для прогнозирования устойчивости банковской системы Российской Федерации. *Наука Красноярья*, 12(1-1), 78–100. <https://doi.org/10.12731/2070-7568-2023-12-1-78-100>
22. Ломакин, Н. И., Кузьмина, Т. И., & Марамыгин, М. С. (2024). Иерархическая кластеризация и deep learning модель «random forest» устойчивости банков в условиях риска. *Наука Красноярья*, 13(1), 88–102. <https://doi.org/10.12731/2070-7568-2024-13-1-235>
23. Назарова, В. В., Айтюкова, Ю. М., & Токушева, Л. Р. (2022). Влияние ESG факторов при совершении сделок слияния и поглощения. *Финансы и бизнес*, 18(3), 42–61.
24. Изгарова, А. И., Рогова, Е. М., & Бахарева, О. В. (2023). Взаимосвязь информации о ESG-инвестициях и доходности акций: кейс крупных российских компаний. *Управленец*, 14(3), 17–29. <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2023-14-3-2>

References

1. Ronzhin, A. L., & Savel'ev, A. I. (2022). Artificial intelligence systems in solving the problems of digitalization and robotization of the agro-industrial complex. *Agricultural Machines and Technologies*, 16(2), 22–29. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2022-16-2-22-29>
2. Letiagina, E. N., & Perova, V. I. (2023). Neural network study of sustainable development of the economy of Russian regions based on ESG principles. *Development and Security*, (1), 93–105. https://doi.org/10.46960/2713-2633_2023_1_93
3. Narolina, T. S., Smotrova, T. I., Purgaeva, I. A., & Nekrasova, T. A. (2023). Study of the practice of implementing the ESG agenda in the regions. *Region: Systems, Economics, Management*, (1), 12–21. <https://doi.org/10.22394/1997-4469-2023-60-1-12-21>
4. Uralov, P. S., & Maramygin, M. S. (2022). Current trends in the development of the banking sector of the Russian Federation in conditions of economic uncertainty. In *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Current Trends in the Development of the Financial and Banking Sector in Conditions of Economic Uncertainty”* (pp. 202–206). Nur-Sultan.

5. Lomakin, N. I., Maramygin, M. S., Kuz'mina, T. I., Polozhentsev, A. A., Sleta, Yu. O., Yurova, O. V., & Shabanov, N. T. (2024). Cognitive model based on the DL Random Forest method for profit forecasting and Fuzzy algorithm for assessing company sustainability in conditions of uncertainty. *International Economy*, (10). <https://doi.org/10.33920/vne-04-2410-06>
6. Kotlyarov, M. A. (2006). Market capitalization as a tool for increasing the sustainability of Russian banks. *Finance and Credit*, (28), 6–9.
7. Russian regions are implementing sustainable development principles. (2022). Retrieved January 13, 2025, from <https://rg.ru/2022/10/18/moda-na-zelenyj.html?ysclid=m5vaqjw0x6589998955>
8. Babkin, A. V., & Batukova, L. R. (2023). Conceptual foundations of multidimensional system modeling of the mechanism of sustainable ESG development of cyber-social industrial ecosystem of cluster type. *Models, Systems, Networks in Economics, Engineering, Nature and Society*, (3), 17–37. <https://doi.org/10.21685/2227-8486-2023-3-2>
9. ESG ranking of Russian regions. (2021). Retrieved January 13, 2025, from https://raex-rr.com/ESG/ESG_regions/ESG_rating_regions/2021
10. Volgograd entered the top cities with the strongest environmental component. Retrieved January 25, 2025, from https://vk.com/wall-108998119_547949?ysclid=m7bwconrym79776911
11. ESG transformation study of the region. Retrieved January 25, 2025, from https://colab.research.google.com/drive/10XQi6HOteGb_rZtyp-0wUhVyRGiONkzq6?usp=sharing
12. DL model dataset. Retrieved January 13, 2025, from https://docs.google.com/spreadsheets/d/1_0oknnto4A6rltFJUQ-2C0d49nYB9iDDXW-52TEWhKek/edit?gid=0#gid=0
13. Letiagina, E. N., Perova, V. I., & Maltseva, A. M. (2022). Neural networks in the study of sustainable development of the economy of Russian regions in the focus of ESG principles. In *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Topical Issues of Economics, Management and Innovation”* (pp. 367–371). Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev.
14. Grenaderova, M. V. (2023). ESG ratings and rankings: their importance for companies and the region of presence. *Bulletin of the North-Eastern*

- Federal University named after M. K. Ammosov. Series: Economics. Sociology. Cultural Studies*, (4), 69–78. <https://doi.org/10.25587/2587-8778-2023-4-69-78>
15. Berendeeva, A. B. (2024). Institutional environment of sustainable development and ESG transformation of the Russian economy: mega-, macro-, meso- and micro-levels. *Theoretical Economics*, (1), 98–119.
 16. Cong, Z., & Jianhua, Y. (2024). Artificial intelligence and corporate ESG performance. *International Review of Economics & Finance*, 96, 103713. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.103713>
 17. Qiang, C., Tingting, Z., & Wenmei, Y. (2024). ESG investment and bank efficiency: Evidence from China. *Energy Economics*, 133, 107516. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107516>
 18. Robert, K. (2024). ESG as a complementary tool for assessing the knowledge of contemporary sustainable organizations. *Procedia Computer Science*, 246, 4959–4968. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.09.453>
 19. Qunyang, D., Zhennan, S., John, W. G., Anna, M. D., & Tianle, Y. (2024). Ecological risk and corporate sustainability: Examining ESG performance, risk management, and productivity. *International Review of Financial Analysis*, 96, 103551. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103551>
 20. Sharon, S. Y., Jr-Wei, H., Hong-Yi, C., & Min-Hung, T. (2025). Detecting corporate ESG performance: The role of ESG materiality in corporate financial performance and risks. *The North American Journal of Economics and Finance*, 76, 102370. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2025.102370>
 21. Lomakin, N. I., Yurova, O. V., & Kusobokova, E. V. (2023). Random Forest model based on Big Data for predicting the sustainability of the banking system of the Russian Federation. *Science of Krasnoyarsk*, 12(1-1), 78–100. <https://doi.org/10.12731/2070-7568-2023-12-1-78-100>
 22. Lomakin, N. I., Kuz'mina, T. I., & Maramygin, M. S. (2024). Hierarchical clustering and deep learning “random forest” model of bank sustainability under risk. *Science of Krasnoyarsk*, 13(1), 88–102. <https://doi.org/10.12731/2070-7568-2024-13-1-235>
 23. Nazарова, V. V., Atykova, Yu. M., & Tokusheva, L. R. (2022). Influence of ESG factors in mergers and acquisitions transactions. *Finance and Business*, 18(3), 42–61.

24. Izgarova, A. I., Rogova, E. M., & Bakhareva, O. V. (2023). Relationship between ESG investment information and stock returns: case of large Russian companies. *Manager*, 14(3), 17–29. <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2023-14-3-2>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Ломакин Николай Иванович, к.э.н., доцент

*Волгоградский государственный технический университет
просп. В.И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Российская Фе-
дерация
tel9033176642@yahoo.com*

Кузьмина Татьяна Ивановна, д.э.н., профессор

*Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова
Стремянный переулок, 36, г. Москва, 115054, Российская Фе-
дерация
tutor07@list.ru*

Марамыгин Максим Сергеевич, д.э.н., профессор, директор ин-
ститута финансов и права, профессор кафедры финансов,
денежного обращения и кредита

*Уральский государственный экономический университет
ул. 8 Марта, 62, г. Екатеринбург, 620144, Российская Феде-
рация
marat_m_s@mail.ru*

Юрова Ольга Витальевна, кандидат социологических наук, доцент

*Волгоградский государственный технический университет
просп. В.И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Российская Фе-
дерация
yurova@vstu.ru*

Минаева Оксана Александровна, кандидат экономических наук,
доцент

*Волгоградский государственный технический университет
просп. В.И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Российская Фе-
дерация
o_mina@mail.ru*

Положенцев Алексей Анатольевич, магистр факультета фунда-
ментальной и прикладной информатики
*ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»
ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Российская Федерация
polojencev135@mail.ru*

Елисеева Тамила Демуровна, преподаватель кафедры экономики
и финансов
*Волгоградский филиал РЭУ им Г.В. Плеханова
ул. Волгодонская, 11, г. Волгоград, 400005, Российская Федерация
tamila1607@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Nikolay I. Lomakin, Candidate of Economic Sciences, Associate
Professor
*Volgograd State Technical University
28, prosp. Lenin, Volgograd, 400005, Russian Federation
tel9033176642@yahoo.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6597-7195>*

Tatyana I. Kuzmina, Doctor of Economics, Professor
*Russian Economic University
36, Stremyanny Lane, Moscow, 115054, Russian Federation
tutor07@list.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1757-5201>*

Maxim S. Maramygin, Doctor of Economics, Professor, Director of
the Institute of Finance and Law, Professor of the Department of
Finance, Monetary Circulation and Credit

Ural State Economic University
62, 8 Marta Str., Ekaterinburg, 620144, Russian Federation
maram_m_s@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3416-775X>

Olga V. Yurova, Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor
Volgograd State Technical University
28, prosp. Lenin, Volgograd, 400005, Russian Federation
yurova@vstu.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7628-4471>

Oksana A. Minaeva, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Economics and Entrepreneurship
Volgograd State Technical University
28, prosp. Lenin, Volgograd, 400005, Russian Federation
o_mina@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8579-4038>

Aleksey A. Polozhentsev, Master of the Faculty of Fundamental and Applied Informatics
South-West State University
94, 50 let Oktyabrya Str., Kursk, 305040, Russian Federation
polojencev135@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6824-1019>

Tamila D. Eliseeva, Lecturer of the Department of Economics and Finance
Volgograd branch of the Plekhanov Russian University of Economics
11, Volgodonakaya Str., Volgograd, 400005, Russian Federation
tamila1607@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7170-8863>

Поступила 28.01.2025
После рецензирования 10.02.2025
Принята 28.02.2025

Received 28.01.2025
Revised 10.02.2025
Accepted 28.02.2025