

Пространственное моделирование влияния разработанных передовых производственных технологий на промышленное производство регионов России

Красных Сергей Сергеевич

Канд. экон. наук, науч. сотр.

ORCID: 0000-0002-2692-5656, e-mail: krasnykh.ss@uiec.ru

Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, 620014, Московская ул., 29, г. Екатеринбург, Россия

Аннотация

Целью настоящего исследования является пространственное моделирование влияния разработанных передовых производственных технологий на объемы добычи полезных ископаемых, обрабатывающих производств и генерацию электроэнергии в регионах Российской Федерации. Применены модели пространственного лага (SAR) и пространственной ошибки (SEM), а также глобальный и локальный индекс Морана. В качестве исследуемых переменных рассмотрены объемы разработанных передовых производственных технологий, добычи полезных ископаемых, обрабатывающих производств и генерации электроэнергии за 2022 г. Обнаружено, что процессы разработки передовых производственных технологий влияют на отрасли обрабатывающей промышленности и генерацию электроэнергии. Анализ коэффициентов пространственной автокорреляции показал, что в процессах разработки передовых производственных технологий, добычи полезных ископаемых, обрабатывающих производств и электроэнергии регионы формируют кластеры, а также существует положительная пространственная автокорреляция. Субъекты Российской Федерации классифицированы с помощью локального индекса Морана, который позволил определить полюса роста, кластеры высоких значений, территории, испытывающие на себе влияние данных кластеров, и территории с низким значением разработанных передовых производственных технологий, обрабатывающих производств и генерации электроэнергии. Отрицательное значение коэффициента пространственной автокорреляции в модели SAR показало, что увеличение объема разработанных передовых производственных технологий в одном регионе приводит к снижению их уровня в другом. Это свидетельствует о пространственной неоднородности процессов разработки передовых технологий в регионах страны.

Ключевые слова: разработка передовых производственных технологий, добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, генерация электроэнергии, пространственные модели, SAR, Индексы Морана, регионы России

Для цитирования: Красных С.С. Название//Управление. 2025. Т. 13. № 1. С. 90–98. DOI: 10.26425/2309-3633-2025-13-1-90-98

Spatial modelling of the impact of developed advanced production technologies on industrial production in Russian regions

Sergey S. Krasnykh

Cand. Sci. (Econ.), Researcher

ORCID: 0000-0002-2692-5656, e-mail: krasnykh.ss@uiec.ru

Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 29, Moskovskaya ulitsa, Yekaterinburg 620014, Russia

Abstract

The purpose of the study is spatial modeling of the impact of developed advanced production technologies on the volume of mineral extraction, manufacturing industries, and power generation in Russian regions. The SAR and SEM models, as well as global and local Moran index, have been applied. The volumes of developed advanced production technologies, mining, manufacturing industries, and electricity generation for 2022 have been considered as the variables under study. It has been found that the processes of advanced production technologies development affect the manufacturing industries and electricity generation. The spatial autocorrelation coefficients analysis showed that in the processes of developing advanced production technologies, mining, manufacturing, and electricity generation regions form clusters, and there is a positive spatial autocorrelation. Russian regions have been classified using the local Moran index, which allowed us to identify growth poles, high values clusters, territories influenced by these clusters, and territories with a low value of developed advanced production technologies, manufacturing industries, and electricity generation. The negative value of the spatial autocorrelation coefficient in the SAR model showed that an increase in the amount of developed advanced manufacturing technologies in one region leads to a decrease in their level in another one. It indicates spatial heterogeneity of the processes of advanced technologies development in the regions.

Keywords: advanced production technologies development, mining, manufacturing, power generation, spatial models, SAR, Moran index, Russian regions

For citation: Krasnykh S.S. (2025). Spatial modelling of the impact of developed advanced production technologies on industrial production in Russian regions. *Upravlenie / Management (Russia)*, 13 (1), pp. 90–98. DOI: 10.26425/2309-3633-2025-13-1-90-98



Введение / Introduction

Глобальная геоэкономическая нестабильность, вызванная коронавирусными ограничениями, а также санкционными ограничениями со стороны западных стран, подчеркивает важность формирования технологического суверенитета для обеспечения устойчивого развития промышленности. Перед Российской Федерацией (далее — РФ, Россия), столкнувшейся с рядом ограничений на импорт технологий и оборудования, встает необходимость активизации собственного научно-технического потенциала и инновационного развития. В этом контексте исследование влияния передовых технологий на промышленное производство регионов страны является актуальным и стратегически значимым.

Передовые производственные технологии представляют собой разработки и технологические процессы, ориентированные на обработку продукции, производство, проектирование, а также на обеспечение организации этих процессов. Эти технологии способствуют социально-экономическому развитию России, а также являются одним из драйверов инновационного развития страны [Фраймович, Быкова, Власенко, 2022; Дежина, 2014]. Введенные западными странами санкционные ограничения направлены в том числе на сокращение импорта технологичной и высокотехнологичной продукции, в связи с чем российской экономике необходимо находить пути замещения и активизации создания передовых производственных технологий для поддержки отраслей промышленности.

Разработка передовых производственных технологий играет ключевую роль в повышении конкурентоспособности и устойчивости экономики. Их внедрение способствует созданию новых рынков и отраслей, росту производительности труда и снижению зависимости от дешевой рабочей силы.

И. Дежина отмечает, что передовые производственные технологии ведут к индивидуализации товаров, снижению зависимости от дешевых трудовых ресурсов и обеспечивают связанность производственных процессов благодаря цифровым технологиям [Дежина, 2014]. В России наблюдается снижение уровня технологической оснащенности экономики. С 2018 г. количество организаций, использующих передовые производственные технологии, сократилось на 22 %. Однако среднее число применяемых технологий на одну организацию увеличилось с 14 до 18. Это указывает на то, что, несмотря на общее снижение числа пользователей таких технологий, компании стремились расширять и углублять их использование

в своей деятельности¹. Для эффективного развития и внедрения прямых производственных технологий необходимо преодолевать такие препятствия, как нехватка квалифицированного персонала и длительный срок окупаемости инвестиций, в связи с чем организации применяют различные стратегии, включая повышение квалификации сотрудников и сотрудничество с научными и образовательными учреждениями, для успешной интеграции передовых технологий в производственные процессы².

Разработка передовых технологий приобретает особую значимость в условиях санкционных ограничений, поскольку они существенно влияют на научно-технологическое развитие страны. Санкции ограничивают доступ к современным технологиям и оборудованию, что может замедлить инновационное развитие. Однако эти ограничения также стимулируют внутренние научные исследования и разработки, способствуя технологической независимости [Ленчук, 2022].

В условиях санкций важно развивать собственные наукоемкие технологии и новые отрасли, ранее не характерные для национальной экономики. Это способствует снижению зависимости от внешних поставок и укреплению экономической безопасности³.

Кроме того, санкции могут оказывать негативное влияние на высокотехнологичные отрасли, требуя дополнительных инвестиций в создание собственных технологий и инфраструктуры. Это подчеркивает необходимость разработки и внедрения передовых технологий для преодоления технологических барьеров и обеспечения устойчивого развития [Шкодинский, Кушнир, Продченко, 2022].

Разработка передовых производственных технологий имеет ключевое значение для обеспечения устойчивого экономического роста, повышения конкурентоспособности и укрепления технологической независимости, особенно в условиях санкционного давления со стороны западных стран. Именно поэтому пространственное моделирование влияния передовых производственных технологий на промышленное производство регионов России приобретает особую актуальность в современных геополитических условиях, поскольку этот метод позволяет учитывать взаимозависимость регионов, выявлять прямые и опосредованные эффекты от внедрения технологий. Применение пространственного подхода особенно важно в выявле-

¹ Высшая школа экономики. Создание и использование передовых производственных технологий. Режим доступа: <https://issek.hse.ru/news/697324047.html> (дата обращения: 15.01.2025).

² Там же.

³ Сергеев В. Наука вне политики. Профессор Виталий Сергеев — о влиянии санкций на работу ученых в России. Режим доступа: <https://iz.ru/783889/vitalii-sergeev/nauka-vne-politiki> (дата обращения: 15.01.2025).

нии межрегиональных эффектов, когда технологические достижения одного региона стимулируют развитие соседних территорий. Например, внедрение передовых производственных технологий в экономически развитых регионах, таких как Москва или Санкт-Петербург, может усиливать промышленное производство в прилегающих субъектах за счет роста спроса на промежуточные товары, технологии и услуги.

Материалы и методы исследования / Research materials and methods

В качестве исходных данных представлены объемы разработанных передовых производственных технологий (ед.), добычи полезных ископаемых (млн руб.), обрабатывающих производств (млн руб.), генерации электроэнергии (млн руб.) за 2022 г. Данные использованы на основе статистического сборника «Регионы России: социально-экономические показатели 2023»⁴.

На начальном этапе исследования планируется провести пространственный авторегрессионный анализ по методике Морана для показателей количества разработанных передовых производственных технологий, объемов добычи полезных ископаемых, обрабатывающих производств и генерации электроэнергии. В качестве матрицы пространственных весов будет использоваться матрица линейных расстояний среди всех регионов России. Этот анализ позволит определить тип пространственных взаимодействий между регионами, выделяя следующие типы: случайное либо дисперсионное распределение и кластеризацию. При оценке глобального индекса Морана рассматриваются p - и z -значения. Если p -значение больше 0,10, а z -значение находится в пределах от 1,65 до -1,65, то пространственные отношения между регионами считаются случайными. Если p -значение меньше 0,10, а z -значение — ниже -1,65, то пространственные взаимоотношения являются дисперсными. В случае, когда p -значение также меньше 0,10, а z -значение — выше 1,65, регионы образуют кластеры.

Также интерпретируется значение самого индекса Морана. Если глобальный индекс Морана больше нуля, это свидетельствует о наличии положительной пространственной автокорреляции. Регионы с высокими значениями переменной склонны располагаться рядом с другими субъектами с высокими значениями, а регионы с низкими значениями переменной — с соседними субъектами с низкими значениями.

Это может указывать на существование кластеров, где развитые регионы сосредоточены в одних областях, а менее развитые — в других. Если индекс Морана меньше нуля, это говорит о наличии отрицательной пространственной автокорреляции. В этом случае регионы с высокими значениями переменной располагаются рядом с субъектами с низкими. Если глобальный индекс Морана близок к нулю, это означает, что пространственная автокорреляция отсутствует или минимальна. Это свидетельствует о случайном распределении значений переменной, когда нет ярко выраженных пространственных зависимостей и регионы не образуют устойчивых кластеров или полюсов роста.

Этот индекс рассчитывается по формуле (1):

$$I_G = \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\frac{1}{n} \sum_i (x_i - \bar{x})^2 \sum_i \sum_j w_{ij}}, \quad (1)$$

где, w_{ij} — элемент матрицы весов W , x_i — исследуемый показатель региона i , n — общее число регионов [Moran, 1948].

На следующем этапе исследования планируется построение пространственных моделей SAR (2) и SEM (3) для оценки пространственных эффектов:

$$V_{it} = \alpha + \rho W(V_{it}) + \beta_1 DPI_{it} + \beta_2 OP_{it} + \beta_3 (EE_{it}) + \varepsilon_{it}, \quad (2)$$

$$V_{it} = \alpha + \beta_1 DPI_{it} + \beta_2 OP_{it} + \beta_3 (EE_{it}) + \lambda W u_{it} + \gamma_t + \mu_i + \varepsilon_{it}, \quad (3)$$

где V_{it} — объем разработанных в регионах передовых производственных технологий, ед., WV_{it} — пространственно взвешенные значения количества разработанных в регионах передовых производственных технологий, DPI — объем добычи полезных ископаемых, млн руб., OP — объем обрабатывающих производств, млн руб., EE — объем генерации электроэнергии, млн руб., α — совокупность прочих факторов, влияющих на объем разработанных технологий, β — коэффициент эластичности по факторам регрессионной модели, ρ — коэффициент пространственной авторегрессии, λ — вектор не зависящих от времени индивидуальных пространственно зависимых специфических эффектов, μ_i — индивидуальный эффект региона i , не зависящий от времени t , γ_t — временные эффекты для региона i в момент времени t , ε_{it} — нормально распределенные случайные величины по времени t и территориям i .

Используя модель пространственного лага (SAR), можно оценить влияние факторов на развитие передовых технологий с учетом пространственных эффектов, возникающих из-за воздействия соседних регионов, также разрабатывающих эти технологии. Модель пространственной ошибки позволяет учесть влияние пространственных факторов на зависимую

⁴ Федеральная служба государственной статистики. Регионы России: Социально-экономические показатели 2023. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2023.pdf (дата обращения: 05.12.2024)

переменную, которое может быть не учтено в модели из-за пропущенных переменных или несовершенных спецификаций.

Заключительным этапом исследования является анализ локальных индексов Морана с целью определения межрегиональных взаимоотношений в территориальных системах. Расчет локальных индексов Морана производится по следующей формуле (4):

$$I_{Li} = N \cdot \frac{(x_i - \bar{x}) \cdot \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x})}{\sum_j (x_j - \bar{x})^2} \quad (4)$$

Интерпретация локальных индексов Морана позволяет анализировать пространственные взаимодействия между регионами, выявляя кластеры и полюса роста. Локальные индексы Морана используют информацию о пространственной автокорреляции, которая показывает насколько значения переменной в одном регионе схожи или противоположны значениям соседних регионов.

В ходе интерпретации результатов можно получить следующие типы территориальных систем.

1. Кластер высоких значений (НН) — регионы, в которых значения исследуемой переменной высоки (соседние регионы также имеют высокие значения). Такие субъекты могут быть центрами концентрации, например, передовых производственных технологий, что свидетельствует о развитии инновационной и производственной деятельности.

2. Кластер низких значений (ЛЛ) — регионы с низкими значениями исследуемой переменной, окруженные соседними субъектами с аналогичными характеристиками. Это может указывать на отсталость региона, например, в промышленном производстве или разработке передовых производственных технологий.

3. Полюса роста (НЛ) — территории с высокими значениями исследуемой переменной, окруженные регионами с низкими значениями. Это может обозначать субъекты, выступающие в роли драйверов экономического роста и инноваций, оказывающие влияние на соседние регионы, тем самым способствуя их развитию.

4. Зоны влияния кластеров высоких значений (ЛН) — регионы с низкими значениями исследуемой переменной, которые находятся вблизи территорий с высокими значениями. Эти субъекты могут испытывать влияние соседних развитых территорий, что может способствовать их постепенному улучшению и развитию.

Автокорреляционный анализ по методике Морана поможет выявить пространственные кластеры и определить межрегиональные взаимодействия в процессе

разработки и применения передовых производственных технологий. Данный методический подход позволит определить отрасли промышленности, получающие наибольший вклад от разработанных передовых производственных технологий, а также оценить существующие пространственные эффекты в данных процессах.

Модели пространственного лага (SAR) и пространственной ошибки (SEM) / Spatial Autoregressive Model (SAR) and Spatial Error Model (SEM)

Проведем анализ глобального индекса Морана для следующих переменных: количество разработанных передовых производственных технологий, объем добычи полезных ископаемых, обрабатывающих производств и генерации электроэнергии (табл. 1).

Таблица 1

Пространственная автокорреляция по методу Морана

Table 1. Spatial autocorrelation by Moran's method

Переменная	Индекс Морана	z-оценка	p-значение
Разработанные передовые производственные технологии	0,336982	9,273420	0,000000
Добыча полезных ископаемых	0,060663	1,872808	0,061095
Обрабатывающие производства	0,507146	13,736191	0,000000
Генерация электроэнергии	0,402837	11,043378	0,000000

Составлено автором по материалам исследования / Compiled by the author on the materials of the study

Все четыре модели подтверждают наличие пространственных взаимосвязей между исследуемыми объектами, а значения индекса Морана, z-оценки и p-значения позволяют охарактеризовать, что в данной территориальной системе регионы объединяются в кластеры, а также существует положительная пространственная автокорреляция.

Учитывая наличие пространственных взаимосвязей между переменными, следующим этапом предложенного методического подхода является построение моделей с пространственным лагом и с пространственной ошибкой (табл. 2).

В модель SAR вводилась переменная (коэффициент пространственной автокорреляции), которая соответствует пространственному лагу зависимой переменной, а в модель SEM — переменная λ, вектор не зависящих от времени индивидуальных пространственных эффектов. Выбор наилучшей модели проверяется с помощью теста множителей Лагранжа [Baltagi, Song, Koh, 2003]. В данном случае, учитывая значения ρ и λ, наиболее подходящая модель — это модель с пространственным лагом. В полученной модели высокий коэффициент детерминации (0,91), отсутствуют

Таблица 2

Результаты построения SAR- и SEM-моделей

Table 2. SAR and SEM models construction results

Модель с пространственным лагом (SAR)				
Переменная	Коэффициент	Стандартная ошибка	z-значение	p-значение
W_Vit (ρ)	– 0,297431	0,179011	– 1,661520	0,09661
CONSTANT	– 3,30802	5,89231	– 0,561413	0,57452
DPI	– 9,96996e-07	3,05225e-06	– 0,326643	0,74394
OP	6,33815e-05	5,16158e-06	12,279500	0,00000
EE	– 0,000108224	6,49631e-05	– 1,665930	0,09573
Диагностика регрессии				
Тест	Значение	Тест	Значение	
R-квадрат	0,919331	Логарифм правдоподобия	– 399,981000	
Сигма-квадрат	467,147000	Критерий Акаике	809,961000	
Стандартные ошибки регрессии	21,613600	Критерий Шварца	822,404000	
Модель с пространственной ошибкой (SEM)				
Переменная	Коэффициент	Стандартная ошибка	z-значение	p-значение
CONSTANT	– 11,775700	2,957990	– 3,980970	0,00007
DPI	– 1,39368e-06	3,09839e-06	– 0,449810	0,65285
OP	6,2086e-05	5,17262e-06	12,002800	0,00000
EE	– 9,04681e-05	6,48923e-05	– 1,394130	0,16328
λ	0,0438697	0,324834	0,135052	0,89257
Диагностика регрессии				
Тест	Значение	Тест	Значение	
R-квадрат	0,916946	Логарифм правдоподобия	– 401,111454	
Сигма-квадрат	480,954000	Критерий Акаике	810,223000	
Стандартные ошибки регрессии	21,930700	Критерий Шварца	820,177000	
Общие тесты				
Тест	Значение	Тест	Значение	
Тест Харке-Бера	0,003620	Тест Вайта	0,000000	
Тест Бройша-Пэгана	0,000000	VIF	7,084928	

Составлено автором по материалам исследования / Compiled by the author on the materials of the study

гетероскедастичность и мультиколлинеарность, ошибки распределены нормально.

Интерпретируя модель с пространственным лагом, можно заключить, что процессы разработки передовых производственных технологий оказывают негативное влияние на отрасли обрабатывающей промышленности и генерацию электроэнергии. С учетом значимости коэффициента пространственной автокорреляции в модели SAR и его отрицательного значения можно сделать вывод о том, что изменения в одном регионе приводят к отрицательному воздействию на соседние. Иными словами, увеличение количества разработанных передовых технологий в одном субъекте сопровождается снижением их разработки в других регионах, что может

свидетельствовать о росте пространственной неоднородности в этих процессах.

Анализ локальных индексов Морана / Analysis of Local Moran indices

Следующим этапом реализации методического подхода является анализ локальных индексов Морана для ключевых переменных, таких как количество разработанных передовых производственных технологий, объем обрабатывающих производств и генерации электроэнергии. Этот анализ позволит выявить кластеры с высокими и низкими значениями исследуемых показателей, а также полюса роста.

Полученные типы регионов в результате интерпретации локальных индексов Морана представлены на рис. 1.

Локальные индексы Морана для показателя объема обрабатывающих производств представлены на рис. 2.



Составлено автором по материалам исследования / Compiled by the author on the materials of the study

Рис. 1. Локальный индекс Морана по показателю разработанных передовых производственных технологий
 Fig. 1. Local Moran index by developed advanced production technologies indicator

Анализ полученных индексов позволил выделить кластер высоких значений, включающий Москву и Санкт-Петербург, а также Ленинградскую, Московскую, Ростовскую, Самарскую, Свердловскую, Тюменскую, Челябинскую, Архангельскую, Белгородскую области, Пермский край и Республику Башкортостан. Моделирование выявило следующие полюса роста: Краснодарский и Красноярский край, Новосибирскую область, а также Республики Дагестан и Татарстан. Определены зоны влияния кластеров высоких значений (изображены синим на карте) и низких значений (отмечены белым). Территории, входящие в кластер высоких значений, характеризуются высоким уровнем промышленного производства и развитой научно-технологической инфраструктурой, что способствует внедрению передовых производственных технологий. Полюса роста также обладают значительным производственным и научно-технологическим потенциалом, однако для более эффективной разработки передовых технологий требуется реализация программ, направленных на их развитие, а также внимание со стороны властей для раскрытия потенциала этих территориальных систем.

Полученные виды территориальных систем похожи на предыдущие, однако в кластер высоких значений стали входить Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа, Республика Татарстан, Нижегородская, Вологодская, Воронежская, Калужская, Липецкая, Мурманская и Тульская области. Увеличение количества территорий в кластере свидетельствует о высоком уровне обрабатывающих производств в данных регионах. Полюса роста по этому показателю представлены в Новосибирской, Кемеровской областях, а также Краснодарском и Красноярском краях. Данные территории обладают сравнительно высоким уровнем обрабатывающих производств, однако необходимо более активное внедрение передовых производственных технологий с целью увеличения выпуска и обработки продукции.

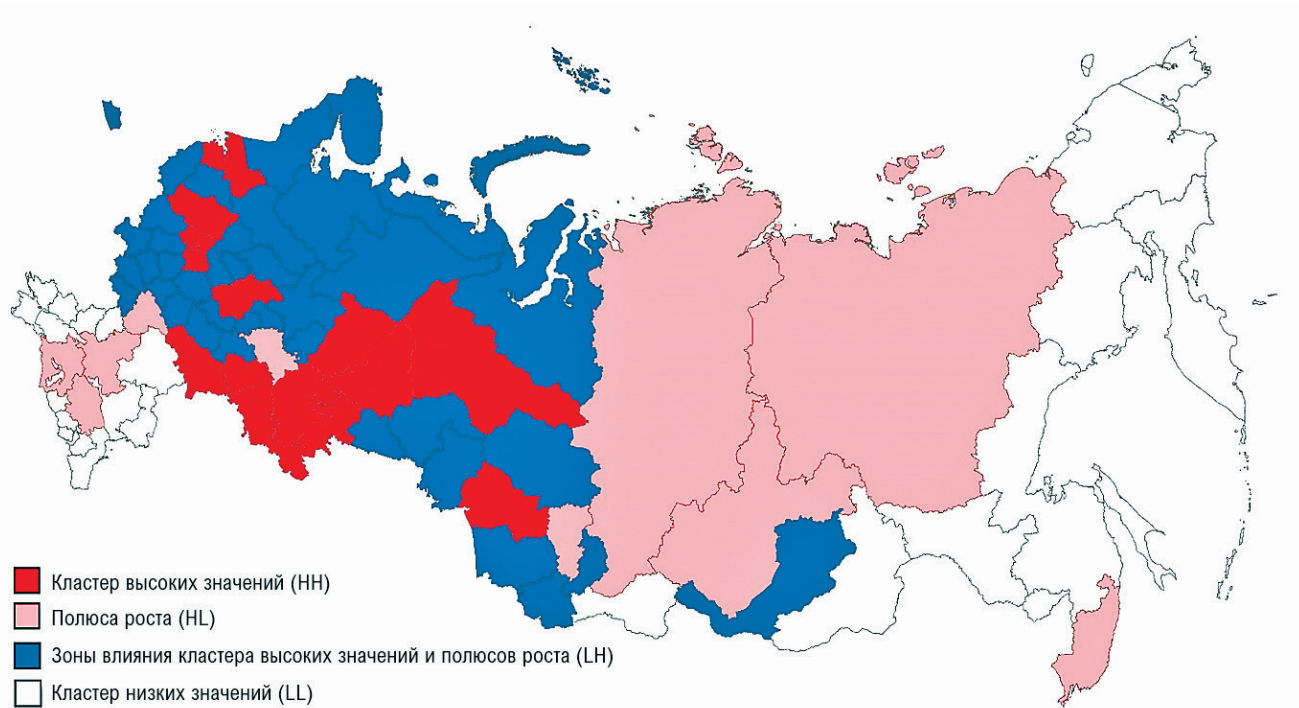
Рассмотрены локальные индексы Морана для показателей генерации электроэнергии (рис. 3).

Анализ локальных индексов Морана по показателю генерации электроэнергии показывает те же самые ядра кластеров высоких значений, что и в предыдущих моделях, находящихся в Москве, Санкт-Петербурге и на Урале. Данные ядра соотносятся с регионами, в которых сконцентрировано более половины научно-исследовательских организаций



Составлено автором по материалам исследования / Compiled by the author on the materials of the study

Рис. 2. Локальный индекс Морана по показателю обрабатывающих производств
 Fig. 2. Local Moran index by manufacturing industries indicator



Составлено автором по материалам исследования / Compiled by the author on the materials of the study

Рис. 3. Локальный индекс Морана по показателю генерации электроэнергии
 Fig. 3. Local Moran index by electricity generation performance indicator

России и разрабатываются передовые производственные технологии, а также которые являются основными центрами использования данных техно-

логий [Наумов, Красных, 2023]. Полюса роста преимущественно сосредоточены в Сибири и на юге России, что объясняется большим количеством

гидроэлектростанций, находящихся в Якутии, Иркутской и Кемеровской областях, а также теплоэлектростанций в Ростовской области и Краснодарском крае, что необходимо для развития обрабатывающей и добывающей промышленности.

Заключение / Conclusion

Проведенный анализ с использованием глобального и локальных индексов Морана, а также моделей SAR и SEM позволил выявить пространственные закономерности в развитии промышленного производства и разработке передовых технологий в России. Глобальный индекс Морана подтвердил наличие пространственных взаимосвязей между регионами, что свидетельствует о формировании устойчивых территориальных кластеров. Модель с пространственным лагом (SAR) продемонстрировала, что развитие передовых производственных технологий оказывает существенное влияние на обрабатывающую промышленность и генерацию электроэнергии. Однако отрицательное значение коэффициента указывает на следующую тенденцию: увеличение количества разработанных технологий в одном регионе сопровождается

их снижением в соседних, что усиливает пространственную неоднородность и может создавать диспропорции в развитии территорий.

Анализ локальных индексов Морана позволил выделить четыре типа территориальных образований: кластеры высоких значений, сосредоточенные преимущественно в европейской части России (Москва, Санкт-Петербург, регионы Большого Урала), полюса роста, расположенные в Сибири и на юге страны, а также территории-зоны влияния кластера высоких значений, полюсов роста и кластеры низких значений исследуемых показателей. Регионы-лидеры характеризуются развитой научно-технологической инфраструктурой и высоким уровнем промышленного производства. Выявленные полюса роста обладают значительным потенциалом развития, но требуют дополнительной поддержки для реализации имеющихся возможностей. Для преодоления пространственной неоднородности и обеспечения технологического суверенитета необходима сбалансированная региональная политика, направленная как на поддержку уже существующих центров развития, так и на стимулирование новых полюсов роста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Дежина И. Передовые производственные технологии: место России. Экономическое развитие России. 2014;2(22):47–53.
- Ленчук Е.Б. Научно-технологическое развитие России в условиях санкционного давления. ЭВР. 2022;3(73):52–60. <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2022-3-73-52-60>
- Наумов И.В., Красных С.С. Пространственное моделирование влияния научно-исследовательского потенциала на динамику научно-технологического развития регионов России. Journal of Applied Economic Research. 2023;3(22):630–656. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2023.22.3.026>
- Фраймович Д.Ю., Быкова М.Л., Власенко К.А. Значение передовых производственных технологий в социально-экономическом развитии Российской Федерации. Вестник Тверского государственного университета. Экономика и управление. 2022;3(59):54–62. <https://doi.org/10.26456/2219-1453/2022.3.054-062>
- Шкодинский С.В., Кушнир А.М., Продченко И.А. Влияние санкций на технологический суверенитет России. Проблемы рыночной экономики. 2022;2:75–96. <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2022-2-75-96>
- Baltagi B.H., Song S.H., Koh W. Testing panel data regression models with spatial error correlation. Journal of Econometrics. 2003;1(117):123–150.
- Moran P. The Interpretation of Statistical Maps. Journal of the Royal Statistical Society. 1948;10:243–251.

REFERENCES

- Baltagi B.H., Song S.H., Koh W. Testing panel data regression models with spatial error correlation. Journal of Econometrics. 2003;1(117):123–150.
- Dezhina I. Advanced production technologies: the place of Russia. Russian Economic Development. 2014;2(22):47–53. (In Russian).
- Fraymovich D.Yu., Bykova M.L., Vlasenko K.A. The importance of advanced production technologies in the socio-economic development of the Russian Federation. Vestnik Tver State University. Economics and Management. 2022;3(59):54–62. (In Russian). <https://doi.org/10.26456/2219-1453/2022.3.054-062>
- Lenchuk E.B. Scientific and technological development in Russia under sanctions pressure. EVR. 2022;3(73):52–60. (In Russian). <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2022-3-73-52-60>
- Moran P. The Interpretation of Statistical Maps. Journal of the Royal Statistical Society. 1948;10:243–251.
- Naumov I.V., Krasnykh S.S. Spatial modeling of the impact of R&D potential on the dynamics of scientific and technological development of Russian regions. Journal of Applied Economic Research. 2023;3(22):630–656. (In Russian). <https://doi.org/10.15826/vestnik.2023.22.3.026>
- Shkodinsky S.V., Kushnir A.M., Prodchenko I.A. The impact of sanctions on Russia's technological sovereignty. Problems of market economy. 2022;2:75–96. (In Russian). <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2022-2-75-96>