

Научная статья
УДК 332.122
DOI: 10.25683/VOLBI.2025.72.1382

Nikita Ivanovich Sharikov
leading economist,
UEC-Klimov JSC
Saint Petersburg, Russian Federation
muts4d@yandex.ru

Tatiana Yurievna Kudryavtseva
Doctor of Economics, Professor,
Professor of the Graduate School of Industrial Economics,
Peter the Great St. Petersburg
Polytechnic University
Saint Petersburg, Russian Federation
kudryavtseva_tyu@spbstu.ru

Angi Erastievich Skhvediani
Candidate of Economics,
Associate Professor of the Graduate School
of Industrial Economics,
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
Saint Petersburg, Russian Federation
aeshkhvediani@mail.ru

Никита Иванович Шариков
ведущий экономист,
АО «ОДК-Климов»
Санкт-Петербург, Российская Федерация
muts4d@yandex.ru

Татьяна Юрьевна Кудрявцева
д-р экон. наук, профессор,
профессор высшей инженерно-экономической школы,
Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого
Санкт-Петербург, Российская Федерация
kudryavtseva_tyu@spbstu.ru

Анги Ерастиевич Схведиани
канд. экон. наук,
доцент высшей инженерно-экономической школы,
Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого
Санкт-Петербург, Российская Федерация
aeshkhvediani@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ОТРАСЛЕВОЙ СТРУКТУРЫ ПЕРВИЧНОГО И ВТОРИЧНОГО СЕКТОРОВ И УРОВНЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ

5.2.2 — Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

Аннотация. Исследование посвящено комплексной оценке взаимосвязи региональной структуры экономики и уровня экономического развития регионов Российской Федерации. Разделение региональной экономической деятельности принято на первичный и вторичный сектора экономики, которые соответствуют первым трем разделам ОКВЭД-2, а именно: «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство»; «Добыча полезных ископаемых»; «Обрабатывающие производства». Анализ охватывает период с 2017 по 2023 г. и основан на данных Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС). В качестве регионов в исследовании были отобраны 85 субъектов Российской Федерации. По результатам анализа с использованием методов регрессионного анализа было установлено, что специализация региональной экономической деятельности имеет положительную связь с уровнем развития субъектов Российской Федерации, в то время как диверсификация региональной экономики в рассматриваемых секторах имеет отрицательную связь с развитием субъектов Российской Федерации. В работе была подтверждена значи-

мость локализации отраслей первичного и вторичного секторов в субъектах Российской Федерации для их устойчивого экономического роста. В качестве предложений по совершенствованию региональной отраслевой экономической политики авторами выдвинута стратегия связанной диверсификации, которая способствует формированию общих рынков труда, логистических сетей и технологических связей. Разработанный авторами алгоритм может быть успешно применен для анализа структурных характеристик региональной экономики Российской Федерации. Полученные результаты исследования могут быть использованы с целью разработки региональных экономических политик субъектов Российской Федерации и совершенствования методов анализа и моделирования влияния региональной отраслевой структуры.

Ключевые слова: региональная экономика, пространственная экономика, экономическое развитие, первичный сектор экономики, вторичный сектор экономики, региональная отраслевая структура, отраслевая локализация, региональная диверсификация, эконометрический анализ, регрессионное моделирование

Для цитирования: Шариков Н. И., Кудрявцева Т. Ю., Схведиани А. Е. Моделирование взаимосвязи отраслевой структуры первичного и вторичного секторов и уровня экономического развития регионов России // Бизнес. Образование. Право. 2025. № 3(72). С. 78—87. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.72.1382.

Original article

MODELING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE SECTORAL STRUCTURE OF THE PRIMARY AND SECONDARY SECTORS AND THE LEVEL OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF RUSSIAN REGIONS

5.2.2 — Mathematical, statistical and instrumental methods in economics

Abstract. The study is devoted to a comprehensive assessment of the relationship between the regional structure of the economy and the level of economic development of the regions of the Russian Federation. The division of regional economic activity is accepted into primary and secondary sectors of the economy, which correspond to the first 3 sections of the OKVED-2, namely “agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming”; “mining”; “manufacturing”. The analysis covers the period from 2017 to 2023 and is based on data from the Unified Interdepartmental Information and Statistical System. 85 subjects of the Russian Federation were selected as regions in the study. Based on the results of the analysis using regression analysis methods, it was found that the specialization of regional economic activity has a positive impact on the level of development of the subjects of the Russian Federation, while the diversification of the regional economy in the sectors under consideration has a negative impact on the development

of Russian subjects. The work confirmed the importance of localization of primary and secondary sectors in the constituent entities of the Russian Federation for their sustainable economic growth. As suggestions for improving regional sectoral economic policy, the authors have put forward a strategy for related diversification, which contributes to the formation of common labor markets, logistics networks and technological links. The algorithm developed by the authors can be successfully applied to analyze the structural characteristics of the regional economy of the Russian Federation. The obtained research results can be used to develop regional economic policies of the subjects of the Russian Federation and improve methods for analyzing and modeling the impact of the regional sectoral structure.

Keywords: regional economy, spatial economy, economic development, primary economic sector, secondary economic sector, regional sectoral structure, sectoral localization, regional diversification, econometric analysis, regression modeling

For citation: Sharikov N. I., Kudryavtseva T. Yu., Skhvediani A. E. Modeling the relationship between the sectoral structure of the primary and secondary sectors and the level of economic development of Russian regions. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law.* 2025;3(72):78—87. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.72.1382.

Введение

Актуальность. В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений исследований в эконометрике является эконометрический анализ пространственного расположения отраслей и предприятий. Оценка влияния региональной отраслевой структуры на региональные показатели эффективности деятельности региона для разных отраслей и социально-экономических систем показывает, что результаты не совпадают из-за высокой гетерогенности исследуемых объектов. В научной литературе продолжают споры о том, что предпочтительнее: диверсификация экономической деятельности или ее специализация, выгодна ли для региональной экономики локализация отрасли (или отраслей) в регионе. В научной литературе также можно найти различные мнения о векторе влияния региональной отраслевой локализации и региональной диверсификации (или специализации). При этом стоит отметить, что эти мнения не всегда подкреплены эмпирическими данными и могут сильно различаться в зависимости от отрасли и региона, которые исследуются. Таким образом, актуальность проведения исследования, посвященного моделированию отраслевой локализации и региональной диверсификации, можно считать высокой.

Изученность проблемы. Сущность и особенности моделирования региональной экономической диверсификации и отраслевой локализации исследуются в работах и исследованиях различных как отечественных, так и зарубежных авторов.

Т. Ю. Кудрявцева и А. Е. Схведиани [1], аналогично А. В. Зюзину с соавторами [2], в своих исследованиях трактуют термин «региональная отраслевая локализация» как степень концентрации (локализации) отраслей в регионе, иначе говоря, как степень, в которой экономическая структура региона отличается от структуры эталонной экономики, при этом чаще всего в роли эталона выступает структура национальной экономики.

В основополагающем исследовании Дж. Парра [3] дано следующее определение термина «региональная диверсификация» — степень распределения экономической деятельности региона между количеством категорий, при этом в роли категорий выступают представленные в рассматриваемом регионе отрасли экономики.

А. В. Зюзин с соавторами [2] заключают, что высокий уровень специализации приводит к неравномерному развитию. Регионы с узкой специализацией более уязвимы для воздействия экономических шоков, чем регионы с диверсифицированной экономикой.

Дж. Кигли [4] также обращает внимание на важность разнообразия региональной экономики, связывая диверсификацию и темп развития регионов, в которых объемы производства растут быстрее, чем численность населения из-за возникающей отдачи от масштаба, что вносит больший вклад в экономическое развитие государства в целом.

Т. Камени и Р. Сторпер [5] выделяют три преимущества диверсификации региональной экономики по сравнению со специализацией. Во-первых, она снижает риски экономических флуктуаций (хотя при этом регион может терять выгоды специализации). Во-вторых, крупным региональным экономикам выгоднее стратегия диверсификации, т. к. она обеспечивает регионам наличие собственных ресурсов. Тем не менее зачастую регионы изначально растут за счет стратегии специализации. В-третьих, диверсификация повышает способность экономики гибко реагировать на изменения внешней среды и эффективно использовать доступные ресурсы.

Н. А. Кравченко [6] в своем исследовании оценивала диверсификацию региональной экономики на примере субъектов Сибирского федерального округа. Автор отмечает, что диверсификация региональной экономики не является универсальным средством для достижения внутрирегиональной устойчивости и стабильного регионального

экономического роста. Степень влияния региональной диверсификации зависит от уровня развития региона. В статье подчеркивается, что диверсификация экономической деятельности региона это в первую очередь инструмент экономической политики региона, а не сама цель, а значит, ее роль в экономическом развитии региона неоднозначна.

В статье Д. Хе с соавторами [7] рассматривается, может ли диверсификация укрепить экономическую устойчивость регионов. Авторы выделяют связанную диверсификацию — развитие смежных отраслей — и несвязанную — развитие отраслей без тесных связей. Последняя считается более предпочтительной, т. к. снижает риски общих экономических шоков. Исследование 243 городов Китая показало, что для эффективной диверсификации необходимы развитая финансовая инфраструктура, инновации и квалифицированные кадры. При этом выбранная стратегия должна учитывать особенности и уровень развития каждого региона, что подтверждают результаты и ранее рассмотренных исследований [2; 5; 6].

Н. Н. Михеева [8] в исследовании выявляла плюсы и минусы диверсификации на примере российских регионов. Подтверждая ранее рассмотренные выводы других авторов [4—7], автор отмечает, что высокая специализация повышает риски в условиях кризиса. Вместе с тем Н. Н. Михеева считает, что диверсификация способствует устойчивости, но не обеспечивает высоких темпов роста, для которых необходимо углубление специализации (как, например, в Калужской, Калининградской и Сахалинской областях). Автор делает вывод, что диверсификация должна дополнять стратегии специализации с учетом межрегионального взаимодействия, инфраструктуры и привлечения новых отраслей.

В своем исследовании И. Е. Трубекина [9] заключает, что специализация рассматриваемых регионов на обрабатывающих промышленностях показывает устойчивую экономическую связь с производительностью труда в отличие от многих региональных исследований, в то время как эффект диверсификации региональной деятельности оказался незначимым и проявлялся лишь в некоторых отдельных оценках.

В исследовательской работе С. Фарахманда с соавторами [10] освещается изучение влияния пространственных эффектов региональной экономики на рост занятости в городах Ирана. Авторы приходят к выводу, что диверсификация региональной экономической деятельности имеет U-образную зависимость с ростом занятости населения, что характеризует картину, когда положительное влияние диверсификации деятельности наблюдается только до определенного уровня в регионе.

Дж. Дракер [11] исследовал пространственные эффекты региональной экономики на примере трех производственных отраслей США. Автор пришел к выводу, что более близкое расположение предприятий отрасли (что в контексте данного исследования означает специализацию региона) оказывает усиливающий эффект пула рабочей силы (аналогично результатам исследования И. Е. Трубекиной [9]), в то время как некоторые отрасли оказались устойчивы к пространственным эффектам.

И. В. Гребёнкин [12] исследовал влияние диверсификации на инновационную активность обрабатывающей промышленности в регионах России и отметил их высокую неоднородность по уровню диверсификации. Автор выявил ограниченный эффект диверсификации на стимулирование инноваций и U-образную зависимость между диверсификацией и инновационной активностью (аналогично С. Фарахманду с соавто-

рами [10]). И. В. Гребёнкин заключает, что эффект диверсификации зависит от особенностей региона, что подтверждают и другие исследования, рассмотренные ранее [2; 5—7].

В. Н. Лившиц с соавторами [13] подтвердили выводы И. В. Гребёнкина [12] о высокой межрегиональной дифференциации в экономическом пространстве России. Они отмечают, что специализация, особенно в обрабатывающей промышленности, является ключевым фактором роста экономической активности, что также подтверждают исследования И. Е. Трубекиной [9] и Дж. Дракера [11].

В. И. Суслов [14] разработал оптимизационную модель, учитывающую межрегиональные связи и распределение ресурсов. Он пришел к выводу, что специализация регионов определяется связями между ними, а их эффективность зависит от баланса специализации и диверсификации с учетом внутренних и внешних факторов, что подтверждают и другие исследования, результаты которых были описаны ранее [6—8].

Исследование взаимосвязи между кластерной локализацией (в исследовании обозначена как специализация) и валовым региональным продуктом (далее — ВРП) проводили Т. Ю. Кудрявцева и А. Е. Схведиани [1]. Авторы пришли к выводу, что уровень развития кластерной локализации в субъекте Российской Федерации имеет значимую положительную связь с размером ВРП.

С иной стороны региональную отраслевую локализацию рассматривают Б. Ашайм с соавторами [15], А. Сантоалья [16], Г. Дземидайте [17]. Авторы исследуют концепцию смарт-специализации как инструмент развития регионов за счет эффективного использования их уникальных факторов. Авторы отмечают, что регионам важно ориентироваться не на текущую, а на перспективную специализацию, учитывая жизненные циклы отраслей. Смарт-специализация, по их мнению, положительно влияет на развитие регионов независимо от их ресурсов и уровня развития.

Г. Дземидайте [17] отмечает неоднозначную связь между отраслевой локализацией и развитием регионов. Автор предполагает, что локализация высокотехнологичных отраслей способствует росту, тогда как в традиционных секторах и слабоурбанизированных регионах — замедляет экономическое развитие.

В исследовании Г. Эллисона и Е. Глейзера [18] проводилось изучение географической концентрации промышленности США. В работе авторов выделяется показатель локализованных внешних эффектов, который показывает экономические выгоды или издержки, возникающие для экономических субъектов из-за их географической близости к друг другу с отсутствием прямой связи с их непосредственными усилиями. В результате моделирования авторы приходят к заключению, что около 20 % географической концентрации (локализации) объясняется природными преимуществами региона. При этом авторы акцентируют внимание, что высокая важность остается за межфирменными взаимодействиями, а не только за изначальными природными ресурсами региона.

Проведенное В. Н. Лившицем с соавторами [13] исследование, посвященное исследованию межрегиональной дифференциации в Российской Федерации и ее влиянию на уровень экономической активности регионов, показало, что большая степень вариации уровня экономической активности регионов объясняется степенью локализации отраслей в регионе. При этом высокая локализация отрасли в регионе оказывает положительное влияние на уровень его экономической активности.

Таким образом, по результатам исследования отечественных и зарубежных исследований, посвященных

региональной диверсификации (специализации) экономической деятельности регионов, можно заключить, что в научной среде отсутствует единое мнение о векторе влияния специализации и диверсификации региональной экономической деятельности. Авторами были выдвинуты следующие **гипотезы исследования**:

1. Специализация региональной экономической деятельности имеет значимую отрицательную взаимосвязь с уровнем экономического развития субъектов Российской Федерации.

2. Локализация отраслей в регионах имеет значимую положительную взаимосвязь с уровнем экономического развития субъектов Российской Федерации.

Научная новизна. Разработанный авторами алгоритм регрессионного и пространственного моделирования структуры региональной экономики позволяет производить оценку эффектов диверсификации региональной экономической структуры и локализации в субъекте отдельных видов экономической деятельности. По результатам эконометрического моделирования были протестированы гипотезы о взаимосвязи структуры региональной экономики и уровня ее развития: определено наличие значимого положительного влияния отраслевой локализации и региональной отраслевой специализации на уровень развития региона в первичном и вторичном секторе.

Целью исследования является оценка влияния показателей отраслевой структуры первичного и вторичного секторов региональной экономики Российской Федерации на показатель уровня развития региональной экономической системы Российской Федерации.

Для достижения цели исследования были поставлены следующие **задачи**:

1. Оценить современное состояние изучаемой области на основе анализа аналогичных исследований.

2. Определить источник и метод сбора статистической информации для исследования региональной экономики.

3. Разработать и описать методологию проведения статистического и пространственного анализа в области, собрать статистическую информацию, оценить ее структуру и особенности, осуществить ее предобработку.

4. Осуществить спецификацию модели и провести регрессионное моделирование влияния отраслевой структуры первичного и вторичного сектора региональной экономики на показатель уровня развития региональной экономической системы.

5. Провести анализ полученных результатов и разработать предложения по совершенствованию региональной отраслевой экономической политики в рассматриваемой области и методов анализа и моделирования влияния региональной отраслевой структуры.

Практическая значимость работы заключается в выявлении значимого положительного влияния отраслевой локализации и региональной отраслевой специализации на уровень развития региона в первичном и вторичном секторе, что может являться основой для разработки региональных экономических политик субъектов Российской Федерации. Результаты исследования могут быть использованы при совершенствовании методов анализа и моделирования влияния региональной отраслевой структуры.

Теоретическая значимость состоит в том, что алгоритм анализа, разработанный авторами, универсален и может быть применен для оценки эффектов диверсификации региональной экономической структуры и локализации в субъекте отдельных видов экономической деятельности по альтернативным группам видов экономической деятельности и альтернативным наборам территориальных единиц.

Основная часть

Методология. На основании обзора аналогичных исследований отечественных и зарубежных авторов в рассматриваемой области авторами были выделены ключевые показатели, статистическая информация по которым будет служить входными данными модели влияния региональной структуры экономики на уровень ее развития.

Для всесторонней характеристики экономического портрета каждого из рассматриваемых в исследовании регионов были выделены четыре группы факторов. Полный перечень групп факторов и вошедших в них показателей приведен в табл. 1.

Таблица 1

Перечень отобранных групп факторов и показатели

Группа факторов	Описание группы факторов	Показатель	Обозначение показателя
1. Группа развития региона	Оценивает с разных сторон уровень экономического развития каждого из регионов	Среднемесячная заработная плата по отраслям в регионе, тыс. руб.	<i>salary</i>
		Производительность труда по отраслям в регионе, тыс. руб. / чел.	<i>labor_prod</i>
		ВРП по отраслям на душу населения региона, тыс. руб. / чел.	<i>grp</i>
2. Группа занятости (труда) в регионе	Иллюстрирует состояние рынка труда региона в каждой из территориальных единиц исследования	Среднегодовая численность занятых по отраслям в регионе, чел.	<i>num_empl</i>
		Уровень безработицы в регионе, %	<i>unempl</i>
3. Группа предприятий в регионе	Иллюстрирует состояние предприятий региона, их масштаб деятельности и стоимости	Инвестиции в основной капитал на душу населения, тыс. руб. / чел.	<i>cap_inv</i>
		Отношение прироста (убыли) количества фирм в регионе за год к общему числу фирм в регионе на начало года	<i>fbthr</i>
		Среднегодовое наличие основных фондов на душу населения, тыс. руб. / чел.	<i>fa</i>
4. Группа региональной экономической структуры	Иллюстрирует локализацию отраслей в регионе, степень диверсификации (или специализации) региональной экономической деятельности	Индекс диверсификации (индекс Херфиндаля—Хиршмана) по численности занятых в отраслях по регионам	<i>hhi</i>
		Индекс отраслевой локализации Эллисона—Глейзера регионам	<i>elgi</i>
		Индекс отраслевой локализации (<i>LQ</i>) по численности занятых в отраслях по регионам	<i>lq</i>

Примечание: сост. авторами по материалам исследования.

Расчет индекса отраслевой локализации Эллисона—Глейзера был осуществлен по формуле:

$$Ellison - Glaezer = \frac{\sum_i (s_{ij} - x_i)^2 - (1 - \sum_i x_i^2) * \sum_j z_j^2}{(1 - \sum_i x_i^2)(1 - \sum_j z_j^2)},$$

а индекса диверсификации Херфиндаля—Хиршмана — по формуле:

$$HHI_i = \sum_j (s_{ij})^2,$$

где $j = 1...3$ — вид экономической деятельности (или отрасль экономики);

$i = 1...85$ — регионы России;

s_{ij} — доля занятых в отрасли j от полной занятости в регионе i ;

x_i — доля занятых в регионе i от полной занятости в стране;

z_j — доля занятых в отрасли j от полной занятости в стране.

Расчет индекса отраслевой локализации (LQ) был осуществлен по формуле:

$$LQ_{ij} = \frac{\text{Занятые в регионе } i \text{ в отрасли } j}{\text{Занятые в регионе } j} \bigg/ \frac{\text{Занятые в стране в отрасли } j}{\text{Занятые в стране}}.$$

Включение в группу развития региона сразу трех показателей предполагает вариативность будущего моделирования. В предполагаемой модели учитывается возможность использования факторов в качестве как зависимой, так и независимой переменной. На основе предполагаемых взаимосвязей показателей внутри групп и взаимосвязей групп факторов в целом, была построена концептуальная модель исследования, представленная на рис. 1.

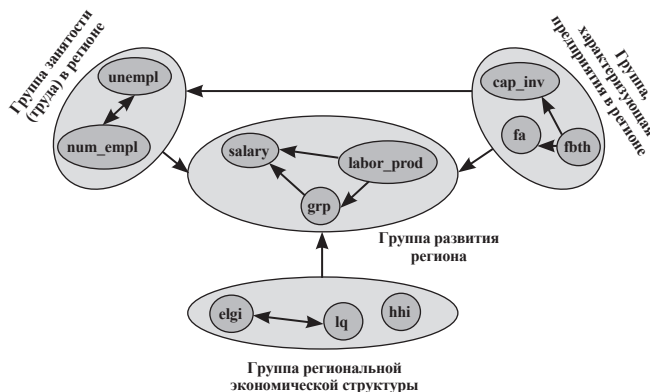


Рис. 1. Концептуальная модель исследования (сост. авторами)

Все включенные в исследование показатели приводятся к сопоставимым единицам измерения.

Единственным источником статистической информации исследования выступает портал единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС).

Сбор и последующий анализ данных проводится в разрезе 85 субъектов Российской Федерации. Разделение региональной экономической деятельности принято на первичный и вторичный секторы экономики, которые соответствуют первым трем разделам ОКВЭД-2. В данном исследовании моделирование будет осуществляться по панельным данным со следующей группировкой в панели по уровням «Наименование субъекта», «Наименование раздела ОКВЭД-2», «Год исследования».

Выбор трех секторов экономики Российской Федерации обусловлен спецификой официально публикуемых данных. Так, чем меньше по объемам экономического производства вид экономической деятельности, тем ниже качество публикуемых данных: возможно наличие выбросов или отсутствия данных, что делает невозможным проведение несмещенного исследования. Для минимизации качественных потерь исследования было принято решение сузить объем отбираемой статистической информации до трех крупных, наиболее связанных и полно заполненных разделов ОКВЭД-2, а именно: раздел А — «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство», раздел Б — «Добыча полезных ископаемых», раздел С — «Обрабатывающие производства».

Таким образом, количество наблюдений по каждому из показателей составляет 1 785.

Общая схема алгоритма исследования представлена на рис. 2.

В исследовании рассматриваются различные формы моделей для проведения регрессионного моделирования. Первый тип регрессионной модели по панельным данным — *PanelOLS* с фиксированными эффектами по объектам — предполагается, что имеются индивидуальные эффекты (особенности) у каждого объекта — в нашем случае конкретного вида экономической деятельности в конкретном субъекте Российской Федерации. Третий тип регрессионной модели по панельным данным — *PanelOLS* с фиксированными эффектами по объектам и по времени (панельная модель обычных наименьших квадратов с фиксированными эффектами по объектам и по времени). При моделировании *PanelOLS* с фиксированными эффектами по объектам и по времени предполагается, что имеются индивидуальные эффекты (особенности) у каждого объекта — в данном случае конкретного вида экономической деятельности в конкретном субъекте Российской Федерации, а также что есть общее для всех временное влияние — в нашем случае изменчивость во временном диапазоне с 2017 по 2023 г. Четвертый тип регрессионной модели по панельным данным — *PanelOLS* со случайными эффектами по объектам (панельная модель обычных наименьших квадратов со случайными эффектами по объектам). При моделировании *PanelOLS* со случайными эффектами по объектам предполагается, что индивидуальные особенности объектов не являются фиксированными, а представляют собой случайные значения, имеющие нормальное распределение.

Для осуществления статистического моделирования использован язык программирования *Python*. Выбор данного языка обусловлен простотой и удобством синтаксиса, при этом наличием возможности осуществить поставленные задачи моделирования. Реализация программного кода осуществлена в среде *Google Colab* и в среде *Jupyter Notebook*. В ходе моделирования были использованы библиотеки *Plotly*, *NumPy*, *Scikit-learn*, *Statsmodels*.

Результаты и обсуждение. На первом этапе проведения статистического моделирования собранные исходные данные были прологарифмированы для линеаризации, приведения их к нормальному виду и устранения асимметрии. Были прологарифмированы как независимые переменные, так и зависимая переменная. Затем по подготовленным данным был осуществлен анализ описательной статистики, а также оценка наличия мультиколлинеарности в данных (рис. 3, 4) в соответствии с ранее разработанной схемой (рис. 2).

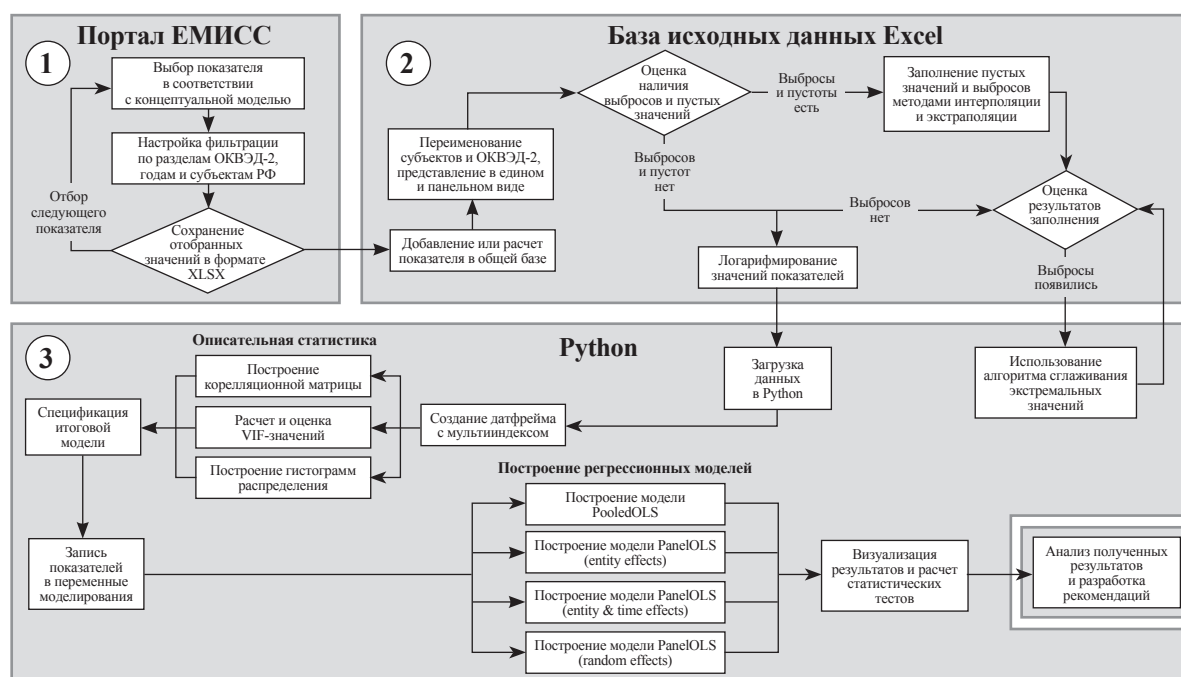


Рис. 2. Общая схема алгоритма исследования (сост. авторами)

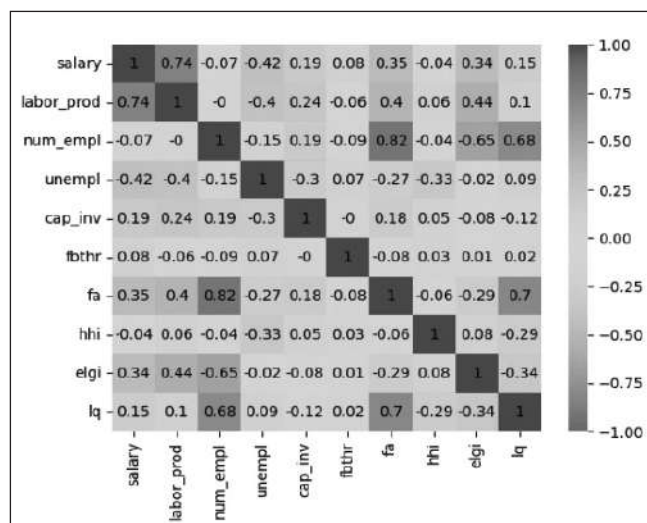


Рис. 3. Корреляционная матрица по отобранным показателям исследования (сост. авторами)

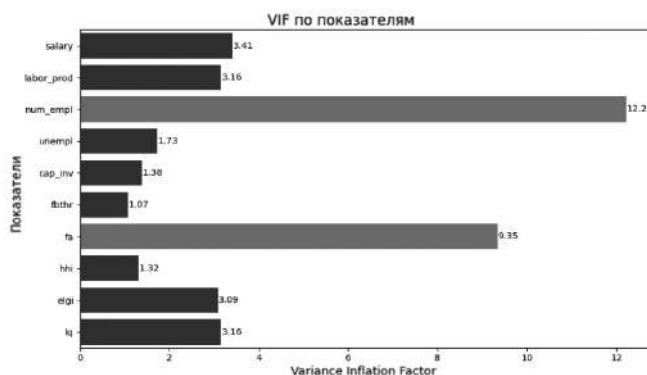


Рис. 4. Визуализация рассчитанных VIF-значений по отобранным показателям исследования (сост. авторами)

Опираясь на проведенном всестороннем анализе исходных данных, включающем расчет описательной статистики и оценку наличия мультиколлинеарности (рис. 3, 4), были специфицированы итоговые виды модели в виде формул:

$$\ln(grp_{it}) = \beta_0 + \beta_1 * \ln(labor_prod_{it}) + \beta_2 * \ln(unempl_{it}) + \beta_3 * \ln(cap_{inv_{it}}) + \beta_4 * fbthr_{it} + \beta_5 * \ln(fa_{it}) + \beta_6 * \ln(hhi_{it}) + \beta_7 * \ln(lq_{it}) + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

$$\ln(grp_{it}) = \beta_0 + \beta_1 * \ln(labor_prod_{it}) + \beta_2 * \ln(unempl_{it}) + \beta_3 * \ln(cap_{inv_{it}}) + \beta_4 * fbthr_{it} + \beta_5 * \ln(fa_{it}) + \beta_6 * \ln(hhi_{it}) + \beta_7 * \ln(lq_{it}) + \alpha_i + \gamma_t + \varepsilon_{it}$$

$$\ln(grp_{it}) = \beta_0 + \beta_1 * \ln(labor_prod_{it}) + \beta_2 * \ln(unempl_{it}) + \beta_3 * \ln(cap_{inv_{it}}) + \beta_4 * fbthr_{it} + \beta_5 * \ln(fa_{it}) + \beta_6 * \ln(hhi_{it}) + \beta_7 * \ln(lq_{it}) + u_i + \varepsilon_{it}$$

где i — индекс панельной единицы;

t — момент времени (год);

β_0 — константа;

$\beta_{1..7}$ — коэффициенты регрессии;

α_i — неизменный во времени фиксированный эффект для i -й панельной единицы;

γ_t — общий для всех панельных единиц фиксированный эффект для периода t ;

u_i — неизменный во времени случайный индивидуальный для каждой панельной единицы эффект;

ε_{it} — значение ошибки для панельной единицы i в момент времени t .

В качестве зависимой переменной выбран показатель grp (ВРП). Из модели исключены $salary$ (среднемесячная заработная плата) из-за отсутствия прямого влияния на ВРП и num_emp (среднегодовая численность занятых) из-за наличия высокой мультиколлинеарности — вместо него использован показатель уровня безработицы ($unempl$). Для оценки локализации отрасли выбран индекс lq , а не $elgi$, из-за ненормального распределения последнего и сложности интерпретации его взаимосвязей с другими переменными.

Согласно разработанному алгоритму (рис. 2) было проведено регрессионное моделирование по панельным данным. Для окончательного выбора формы регрессионной модели с учетом исключения из рассматриваемых вариантов пулованной регрессии, было осуществлено построение оставшихся альтернативных форм регрессий. Сводные результаты построения моделей с фиксированными и случайными эффектами представлены в табл. 2. В таблицу добавлены результаты расчета теста Хаусмана и критериев *AIC* и *BIC*.

Таблица 2

**Сравнение моделей с фиксированными
и случайными эффектами**

Model name	FE model (panel)	FE model (panel + year)	RE model
Parameter Estimates			
β_0	10,541*** (0,5265)	14,029*** (0,6852)	6,2509*** (0,3324)
$labor_prod_{it}$	0,2873*** (0,0406)	0,2000*** (0,0365)	0,2364*** (0,0149)
$unempl_{it}$	-0,2253*** (0,0339)	-0,0380 (0,0466)	-0,1815*** (0,0285)
cap_inv_{it}	0,0300*** (0,0069)	0,0041 (0,0063)	0,0313*** (0,0074)
$fbthr_{it}$	0,0897** (0,0452)	0,0074 (0,0490)	0,0401 (0,0369)
fa_{it}	0,2279*** (0,0320)	0,1098*** (0,0319)	0,4867*** (0,0182)
hhi_{it}	0,9677*** (0,3183)	0,6536** (0,2933)	0,4329*** (0,1575)
lq_{it}	0,2818*** (0,1041)	0,1919** (0,0947)	0,6754*** (0,0393)
Model quality			
Dep. Variable	grp	grp	grp
Estimator	PanelOLS	PanelOLS	RandomEffects
No. Observations	1785	1785	1785
Cov. Est.	Robust	Robust	Robust
R-squared	0,4600	0,1217	0,6792
R-Squared (Within)	0,4600	0,3421	0,3945
R-Squared (Between)	0,6004	0,3829	0,8903
R-Squared (Overall)	0,5978	0,3822	0,8814
F-statistic	185,37	30,024	537,41
P-value (F-stat)	0,0000	0,0000	0,0000
Effects included			
Effects	Entity	Entity, Time	—
Tests and criterias			
Hausman test	150,5419***	194,4601***	—
AIC	-61,67	-354,60	—
BIC	1381,46	1121,45	—

Примечание: сост. авторами по материалам исследования.

* —уровень значимости оценок параметров модели 0,05; ** — уровень значимости 0,01; *** — уровень значимости 0,001. В круглых скобках в таблице указаны значения стандартных ошибок рассчитанных оценок регрессии.

Данные табл. 2 подтверждают стабильность направлений влияния коэффициентов во всех моделях, что говорит об устойчивости спецификации модели. Расчет теста Хаусмана показал предпочтительность моделей с фиксированными

эффектами, поэтому модель со случайными эффектами далее была исключена из исследования. Сравнение *AIC* и *BIC* показало преимущество модели с фиксированными панельными и временными эффектами, тем не менее три из семи оценок регрессии в модели фиксированных панельных и временных эффектов оказались не значимы на уровне 0,05, поэтому в качестве основной была выбрана панельная модель с фиксированными эффектами только по панельным единицам. Дальнейшая интерпретация результатов будет проводиться по данной итоговой форме модели.

На рис. 5 представлена визуализация коэффициентов регрессии. Линии, отходящие от каждой из точек на графике, обозначают 95%-е доверительные интервалы для коэффициентов (*t*-критерий примерно равен 1,9615).

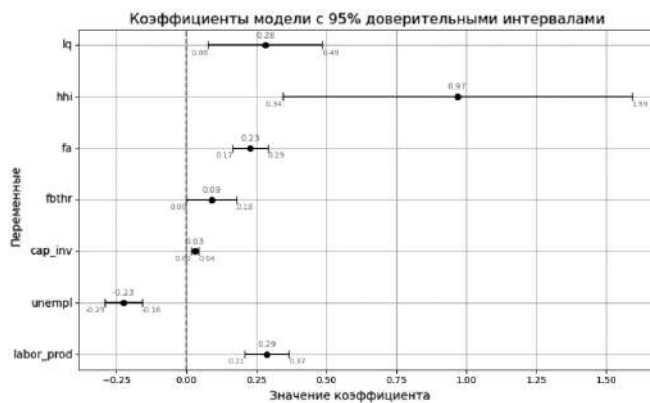


Рис. 5. Визуализация рассчитанных коэффициентов регрессии (сост. авторами)

Первый целевой показатель — индекс диверсификации (*hhi*). Коэффициент регрессии составляет 0,9677 при стандартной ошибке 0,3183. Это означает, что рост специализации на 1 % связан с увеличением ВРП на 0,97 % (в пределах 0,34—1,59 % с 95%-й вероятностью). Полученные значения говорят о том, что более высокая специализация регионов в первичном и вторичном секторах экономики связана с более высоким уровнем регионального экономического развития. То есть, регионы с менее диверсифицированной экономикой в рассматриваемых секторах склонны демонстрировать более высокий ВРП. Выявленная тенденция может быть объяснена выгодностью стратегии специализации региональной экономической деятельности на одном или нескольких первичных и вторичных секторах экономики при условии благоприятности ресурсно-сырьевой базы субъекта.

Второй целевой показатель — индекс отраслевой локализации (*lq*). Коэффициент регрессии составляет 0,2818 при стандартной ошибке 0,1041. Это означает, что рост локализации на 1 % имеет связь с увеличением ВРП на 0,28 % (в пределах 0,08—0,49 % с 95%-й вероятностью). Полученные значения говорят о том, что регионы, в которых отрасли первичного и вторичного сектора представлены выше среднего, склонны показывать больший экономический рост. То есть, регионы с преобладающим размещением отраслей первичного и вторичного сектора имеют более выгодные условия для производства ВРП. Выявленная тенденция комплиментарно сочетается с тенденцией большей привлекательности стратегии специализации региональной экономической деятельности и может быть объяснена безусловным преимуществом наличия в регионе изначального набора природных ресурсов, грамотное обращение с которыми способно обеспечить стабильное экономическое развитие субъекта в первичном и вторичном секторе экономики.

По результатам анализа регрессионного моделирования можно заключить, что первая гипотеза исследования была отвергнута: специализация региональной экономической деятельности имеет значимую положительную взаимосвязь с уровнем экономического развития субъектов Российской Федерации; вторая гипотеза исследования принимается: локализация отраслей

в регионах имеет значимую отрицательную взаимосвязь с уровнем экономического развития субъектов Российской Федерации.

На следующем этапе был проведен анализ остатков модели для проверки статистической корректности выводов. Визуализация анализа остатков модели представлена на рис. 6, 7.

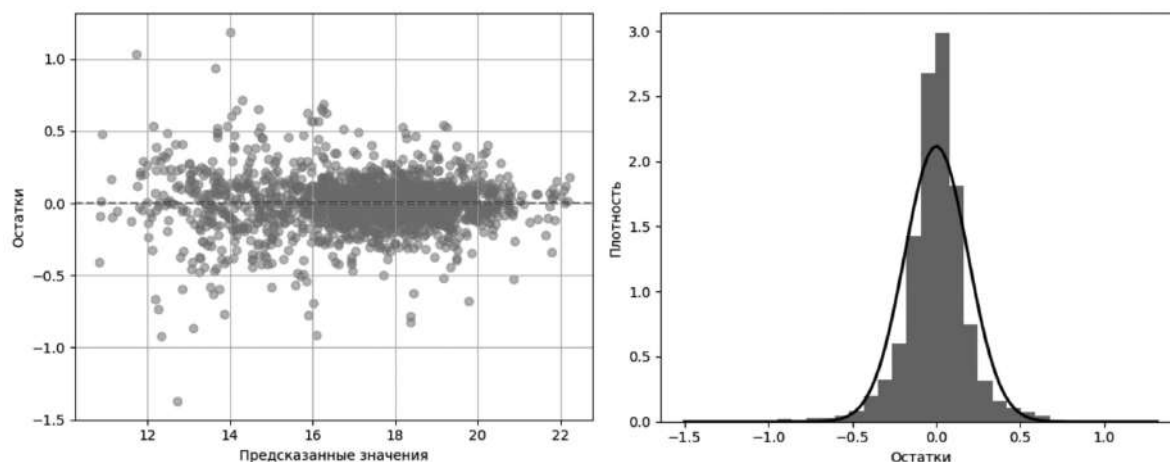


Рис. 6. Диаграмма рассеяния остатков и предсказанных значений и гистограмма остатков $\ln(grp)$ (сост. авторами)

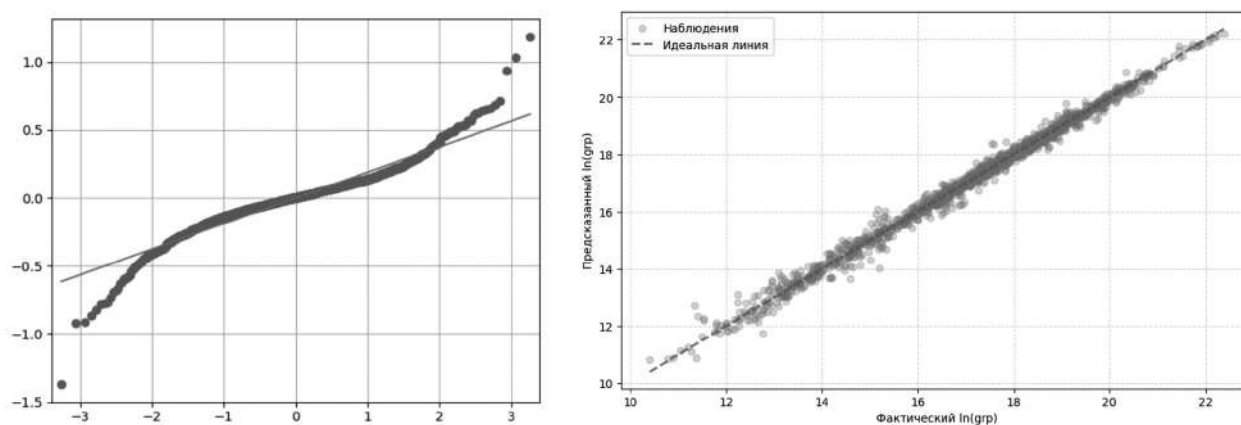


Рис. 7. QQ -график остатков и диаграмма рассеяния фактических и предсказанных значений $\ln(grp)$ (разраб. авторами)

Диаграмма рассеяния остатков и предсказанных значений $\ln(grp)$ (рис. 6, слева) показывает симметричное облако точек и слабовыраженную гетероскедастичность с уменьшением дисперсии при росте предсказанных значений. Гистограмма остатков (рис. 6, справа) отражает колоколообразное распределение с легкой левосторонней асимметрией, что указывает на отклонение от нормальности. QQ -график (рис. 7, слева) демонстрирует достаточно точное совпадение в центре, но наличие отклонения на «хвостах» подтверждает отклонение от нормальности. Диаграмма фактических и предсказанных значений (рис. 7, справа) показывает высокую точность модели и хорошее соответствие идеальной линии под углом 45° , в т. ч. благодаря учету фиксированных эффектов в модели. Для подтверждения результатов визуализации были проведены три статистических теста. F -статистика теста Голдфелда—Квандта составила 0,682 (p -value = 0,999), что подтверждает гомоскедастичность остатков. Критерий Дарбина—Уотсона составил

1,55, что указывает на умеренную положительную автокорреляцию, типичную для региональных данных. Статистика Жарка—Бера составила 1933,21 (p -value = 0,000), что свидетельствует о ненормальности распределения остатков, характерной для экономических данных с высокой неоднородностью. Тем не менее применение робастных методов обеспечивает устойчивость модели к выявленным отклонениям. Был сделан вывод, что построенная итоговая модель была корректно специфицирована и построена. Полученную интерпретацию влияния отраслевой структуры региональной экономики на уровень региональной экономического развития можно считать статистически подтвержденной и обоснованной.

Положительная взаимосвязь региональной специализации и отраслевой локализации в регионе с результативностью экономической деятельности может быть объяснена выгодностью стратегии специализации региональной экономической деятельности на одном или нескольких

первичных и вторичных секторах экономики при условии благоприятности ресурсно-сырьевой базы региона и без-условным преимуществом наличия в регионе изначаль-ного набора природных ресурсов, грамотное обращение с которыми способно обеспечить стабильное экономи-ческое развитие субъекта. Так, выгодно использование стратегии связанной диверсификации региональной эко-номической деятельности, которая подразумевает разви-тие смежных отраслей и секторов, что позволяет иметь общий рынок труда, единые достижения научно-техниче-ского прогресса, общие логистические сети. Полученные в данном исследовании результаты можно считать анало-гичными результатам, полученным в ранее рассмотренных научных трудах И. Е. Трубехиной [9], Дж. Дракера [11], И. В. Гребёнкина [12], В. Н. Лившица с соавторами [13] в части наличия положительной взаимосвязи степени регио-нальной специализации и уровня региональной развития; Т. Ю. Кудрявцевой и А. Е. Схведиани [1], А. В. Зюзина с соавтором [2], В. Н. Лившица с соавторами [13], Б. Ашай-ма с соавторами [15], А. Сантолья [16] в части наличия положительной взаимосвязи степени отраслевой локализа-ции в субъекте и уровня региональной развития.

Заключение

В ходе проведенного исследования была достигнута основная цель исследования — была оценена взаимо-связь показателей отраслевой структуры первичного и вторичного сектора региональной экономики Россий-ской Федерации на показатель уровня развития регио-нальной экономической системы Российской Федера-ции. Первая гипотеза исследования была отвергнута: специализация региональной экономической деятель-ности имеет значимую положительную взаимосвязь с уровнем экономического развития субъектов Россий-ской Федерации; вторая гипотеза исследования прини-мается: локализация отраслей в регионах имеет значи-мую отрицательную взаимосвязь с уровнем экономи-ческого развития субъектов Российской Федерации. Полученные эконометрически подтвержденные резуль-таты могут являться основой для разработки и внедре-ния региональных экономических политик, а также для последующего, более детального макроэкономиче-ского анализа. Результаты исследования могут являть-ся основой для аналогичных исследований в области структуры региональных экономических систем.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кудрявцева Т. Ю., Схведиани А. Е. Анализ взаимосвязи между кластерной специализацией и валовым региональ-ным продуктом // *π-Economy*. 2018. Т. 11. № 5. С. 66—73. DOI: 10.18721/JE.11506.
2. Зюзин А. В., Демидова О. А., Долгопята Т. Г. Локализация и диверсификация российской экономики: региональ-ные и отраслевые особенности // *Пространственная экономика*. 2020. Т. 16. № 2. С. 39—69. DOI: 10.14530/se.2020.2.039-069.
3. Parr J. B. Specialization, Diversification, and Regional Development // *The Professional Geographer*. 1965. Vol. 17. Iss. 6. Pp. 21—25. DOI: 10.1111/j.0033-0124.1965.021_h.x.
4. Quigley J. M. Urban Diversity and Economic Growth // *Journal of Economic Perspectives*. 1998. Vol. 12. No. 2. Pp. 127—138. DOI: 10.1257/jep.12.2.127.
5. Kemeny T., Storper M. Is Specialization Good for Regional Economic Development? // *Regional Studies*. 2015. Vol. 49. Iss. 6 : Proximity and Innovation: Empirical Issues. Pp. 1003—1018. DOI: 10.1080/00343404.2014.899691.
6. Кравченко Н. А. Оценки диверсификации региональной экономики (на примере субъектов Сибирского федерально-го округа) // *Регион: Экономика и Социология*. 2015. № 4(88). С. 65—89. DOI: 10.15372/REG20151204.
7. He D., Miao P., Qureshi N. A. Can industrial diversification help strengthen regional economic resilience? // *Frontiers in Environmental Science*. 2022. Vol. 10. Art. 987396. DOI: 10.3389/fenvs.2022.987396.
8. Михеева Н. Н. Диверсификация структуры регионального хозяйства как стратегия роста: за и против // *Регион: Экономика и Социология*. 2016. № 4(92). С. 196—217. DOI: 10.15372/REG20160409.
9. Трубехина И. Е. Факторы пространственных различий производительности труда на муниципальном уровне в обра-батывающей промышленности (на примере Сибирского федерального округа) // *Региональная экономика: теория и прак-тика*. 2015. Т. 13. № 11. С. 49—62.
10. Farahmand Sh., Akbari N., Abootalebi M. Spatial effects of localization and urbanization economies on urban employment growth in Iran // *Journal of Geography and Regional Planning*. 2012. Vol. 5. Iss. 4. Pp. 115—121. DOI: 10.5897/JGRP11.117.
11. Drucker J. M. The Spatial Extent of Agglomeration Economies: Evidence from Three U.S. Manufacturing Industries : US Census Bureau Center for Economic Studies Paper No. CES-WP- 12-01. 2012. 39 p.
12. Гребёнкин И. В. Влияние уровня диверсификации на инновационную активность в обрабатывающей промышлен-ности // *Экономика региона*. 2018. Т. 14. № 2. С. 600—611. DOI: 10.17059/2018-2-21.
13. Лившиц В. Н., Шаталова М., Касаткина Е. В. Межрегиональная дифференциация в РФ: эмпирический анализ вли-яния территориальной локализации отраслей на уровень экономической активности регионов // *Экономика и мате-матические методы*. 2023. Т. 59. № 3. С. 77—90. DOI: 10.31857/S042473880026994-2.
14. Суслов В. И. Многорегиональная оптимизационная модель: реальное значение и современная спецификация // *Регион: экономика и социология*. 2011. № 2. С. 19—45.
15. Asheim B., Grillitsch M., Trippl M. Smart Specialization as an Innovation-Driven Strategy for Economic Diversification: Examples From Scandinavian Regions // *Advances in the Theory and Practice of Smart Specialization* / eds. S. Radosevic, A. Curaj, R. Gheorghiu et al. Academic Press, 2017. Pp. 73—97. DOI: 10.1016/B978-0-12-804137-6.00004-8.
16. Santoalha A. New indicators of related diversification applied to smart specialization in European regions // *Spatial Economic Analysis*. 2019. Vol. 14. Iss. 4. Pp. 404—424. DOI: 10.1080/17421772.2019.1584328.
17. Dzemydaitė G. The Impact of Economic Specialization on Regional Economic Development in the European Union: Insights for Formation of Smart Specialization Strategy // *Economies*. 2021. Vol. 9. Iss. 2. Art. 76. DOI: 10.3390/economies9020076.
18. Ellison G., Glaeser E. L. The Geographic Concentration of Industry: Does Natural Advantage Explain Agglomeration? // *The American Economic Review*. 1999. Vol. 89. No. 2. Pp. 311—316. DOI: 10.1257/aer.89.2.311.

REFERENCES

1. Kudryavtseva T. Ju., Skhvediani A. E. Analysis of the relationship between cluster specialization and gross regional product. *π-Economy*. 2018;11(5):66—73. (In Russ.) DOI: 10.18721/JE.11506.
2. Zyuzin A. V., Demidova O. A., Dolgopyatova T. G. Localization and Diversification of Russian Economy: Regions' and Industries' Peculiarities. *Prostranstvennaya ekonomika = Spatial Economics*. 2020;16(2):39—69. (In Russ.) DOI: 10.14530/se.2020.2.039-069.
3. Parr J. B. Specialization, Diversification, and Regional Development. *The Professional Geographer*. 1965;17(6):21—25. DOI: 10.1111/j.0033-0124.1965.021_h.x.
4. Quigley J. M. Urban Diversity and Economic Growth. *Journal of Economic Perspectives*. 1998;12(2):127—138. DOI: 10.1257/jep.12.2.127.
5. Kemeny T., Storper M. Is Specialization Good for Regional Economic Development?. *Regional Studies*. 2015;49(6):1003—1018. DOI: 10.1080/00343404.2014.899691.
6. Kravchenko N. A. Assessment of diversification in the regional economy (case study of subjects of the Siberian Federal District). *Regional Research of Russia*. 2016;6(3):203—213. DOI: 10.1134/S2079970516030035.
7. He D., Miao P., Qureshi N. A. Can industrial diversification help strengthen regional economic resilience?. *Frontiers in Environmental Science*. 2022;10:987396. DOI: 10.3389/fenvs.2022.987396.
8. Mikheeva N. N. Diversification of regional economic structure as growth strategy: pros and cons. *Regional Research of Russia*. 2017;7(4):303—310. DOI: 10.1134/S2079970517040062.
9. Trubekchina I. E. Factors of spatial differences in labor productivity in manufacturing at the municipal level (the Siberian Federal District case study). *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice*. 2015;13(11):49—62. (In Russ.)
10. Farahmand Sh., Akbari N., Abootalebi M. Spatial effects of localization and urbanization economies on urban employment growth in Iran. *Journal of Geography and Regional Planning*. 2012;5(4):115—121. DOI: 10.5897/JGRP11.117.
11. Drucker J. M. The Spatial Extent of Agglomeration Economies: Evidence from Three U.S. Manufacturing Industries. US Census Bureau Center for Economic Studies Paper No. CES-WP- 12-01. 2012. 39 p.
12. Grebenkin I. V. The Influence of Diversification on Innovative Activity in Regional Manufacturing Industry. *Ekonomika regiona = Economy of Region*. 2018;14(2):600—611. DOI: 10.17059/2018-2-21. (In Russ.)
13. Livchits V. Regional differences in the Russian Federation: An empirical analysis of the influence of territorial localization of industry sectors on the level of regional economic activity. *Ekonomika i matematicheskie metody = Economics and Mathematical Methods*. 2023;59(3):77—90. (In Russ.) DOI: 10.31857/S042473880026994-2.
14. Suslov V. I. Multiregional optimization model: real meaning and modern specification. *Region: ekonomika i sotsiologiya = Region: economics & sociology*. 2011;2:19—45. (In Russ.)
15. Asheim B., Grillitsch M., Trippl M. Smart Specialization as an Innovation-Driven Strategy for Economic Diversification: Examples From Scandinavian Regions. *Advances in the Theory and Practice of Smart Specialization*. S. Radosevic, A. Curaj, R. Gheorghiu et al. (eds.). Academic Press, 2017. Pp. 73—97. DOI: 10.1016/B978-0-12-804137-6.00004-8.
16. Santoalha A. New indicators of related diversification applied to smart specialization in European regions. *Spatial Economic Analysis*. 2019;14(4):404—424. DOI: 10.1080/17421772.2019.1584328.
17. Dzemydaitė G. The Impact of Economic Specialization on Regional Economic Development in the European Union: Insights for Formation of Smart Specialization Strategy. *Economies*. 2021;9(2):76. DOI: 10.3390/economies9020076.
18. Ellison G., Glaeser E. L. The Geographic Concentration of Industry: Does Natural Advantage Explain Agglomeration?. *The American Economic Review*. 1999;89(2):311—316. DOI: 10.1257/aer.89.2.311.

Статья поступила в редакцию 27.07.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 25.08.2025.
The article was submitted 27.07.2025; approved after reviewing 22.08.2025; accepted for publication 25.08.2025.