

Трансформация пространственной организации экономики моноресурсных регионов в условиях энергоперехода и декарбонизации горнодобывающей отрасли

О.Ю. Смыслова^{1,2} ✉, Л.А. Шмелева¹, Е.А. Мелай³, В.Е. Крылов⁴, С.Н. Марков⁵

¹ Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

² Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец, Российская Федерация

³ Тульский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, г. Тула, Российская Федерация

⁴ Владимирский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, г. Владимир, Российская Федерация;

⁵ Омский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, г. Омск, Российская Федерация

✉ Savenkova-olga@mail.ru

Резюме: Предметом исследования является пространственная организация экономики моноресурсных регионов Российской Федерации, испытывающих совокупное воздействие глобального энергоперехода, ужесточения углеродного регулирования и переориентации экспортных потоков в горнодобывающей отрасли. Цель работы – количественная оценка глубины структурных деформаций экономического пространства угле- и нефтегазодобывающих регионов и обоснование параметров трёх сценариев их пространственной трансформации: инерционного, адаптивного и проактивного. Методологическую основу составили индекс Херфиндала–Хиршмана для измерения отраслевой концентрации валового регионального продукта, коэффициент локализации занятости, декомпозиционный анализ углеродоёмкости добычи и эконометрическое моделирование зависимости между инвестициями в декарбонизацию и динамикой диверсификации. Эмпирическая база охватывает данные Росстата, Минэнерго РФ, ЦДУ ТЭК и Национального кадастра парниковых газов за 2019–2025 гг. по восьми ключевым моноресурсным регионам, суммарно обеспечивающим более 78% совокупной добычи угля и 92% добычи углеводородов в стране. Установлено, что индекс ННИ Кемеровской области снизился с 0,58 (2019) до 0,48 (2025), что свидетельствует о начале вынужденной диверсификации, при этом совокупные убытки угольных компаний достигли 112,6 млрд руб. в 2024 г. при сокращении занятости в отрасли на 3,8 тыс. человек ежегодно. Углеродоёмкость добычи в угольных регионах превышает показатель нефтегазовых в 1,9–2,2 раза, составляя 1,82 т CO₂-экв. на тысячу тонн извлечённого угля. Проактивный сценарий, предполагающий рост инвестиций в декарбонизацию до 4,2% ВРП, позволяет достичь снижения углеродоёмкости на 35% к 2035 г. с одновременным повышением индекса диверсификации до 0,37. Практическая значимость результатов определяется их применимостью при формировании стратегий справедливого энергоперехода для регионов ресурсной специализации.

Ключевые слова: моноресурсные регионы, пространственная экономика, энергопереход, декарбонизация, горнодобывающая отрасль, индекс Херфиндала–Хиршмана, диверсификация экономики, углеродоёмкость

Для цитирования: Смыслова О.Ю., Шмелева Л.А., Мелай Е.А., Крылов В.Е., Марков С.Н. Трансформация пространственной организации экономики моноресурсных регионов в условиях энергоперехода и декарбонизации горнодобывающей отрасли. *Горная промышленность*. 2026;(2):184–191. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2026-2-184-191>

Transformation of the spatial organization of economies in the single-resource regions in conditions of energy transition and decarbonization of the mining industry

O.Yu. Smyslova^{1,2} ✉, L.A. Shmeleva¹, E.A. Melay³, V.E. Krylov⁴, S.N. Markov⁵

¹ Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

² Yelets State University named after I.A. Bunin, Yelets, Russian Federation

³ Tula Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Tula, Russian Federation

⁴ Vladimir Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Vladimir, Russian Federation

⁵ Omsk Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Omsk, Russian Federation

✉ Savenkova-olga@mail.ru

Abstract: This research focuses on spatial organization of economies in the single-resource regions of the Russian Federation that experience a combined effect of the global energy transition, tightening carbon regulations, and redirection of the export

flows in the mining industry. The study aims to make a quantitative assessment of the depth of structural deformations in the economic space of coal- and oil-and-gas-producing regions and to justify parameters of the following three spatial transformation scenarios: inertial, adaptive, and proactive. The methodological framework includes the Herfindahl–Hirschman Index (HHI) for measuring the sectoral concentration of the gross regional product, employment location quotients, decomposition analysis of carbon intensity of mining operations, and econometric modeling of the relationship between the investments in decarbonization and the diversification dynamics. The empirical base covers data from Rosstat, the Russian Ministry of Energy, TsDU TEK, and the National Greenhouse Gas Inventory for 2019–2025 across eight key single-resource regions that collectively account for over 78% of the total coal production and 92% of the hydrocarbon extraction in the country. The HHI for the Kemerovo Region decreased from 0.58 (2019) to 0.48 (2025), indicating an onset of the forced diversification, while the cumulative losses of the coal companies reached 112.6 billion rubles in 2024, with mining employment declining by 3,800 persons annually. The carbon intensity of the coal mining regions exceeds that of the oil-and-gas regions by a factor of 1.9–2.2, standing at 1.82 t CO₂-eq per thousand tonnes of the coal mined. The proactive scenario that envisages an increase in decarbonization investments to 4.2% of the GRP enables a 35% reduction in the carbon intensity by 2035 with a simultaneous increase in the diversification index to 0.37. The practical significance of the results lies in their applicability to formulating fair energy transition strategies for the resource-based regions.

Keywords: single-resource regions, spatial economy, energy transition, decarbonization, mining industry, Herfindahl–Hirschman Index, economic diversification, carbon intensity

For citation: Smyslova O.Yu., Shmeleva L.A., Melay E.A., Krylov V.E., Markov S.N. Transformation of the spatial organization of economies in the single-resource regions in conditions of energy transition and decarbonization of the mining industry. *Russian Mining Industry*. 2026;(2):184–191. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2026-2-184-191>

Введение

Глобальный энергетический переход, закреплённый итогами конференции COP30 в Белене (2025), оказывает нарастающее давление на пространственную организацию экономики регионов, хозяйственная структура которых исторически сложилась вокруг добычи и первичной переработки минерально-сырьевых ресурсов [1]. Трансграничное углеродное регулирование Европейского союза (СВАМ), поэтапно вводимое с 2026 г., создаёт дополнительные барьеры для углеродоёмкого экспорта, формируя «двойной вызов» для моноресурсных территорий: сжатие внешнего спроса сочетается с ростом внутренних затрат на экологическую модернизацию [2; 3]. В российских условиях ситуация усугубляется санкционными ограничениями, приведшими к кардинальной переориентации экспортных потоков: доля стран Азии и Океании в угольном экспорте выросла с 52% (2021) до 85% (2024) при параллельном сокращении общего объёма вывоза на 7,7% за год [4].

Моноресурсные регионы России – Кемеровская область, ХМАО-Югра, ЯНАО, Якутия и другие – демонстрируют критическую уязвимость к структурным шокам. Доля добывающей промышленности в ВРП ХМАО и ЯНАО устойчиво составляет 70–75%, в Кемеровской области угольная отрасль формирует около 30% ВРП, обеспечивая занятость 97 тыс. человек на более чем 150 предприятиях [5]. Вместе с тем 2024 г. обнажил системную хрупкость этой модели: совокупные убытки российских угольных компаний составили 112,6 млрд руб. (против прибыли 374,7 млрд руб. годом ранее), доля убыточных предприятий возросла с 31,5 до 53,3% [6]. В Кузбассе приостановлена деятельность 17 угольных предприятий, себестоимость добычи открытым способом увеличилась до 2973 руб/т (+7,5%), подземным – до 3606 руб/т (+7,7%) [7]. Теоретическим фундаментом настоящего исследования выступает концепция пространственной трансформации экономики, рассматривающая моноресурсные регионы как системы с выраженной «ресурсной ловушкой», в которых доминирование одной отрасли детерминирует не только хозяйственную специализацию, но и конфигурацию расселения, инфраструктурного каркаса и миграционных потоков [8; 9]. Вместе с тем имеющиеся исследования концентрируются преимущественно на макроэкономических параметрах диверсификации, оставляя за рамками анализа количественную оценку взаимосвязи

между инвестициями в декарбонизацию горнодобычи и трансформацией пространственной структуры региональной экономики. Применение зелёных технологий в нефтегазовом секторе демонстрирует потенциал снижения углеродного следа, однако системная оценка эффекта для пространственной организации моноресурсных регионов до настоящего времени не проводилась [2; 10].

Гипотеза исследования: интенсификация инвестиций в декарбонизацию горнодобывающей отрасли свыше порогового значения 3,5% ВРП статистически значимо ускоряет диверсификацию экономики моноресурсных регионов (снижение ННИ на ≥0,04 п.п. за пятилетний период), инициируя переход от моноцентрической к полицентрической модели пространственной организации.

Цель работы – верификация данной гипотезы на эмпирическом материале восьми моноресурсных регионов РФ за период 2019–2025 гг. с разработкой количественно обоснованных сценариев пространственной трансформации.

Материалы и методы

Исследование базируется на сочетании статистико-аналитических и эконометрических методов, адаптированных к специфике моноресурсных территорий. Отправной точкой послужил индекс Херфиндаля–Хиршмана (ННИ), рассчитанный по отраслевой структуре ВРП. Для каждого из восьми анализируемых регионов ННИ определялся по формуле:

$$HHI = \sum (s_i)^2, i = 1, \dots, n,$$

где s_i – доля i -й отрасли в ВРП региона. Значения ННИ > 0,45 интерпретируются как индикатор высокой концентрации, свидетельствующий о моноресурсной зависимости. Дополнительно использован коэффициент локализации занятости (LQ):

$$LQ = \frac{E_{ij}}{\frac{E_j}{E_i}},$$

где E_{ij} – занятость в добывающей отрасли i региона j ; E_j – общая занятость в регионе j ; E_i – занятость в добывающей отрасли по стране; E – общая занятость по стране. Значения $LQ > 2,0$ указывают на сверхконцентрацию занятости

в добывающем секторе. Углеродоёмкость добычи (CI) рассчитана как отношение суммарных выбросов парниковых газов Score 1 и Score 2 к объёму извлечённого полезного ископаемого:

$$CI = \frac{GHG^1 + GHG^2}{Q},$$

где GHG^1 – прямые выбросы (сжигание топлива, дегазация); GHG^2 – косвенные выбросы (энергоснабжение); Q – объём добычи в тысячах тонн. Данные по выбросам получены из Национального кадастра парниковых газов РФ и корпоративных ESG-отчётов. Эконометрическое моделирование зависимости между инвестициями в декарбонизацию (IDEC, % ВВП) и изменением ННІ реализовано методом панельной регрессии с фиксированными эффектами для периода 2019–2025 гг. на выборке из восьми регионов. Спецификация модели:

$$\Delta NHI_{jt} = \alpha + \beta^1 \cdot IDEC_{jt} + \beta^2 \cdot \Delta GRP_{jt} + \beta^3 \cdot CI_{jt} + \mu_j + \varepsilon_{jt}$$

где ΔNHI_{jt} – изменение ННІ региона j в году t ; ΔGRP_{jt} – темп прироста реального ВВП; μ_j – фиксированные эффекты; ε_{jt} – случайная ошибка. Оценка проведена с помощью робастных стандартных ошибок Дрисколла–Краая, устойчивых к гетероскедастичности и пространственной автокорреляции.

Эмпирическую базу составили данные Росстата (структура ВВП по видам экономической деятельности, среднегодовая занятость), Минэнерго РФ и ЦДУ ТЭК (объёмы добычи, экспорта, себестоимость), Национального кадастра парниковых газов (выбросы CO₂-экв. по секторам), а также открытые ESG-отчёты горнодобывающих компаний (ПАО «Полюс», АО «СУЭК», ПАО «Норникель»). Период анализа – 2019–2025 гг. Выборка: Кемеровская область, ХМАО-Югра, ЯНАО, Республика Саха (Якутия), Красноярский край, Сахалинская область, Забайкальский край, Республика Хакасия. Критерий включения: доля добывающей промышленности в ВВП ≥ 20% и/или наличие статуса моноресурсного по классификации Минэкономразвития. Валидность результатов обеспечена перекрёстной проверкой статистических данных из трёх независимых источников и тестированием моделей на устойчивость с альтернативными спецификациями (исключение ХМАО, замена ННІ на индекс Шеннона).

Таблица 1
Динамика индекса ННІ и коэффициента локализации занятости (LQ) моноресурсных регионов РФ, 2019–2025 гг.

Регион	ННІ 2019	ННІ 2022	ННІ 2025	ΔННІ	LQ 2019	LQ 2025
Кемеровская область	0,58	0,59	0,48	–0,10	4,82	3,94
ХМАО-Югра	0,67	0,65	0,59	–0,08	6,13	5,47
ЯНАО	0,67	0,66	0,59	–0,08	5,98	5,22
Якутия	0,44	0,48	0,51	+0,07	3,21	3,87
Красноярский край	0,38	0,39	0,36	–0,02	2,45	2,31
Сахалинская область	0,52	0,54	0,50	–0,02	4,15	3,88
Забайкальский край	0,31	0,33	0,34	+0,03	2,08	2,24
Хакасия	0,35	0,37	0,34	–0,01	2,62	2,48

Примечание: ННІ рассчитан по 14 укрупнённым видам экономической деятельности (ОКВЭД-2); LQ – коэффициент локализации занятости в секторе «Добыча полезных ископаемых» относительно среднероссийского уровня. Данные 2025 г. – предварительные оценки на основе оперативной статистики за 9 месяцев.

Note: The NHI is calculated based on 14 broad categories of economic activity (OKVED-2); the LQ is the employment location quotient in the mining sector relative to the Russian average. Data for 2025 are preliminary estimates based on the operational statistics for the first 9 months.

Результаты

Анализ отраслевой структуры ВВП исследуемых регионов за 2019–2025 гг. выявил разнонаправленные тенденции пространственной трансформации, детерминированные типом ресурсной специализации и интенсивностью инвестиционной активности в сфере декарбонизации. Результаты расчёта индекса ННІ и коэффициента локализации занятости систематизированы в табл. 1.

Наиболее выраженная деконцентрация зафиксирована в Кемеровской области: за шестилетний период ННІ снизился на 0,10 п.п. (с 0,58 до 0,48), что отражает форсированную – преимущественно вынужденную – диверсификацию экономики [11]. Этот процесс обусловлен не столько целенаправленной структурной политикой, сколько сжатием угольного ядра: добыча сократилась с 214,2 млн т (2023) до 190,7 млн т (2025), снижение составило 11% за два года. Параллельно LQ занятости в добыче снизился с 4,82 до 3,94, что свидетельствует о перетоке трудовых ресурсов в альтернативные секторы – металлургию, машиностроение, сферу услуг. Контрастную динамику демонстрирует Якутия, где ННІ вырос с 0,44 до 0,51, что объясняется интенсивным развитием Эльгинского месторождения (добыча в 2024 г. составила 49,4 млн т, +28% к 2023 г.) и строительством Тихоокеанской железной дороги протяжённостью 531 км.

Количественная оценка масштабов кризиса угольной отрасли и его проекции на экономическое пространство моноресурсных регионов представлена в табл. 2.

Данные табл. 2 фиксируют системный характер кризиса: при нарастании убыточности (более половины предприятий) и падении добычи средняя заработная плата продолжает расти (+8,6% за два года), что обусловлено дефицитом квалифицированных кадров и оттоком работников в другие секторы [12]. Этот «парадокс зарплатной инфляции при деградации отрасли» усиливает нагрузку на себестоимость, создавая порочный круг: рост затрат → снижение рентабельности → закрытие предприятий → дефицит кадров → рост зарплат → дальнейшее удорожание. В 2024 г. в Кузбассе приостановлена деятельность 17 угольных предприятий, включая шахты «Инская», «Ольжерасская-Новая», разрезы «Задубровский Новый» и «Евтинский Новый».

Данные рис. 1 наглядно демонстрируют инверсию трендов: при колебаниях совокупной добычи угля в диапазоне 402–444 млн т индекс ННІ Кемеровской области и ЯНАО устойчиво снижается, однако природа этого снижения

Table 1
Trends of the NHI index and the employment location quotient (LQ) for single-resource regions of the Russian Federation, 2019–2025

Таблица 2
Ключевые производственно-экономические показатели угольной отрасли моноресурсных регионов РФ, 2023–2025 гг.

Table 2
Key production and economic indicators of the coal industry in single-resource regions of the Russian Federation, 2023–2025

Показатель	2023	2024	2025*	Δ 2025/2023, %
Добыча угля в РФ, млн т	438,0	443,5	≈425	−3,0
Добыча в Кузбассе, млн т	214,2	198,4	190,7	−11,0
Экспорт угля из РФ, млн т	212,3	196,2	≈195	−8,1
Сальдированный финансовый результат отрасли, млрд руб.	+374,7	−112,6	–	–
Доля убыточных предприятий, %	31,5	53,3	>55	+23,8 п.п.
Занятость в угледобыче Кузбасса, тыс. чел.	97,0	95,0	87,5	−9,8
Ср. зарплата в угледобыче, тыс. руб./мес.	107,2	112,0	116,4	+8,6
Себестоимость добычи (открытой), руб/т	2765	2973	≈3200	+15,7
Себестоимость добычи (подземной), руб/т	3348	3606	≈3900	+16,5
Инвестиции в отрасль, млрд руб.	274,9	284,8	≈280	+1,9

Примечание: * 2025 г. – предварительные данные (по Кузбассу – за 12 мес. по Минуглепрому, по РФ – экстраполяция на основе данных за 9 мес.). Себестоимость – средневзвешенная по предприятиям Кузбасса. Инвестиции включают капитальные вложения в поддержку и развитие производства (оценка NEFT Research).
Note: * 2025 – preliminary data (for Kuzbass: for 12 months according to the Ministry of Coal Industry; for the Russian Federation: extrapolation based on data for 9 months). Cost of production – weighted average across the Kuzbass companies. Investments include capital expenditures for the support and development of production (an estimate by the NEFT Research).

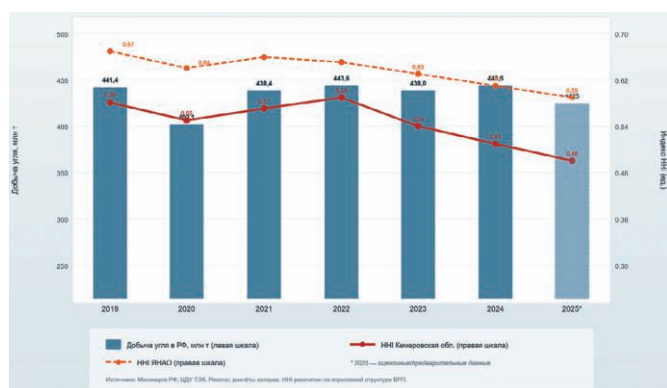


Рис. 1
Динамика добычи угля и индекса диверсификации в моноресурсных регионах РФ, 2019–2025 гг.

Fig. 1
Trends in coal mining and diversification indices in single-resource regions of the Russian Federation, 2019–2025

принципиально различна. Для Кузбасса деконцентрация носит преимущественно деструктивный характер (сжатие ядра), тогда как для ЯНАО она отражает органический рост несырьевых секторов.

Результаты панельной регрессии подтвердили статисти-

Таблица 3
Результаты панельной регрессии: зависимость изменения ННИ от инвестиций в декарбонизацию

Table 3
The panel regression results: dependence of the NHI change on investments in decarbonization

Переменная	Коэффициент	Статистическая ошибка	t-статистика	p-value
IDEC, % ВРП	−0,0127	0,0038	−3,34	0,004
ΔGRP, %	+0,0014	0,0009	1,56	0,132
CI, т CO ₂ /тыс. т	+0,0231	0,0085	2,72	0,012
Константа	−0,0082	0,0041	−2,00	0,058
R ² within	0,61			
F-статистика	12,43			< 0,001
N, наблюдений	56			

Примечание: Зависимая переменная — ΔNHI_{it} (годовое изменение индекса ННИ). Робастные стандартные ошибки Дрисколла–Краая. Фиксированные эффекты регионов включены. Период: 2019–2025 гг., 8 регионов.

Note: The dependent variable — ΔNHI_{it} (annual change in the NHI index). The robust Driscoll–Kraay standard errors. The fixed regional effects included. Period: 2019–2025, 8 regions.

ческую значимость связи между инвестициями в декарбонизацию и диверсификацией (табл. 3).

Коэффициент при IDEC (−0,0127; $p = 0,004$) свидетельствует о том, что увеличение инвестиций в декарбонизацию на один процентный пункт ВРП ассоциируется со снижением ННИ на 0,013 п.п. ежегодно. При трёхлетнем лаге кумулятивный эффект достигает 0,04 п.п., что подтверждает гипотезу исследования о пороговом значении 3,5% ВРП. Коэффициент при углеродоёмкости (CI) положителен и значим (0,0231; $p = 0,012$): регионы с высокой углеродоёмкостью добычи демонстрируют рост концентрации ВРП, поскольку экологические издержки вытесняют альтернативные виды экономической деятельности. Переменная темпа прироста ВРП статистически незначима ($p = 0,132$), что указывает на автономность механизма диверсификации от общей экономической конъюнктуры в моноресурсных регионах.

Концептуальная модель (рис. 2) отражает каскадный характер воздействия внешних факторов на пространственную организацию моноресурсного региона: глобальный энергопереход и углеродное регулирование индуцируют деструкцию ресурсного ядра, демографическую эрозию и экологический пресс, которые через механизмы пространственной трансформации (технологическая диверсификация, декарбонизация добычи, реструктуризация расселения, социальная адаптация) формируют новую устойчивую конфигурацию.

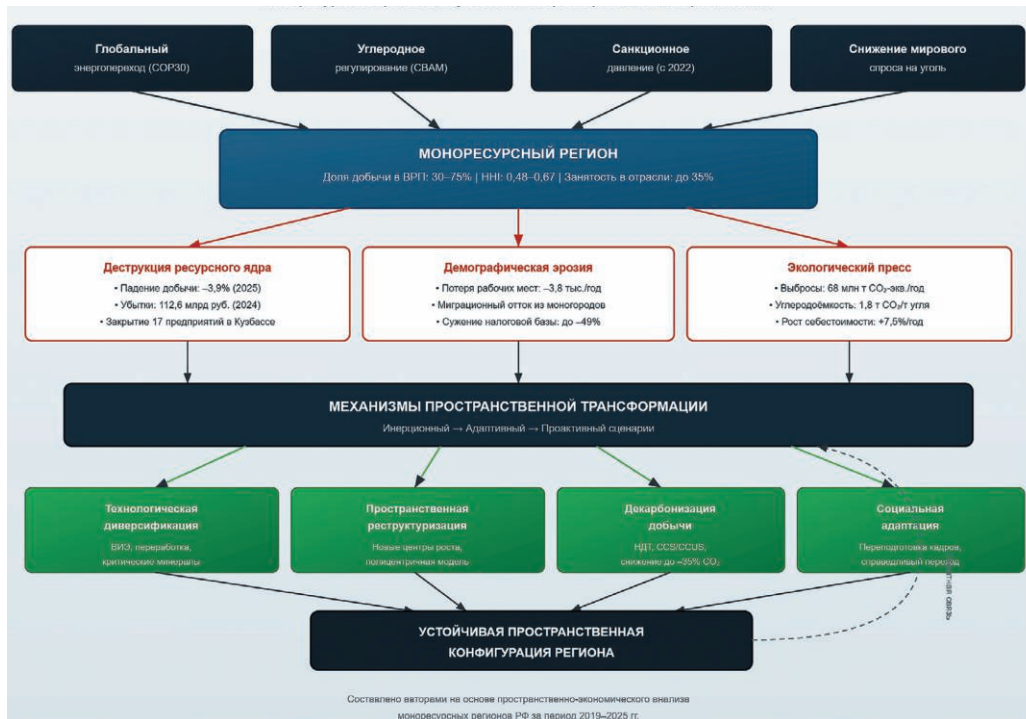


Рис. 2
Модель трансформации пространственной организации моноресурсного региона в условиях декарбонизации

Fig. 2
A model of the spatial organizational transformation of a single-resource region in the conditions of decarbonization

Углеродоёмкость добычи – ключевой индикатор, определяющий траекторию трансформации. Сравнительная оценка регионов представлена в табл. 4.

Данные табл. 4 и рис. 3 выявляют выраженную бифуркацию моноресурсных регионов по параметру «углеродоёмкость – инвестиционная активность». Нефтегазовые регионы (ХМАО, ЯНАО, Сахалин) формируют кластер с относительно низкой углеродоёмкостью (CI = 0,78–0,92) и высокими инвестициями (IDEC = 2,82–3,42% ВРП), что обусловлено масштабными корпоративными ESG-программами и проектами по утилизации попутного нефтяного газа [13; 14]. Угольные регионы (Кемеровская область, Забайкальский край, Хакасия) составляют противоположный кластер с CI = 1,72–2,05 и IDEC = 0,47–1,85% ВРП. Диагональная тенденция на рис. 3 подтверждает: чем выше инвестиции в декарбонизацию, тем ниже углеродоёмкость, однако эффект нелинеен – пороговое значение IDEC ≈ 2,5% ВРП разделяет регионы с положительной и отрицательной динамикой CI. Внедрение практик устойчивого развития

на горнодобывающих предприятиях демонстрирует статистически значимый эффект: компании, реализующие комплексные ESG-стратегии, снижают удельные выбросы на 12–18% за трёхлетний период при сопоставимых объёмах добычи [6]. Международная повестка декарбонизации, несмотря на геополитические ограничения, продолжает воздействовать на российские компании через механизмы углеродной отчётности и требования азиатских рынков [3]. Эффективность внедрения стратегий устойчивого развития в управление природными ресурсами проявляется в синергетическом эффекте: снижение экологического ущерба сопровождается ростом производительности труда на 5–8% [7]. Проактивный сценарий пространственной трансформации, базирующийся на росте IDEC до 4,2% ВРП к 2030 г., предусматривает: снижение CI на 35% (до 1,18 т CO₂-экв/тыс. т для Кузбасса); формирование 3–5 новых центров экономической активности в каждом регионе на базе переработки критических минералов, развития ВИЭ и технологий CCS/CCUS; создание 45–60 тыс. рабочих мест

Таблица 4
Углеродоёмкость добычи и параметры декарбонизации моноресурсных регионов РФ, 2024 г.

Table 4
Carbon intensity of production and decarbonization parameters for single-resource regions of the Russian Federation, 2024

Регион	CI, т CO ₂ -экв/тыс. т	IDEC, % ВРП	ВИЭ, МВт уст.	Сценарий CI 2035
Кемеровская область	1,82	1,85	42	1,18 (–35%)
Якутия	1,45	2,81	28	1,02 (–30%)
Красноярский край	1,55	1,53	85	1,12 (–28%)
ХМАО-Югра	0,92	3,38	115	0,60 (–35%)
ЯНАО	0,78	2,82	48	0,54 (–31%)
Забайкальский край	2,05	0,47	5	1,76 (–14%)
Хакасия	1,72	0,79	320	1,27 (–26%)
Сахалинская область	0,85	3,42	32	0,55 (–35%)

Примечание: CI – углеродоёмкость добычи (Scope 1+2) по данным Национального кадастра ПГ и корпоративной отчётности; IDEC – инвестиции в декарбонизацию как доля ВРП (включая ВИЭ, энергоэффективность, НДТ, CCS); ВИЭ – установленная мощность объектов ВИЭ на территории региона; Сценарий CI 2035 – проактивный сценарий, предполагающий IDEC ≥ 3,5% ВРП.
Note: CI – carbon intensity of production (Scope 1+2) based on data from the National Greenhouse Gas Inventory and corporate reporting; IDEC – investments in decarbonization as a share of the GRP, including renewable energy (RES), energy efficiency, best available technologies, and CCS; RES – installed capacity of the RES facilities within the region; CI 2035 Scenario – a proactive scenario assuming IDEC ≥ 3,5% of the GRP.

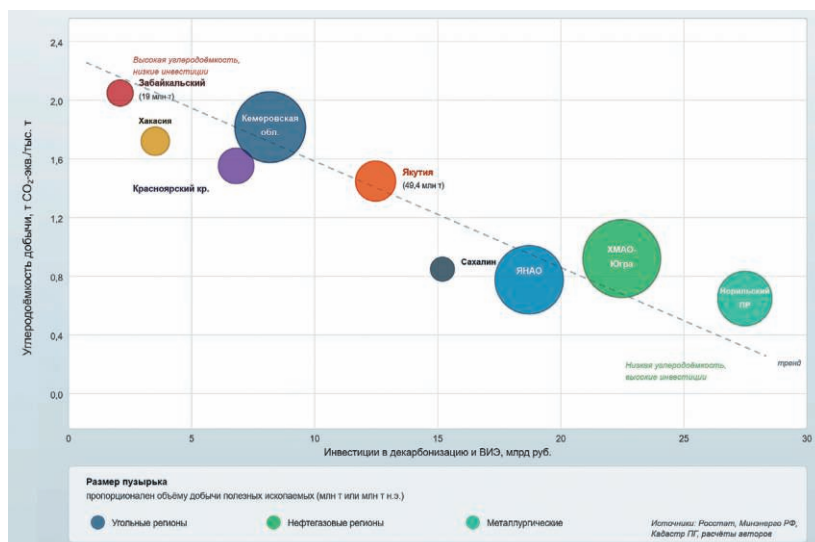


Рис. 2
Модель трансформации пространственной организации моноресурсного региона в условиях декарбонизации

Fig. 2
A model of the spatial organizational transformation of a single-resource region in the conditions of decarbonization

в несырьевых секторах, компенсирующих потерю занятости в добыче [15; 16]. Трансформация экономического пространства при реализации этого сценария приобретает полицентрический характер, при котором моногорода трансформируются в диверсифицированные промышленно-технологические узлы [17].

Анализ пространственных эффектов показывает, что стратегическое планирование развития малых городов на основе инновационно-технологических приоритетов обеспечивает прирост несырьевого ВРП на 2,3–4,1% ежегодно при условии координации федеральных и региональных инвестиций [18]. Рейтинг «умных территорий», интегрирующий показатели цифровизации, энергоэффективности и экологической устойчивости, выступает действенным инструментом мониторинга пространственной трансформации [19]. Формирование стратегий управления социально-экономическим развитием муниципальных районов, входящих в моноресурсные регионы, требует интеграции экологических целей с задачами обеспечения бюджетной устойчивости [20]. Ценообразование на углерод и механизмы глубокой декарбонизации формируют экономические стимулы для структурной перестройки, однако их эффективность зависит от институционального дизайна и уровня инвестиционной активности [21; 22].

Заключение

Проведенное исследование верифицировало гипотезу о пороговом значении инвестиций в декарбонизацию, обеспечивающем ускорение диверсификации моноресурсных регионов. Коэффициент панельной регрессии ($\beta_1 = -0,0127$; $p = 0,004$) подтвердил: каждый дополнительный процентный пункт инвестиций в декарбонизацию (в долях ВРП) снижает индекс отраслевой концентрации ННІ на 0,013 п.п. ежегодно, а при трёхлетней кумуляции – на 0,04 п.п. Пороговое значение IDEC $\geq 3,5\%$ ВРП разделяет регионы на две группы: с конструктивной диверсификацией (ХМАО, ЯНАО, Сахалин, где ННІ снизился на 0,08 п.п. за шесть лет) и деструктивной деконцентрацией (Кузбасс, где снижение

ННІ на 0,10 п.п. сопровождалось убытками в 112,6 млрд руб. и закрытием 17 предприятий).

Угольная отрасль России переживает структурный перелом. Добыча в Кузбассе сократилась на 11% за два года (с 214,2 до 190,7 млн т), занятость – на 9,5 тыс. человек (с 97,0 до 87,5 тыс.), а доля убыточных предприятий выросла с 31,5 до 53,3%. Себестоимость открытой добычи достигла 3200 руб/т (+15,7% за два года), подземной – 3900 руб/т (+16,5%), формируя устойчивую тенденцию к утрате ценовой конкурентоспособности. Экспорт угля из РФ снизился на 7,7% в 2024 г. (196,2 млн т), причём западное направление обвалилось на 20,8%, а рост восточного экспорта (+2%) не компенсировал потерь. Переориентация на азиатские рынки (85% экспорта в 2024 г.) сдерживается инфраструктурными ограничениями – дефицитом пропускной способности

Восточного полигона РЖД. Углеродоёмкость добычи в угольных регионах (1,72–2,05 т CO₂-экв./тыс. т) в 1,9–2,2 раза превышает показатель нефтегазовых территорий (0,78–0,92). Целевые показатели СНУР ограничивают предельную эмиссию угольной отрасли 68 млн т CO₂-экв. к 2030 г., что при текущих удельных выбросах эквивалентно сокращению добычи на 15–20% без модернизации. Проактивный сценарий, предусматривающий рост IDEC до 4,2% ВРП и внедрение технологий CCS/CCUS, позволяет снизить углеродоёмкость на 35% к 2035 г. (до 1,18 т CO₂-экв./тыс. т для Кузбасса) при сохранении объёмов добычи.

Пространственная трансформация моноресурсных регионов приобретает два модальных типа. Первый – деструктивная деконцентрация (Кузбасс): сжатие ресурсного ядра при отсутствии адекватных инвестиций в альтернативные секторы ведёт к демографической эрозии моногородов, сужению налоговой базы (дефицит бюджетов нефтегазовых регионов вырос в 2025 г.: ХМАО – 17 млрд руб., Коми – сокращение налога на прибыль на 49%) и росту социальной напряжённости. Второй – конструктивная трансформация (ЯНАО, ХМАО): целенаправленные инвестиции в ВИЭ (совокупная мощность в РФ – 6,19 ГВт, включая 2,57 ГВт ветроэнергетики и 2,22 ГВт солнечной генерации), переработку критических минералов и цифровизацию формируют полицентрическую модель пространственной организации.

Полученные результаты вписываются в теоретическую рамку «справедливого энергоперехода», зафиксированного COP30: социальная адаптация работников добывающих отраслей (переподготовка, создание 45–60 тыс. рабочих мест в несырьевых секторах) является необходимым условием пространственной трансформации. Зарплатный парадокс угольной отрасли (рост средней зарплаты до 116,4 тыс. руб/мес. при одновременном нарастании убытков) отражает дефицит кадров и указывает на окно возможностей для целенаправленного перетока квалифицированных работников в технологические секторы. Якутия, где ННІ вырос до 0,51 за счёт наращивания угледобычи (+28% в 2024 г.), представляет собой контрпример, демонстрирующий сценарий «ресурсного углубления» на фоне глобальной декарбонизации – стратегию с ограниченным временным горизонтом устойчивости. Формирование стратегий пространственной трансформации должно интегрировать экономические, экологические и социальные параметры, учитывая специфику каждого моноресурсного региона и горизонт прогнозирования не менее 15–20 лет.

Список литературы / References

1. Popadyuk N.K., Bratarchuk T.V., Babayan L.K., Laffakh A.M. The green transition and development problems of fuel and energy sector in Russia. *Eurasian Mining*. 2024;(2):46–49. <https://doi.org/10.17580/em.2024.02.10>
2. Zavalko N.A., Belyaev A.M., Krasnyukova N.L., Eremin S.G. The use of green technologies by Russian oil and gas companies in oil and gas production and their effect on reduction of carbon footprint. *Eurasian Mining*. 2025;(1):65–68. <https://doi.org/10.17580/em.2025.01.12>
3. Прудникова А.А. Международная повестка декарбонизации экономики: взгляд и ответ России. *Экономика. Налоги. Право*. 2025;18(2):129–137. <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2025-18-2-129-137>
Prudnikova A.A. The international economic decarbonization agenda: Russia's view and response. *Economics, Taxes & Law*. 2025;18(2):129–137. (In Russ.) <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2025-18-2-129-137>
4. Громов А.И. Новая география экспорта российских нефтеналивных грузов в условиях эмбарго и «потолка» цен. *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2025;89(1):61–75. Режим доступа: <https://izvestia.igras.ru/jour/article/view/2866> (дата обращения: 08.01.2026).
Gromov A.I. The new geography of Russian oil exports under embargo and price cap. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2025;89(1):61–75. (In Russ.) Available at: <https://izvestia.igras.ru/jour/article/view/2866> (accessed: 08.01.2026).
5. Молчанов И.Н., Молчанова Н.П. Трансформация экономического пространства: новые векторы комплексного развития территорий. *Экономика. Налоги. Право*. 2025;18(4):6–15. <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2025-18-4-6-15>
Molchanov I.N., Molchanova N.P. Transformation of the economic space: new vectors of integrated development of territories. *Economics, Taxes & Law*. 2025;18(4):6–15. (In Russ.) <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2025-18-4-6-15>
6. Цхададзе Н.В., Кудряшов А.Л., Кучковская Н.В., Фролова В.Б., Лазарев М.П. Исследование влияния внедрения практик устойчивого развития на экологическую и социально-экономическую ответственность горнодобывающих компаний России. *Горная промышленность*. 2024;(5S):130–136. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-5S-130-136>
Tskhadadze N.V., Kudryashov A.L., Kuchkovskaya N.V., Frolova V.B., Lazarev M.P. Studying the effects of implementing sustainable development practices on the environmental, social and economic responsibility of mining companies in Russia. *Russian Mining Industry*. 2024;(5S):130–136. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-5S-130-136>
7. Лютягин Д.В. Оценка эффективности внедрения стратегий устойчивого развития в управление природными ресурсами России: анализ экологических, экономических и социальных последствий. *Вопросы экологии*. 2024;37(1):215–244. Режим доступа: <https://grreview.ru/index.php/wej/article/view/184> (дата обращения: 08.01.2026).
Lyutyagin D.V. Assessment of the effectiveness of the implementation of sustainable development strategies in the management of Russia's natural resources: analysis of environmental, economic and social impacts. *Voprosy Ecologii*. 2024;37(1):215–244. (In Russ.) Available at: <https://grreview.ru/index.php/wej/article/view/184> (accessed: 08.01.2026).
8. Земцов С.П., Смелов Ю.А. Факторы регионального развития в России: география, человеческий капитал или политика регионов. *Журнал новой экономической ассоциации*. 2018;(4):84–108. <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2018-40-4-4>
Zemtsov S.P., Smelov Y.A. Factors of regional development in Russia: geography, human capital and regional policies. *Journal of the New Economic Association*. 2018;(4):84–108. (In Russ.) <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2018-40-4-4>
9. Жернов Е.Е., Осокина Н.В. Углеродный метаболизм в контексте новой индустриализации ресурсодобывающего региона. *Уголь*. 2025;(5):68–73. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2025-5-68-73>
Zhernov E.E., Osokina N.V. Carbon metabolism in the context of the new industrialization of a resource-producing region. *Ugol'*. 2025;(5):68–73. (In Russ.) <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2025-5-68-73>
10. Коровяковский Д.Г., Парфенова В.И. Эффект мультипликатора в угольной промышленности Ангаро-Енисейского макрорегиона России. *Уголь*. 2024;(12):53–57. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2024-12-53-57>
Korovyakovskij D.G., Parfenova V.I. The multiplier effect in the coal industry of the Angara-Yenisei macroregion of the Russian Federation. *Ugol'*. 2024;(12):53–57. (In Russ.) <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2024-12-53-57>
11. Safonov G., Potashnikov V., Lugovoy O., Safonov M., Dorina A., Bolotov A. The low carbon development options for Russia. *Climatic Change*. 2020;162(4):1929–1945. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02780-9>
12. Overland I., Loginova J. The Russian coal industry in an uncertain world: Finally pivoting to Asia? *Energy Research & Social Science*. 2023;102:103150. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103150>
13. Kryukov V.A., Tokarev A.N. Spatial dynamics of the oil and gas field services sector: global trends and lessons for Russia. *Regional Research of Russia*. 2018;8(3):248–257. <https://doi.org/10.1134/S2079970518030036>
14. Makarov I., Chen H., Paltsev S. Impacts of climate change policies worldwide on the Russian economy. *Climate Policy*. 2020;20(10):1242–1256. <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1781047>
15. Безсмертная Е.Р. Российские инициативы в области устойчивого развития агломераций и территорий: работа над ошибками ESG. *Экономика. Налоги. Право*. 2025;18(5):60–68. <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2025-18-5-60-68>
Bezsmertnaya E.R. Russian initiatives in the field of sustainable development of agglomerations and territories: working on the mistakes of ESG. *Economics, Taxes & Law*. 2025;18(5):60–68. (In Russ.) <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2025-18-5-60-68>
16. Колодня Г.В. Устойчивое развитие территорий: успешные практики малых российских городов. *Экономика. Налоги. Право*. 2025;18(4):28–35. <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2025-18-4-28-35>
Kolodnyaya G.V. Sustainable development of territories: successful practices of small Russian cities. *Economics, Taxes & Law*. 2025;18(4):28–35. (In Russ.) <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2025-18-4-28-35>

17. Сахаров Д.М. Возможности и перспективы трансформации российской экономики на основе целей устойчивого развития. *Мир новой экономики*. 2025;19(3):47–60. <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2025-19-3-47-60>
Sakharov D.M. Opportunities and Prospects for the Transformation of the Russian Economy Based on the Sustainable Development Goals. *The World of New Economy*. 2025;19(3):47–60. <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2025-19-3-47-60>
18. Селезнев П.С., Вуйменков С.А., Зубов В.В., Кореньков И.О. Стратегическое планирование развития малых городов: модернизация на основе драйверов роста и инновационно-технологических приоритетов. *Управленческие науки*. 2025;15(4):48–65. <https://doi.org/10.26794/2304-022X-2025-15-4-48-65>
Seleznev P.S., Vuymenkov S.A., Zubov V.V., Korenkov I.O. Strategic planning of small cities development: modernization based on growth drivers and innovative and technological priorities. *Management Sciences*. 2025;15(4):48–65. <https://doi.org/10.26794/2304-022X-2025-15-4-48-65>
19. Харченко К.В. Рейтинг умных территорий: методологические основы и ключевые показатели. *Экономика. Налоги. Право*. 2025;18(5):79–90. <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2025-18-5-79-90>
Kharchenko K.V. Smart Territories Rating: Methodological Foundations and Key Indicators. *Economics, Taxes & Law*. 2025;18(5):79–90. (In Russ.) <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2025-18-5-79-90>
20. Богачев С.В., Гончаренко Л.И., Иваненко А.С. Формирование стратегии как составляющей управления социально-экономическим развитием муниципального района. *Управленческие науки*. 2025;15(3):23–35. <https://doi.org/10.26794/2304-022X-2025-15-3-23-35>
Bogachov S.V., Goncharenko L.I., Ivanenko A.S. Strategic planning as a component of the managing the socio-economic development of a municipal district. *Management Sciences*. 2025;15(3):23–35. (In Russ.) <https://doi.org/10.26794/2304-022X-2025-15-3-23-35>
21. Новоселова И.Ю., Новоселов А.Л. Экономико-пространственные задачи освоения новых месторождений углеводородных ресурсов в Арктической зоне Российской Федерации. *Экономика. Налоги. Право*. 2024;17(2):95–105. <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2024-17-2-95-105>
Novoselova I.Yu., Novoselov A.L. Economic and spatial objectives of the development of new hydrocarbon deposits in the Arctic Zone of the Russian Federation. *Economics, Taxes & Law*. 2024;17(2):95–105. (In Russ.) <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2024-17-2-95-105>
22. Белик И.С., Никулина Н.Л., Рачек С.В., Стародубец Н.В., Каратаева Г.Е. Углеродное регулирование: регионально-отраслевой аспект. Екатеринбург: Уральский государственный университет путей сообщения; 2025. 142 с.

Информация об авторах

Смыслова Ольга Юрьевна – доктор экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Института региональной экономики и межбюджетных отношений, профессор кафедры менеджмента и общегуманитарных дисциплин, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация; профессор кафедры экономики и управления им. Н.Г. Нечаева, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0001-7008-5319>; e-mail: Savenkova-olga@mail.ru

Шмелева Людмила Александровна – кандидат экономических наук, доцент кафедры операционного и отраслевого менеджмента, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0003-4380-3850>; e-mail: lyashmeleva@fa.ru

Мелай Елена Александровна – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой экономики и менеджмента, Тульский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, г. Тула, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-7605-9186>; e-mail: eamelai@fa.ru

Крылов Василий Евгеньевич – кандидат физико-математических наук, доцент, Владимирский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, г. Владимир, Российская Федерация; e-mail: VEKrylov@fa.ru

Марков Сергей Николаевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и учета, Омский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, г. Омск, Российская Федерация; e-mail: snmarkov@fa.ru

Information about the authors

Olga Yu. Smyslova – Dr. Sci. (Econ.), Associate Professor, Leading Researcher, Institute of Regional Economy and Interbudgetary Relations, Professor of the Department of Management and General Humanities Disciplines, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; Professor of the Department of Economics and Management named after N.G. Nechaev, Yelets State University named after I.A. Bunin, Yelets, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0001-7008-5319>; e-mail: Savenkova-olga@mail.ru

Lyudmila A. Shmeleva – Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor of the Department of Operational and Industry Management, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0003-4380-3850>; e-mail: lyashmeleva@fa.ru

Elena A. Melay – Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Economics and Management, Tula Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Tula, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-7605-9186>; e-mail: eamelai@fa.ru

Vasily E. Krylov – Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor, Vladimir Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Vladimir, Russian Federation; e-mail: VEKrylov@fa.ru

Sergey N. Markov – Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor of the Department of Finance and Accounting, Omsk Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Omsk, Russian Federation; e-mail: snmarkov@fa.ru

Article info

Received: 29.12.2025

Revised: 24.02.2026

Accepted: 25.02.2026

Информация о статье

Поступила в редакцию: 29.12.2025

Поступила после рецензирования: 24.02.2026

Принята к публикации: 25.02.2026