

Региональная экономика

Оценка производственной функции российских МСП: региональный аспект

Анастасия Игоревна Шерубнёва

ORCID: 0000-0003-4641-0665

Стажер-исследователь, старший преподаватель,
Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»
(РФ, 109028, Москва, Покровский бул., 11)
E-mail: asherubneva@hse.ru

Аннотация

В нестабильной экономической ситуации становится актуальным выявление факторов, влияющих на выпуск компании, в частности это важно для малых и средних предприятий. При этом нужно учитывать, что оценки параметров производственной функции (то есть отдача на факторы производства — труд и капитал) российских компаний различаются в зависимости от их региональной принадлежности. В настоящей статье, объектом которой являются малые и средние российские предприятия, с помощью иерархических линейных моделей оценены параметры транслогарифмической производственной функции. Эконометрические расчеты проведены на основе данных 25 тыс. предприятий из 66 регионов РФ и 14 отраслевых групп в 2019–2020 годах (в выборку включались компании, публиковавшие финансовую отчетность за 2019–2020 годы, и регионы, в которых было не менее 30 предприятий из выборки). В результате было выявлено, что в 2020 году в России эластичность выпуска по капиталу существенно не изменилась, а по труду — выросла. Были подтверждены гипотезы о том, что в Москве и Санкт-Петербурге за счет перенасыщения трудовыми ресурсами эластичность выпуска по труду ниже, чем в других регионах, а в регионах с высокой эластичностью выпуска по капиталу — более низкая эластичность выпуска по труду. В восточных регионах страны, в Сибири и на Дальнем Востоке, в 2019–2020 годах наблюдалась более низкая эластичность выпуска по капиталу из-за недостаточно развитой транспортной и деловой инфраструктуры.

Ключевые слова: регионы России, эластичность выпуска, транслогарифмическая производственная функция, многоуровневое моделирование

JEL: R13, D24, L1, C51

Статья выполнена в рамках реализации стратегического проекта «Национальный центр научно-технологического и социально экономического прогнозирования» НИУ ВШЭ.

Автор выражает искреннюю признательность Галине Евгеньевне Бесстремянной и Ольге Анатольевне Демидовой за помощь в подготовке статьи и ценные замечания.

Regional Economy

Production Functions of Russian SMEs: Regional Aspects

Anastasia I. Sherubneva

ORCID: 0000-0003-4641-0665

Research Assistant, Senior Lecturer, HSE University,^a

e-mail: asherubneva@hse.ru

^a 11, Pokrovskiy bul., Moscow, 109028, Russian Federation

Abstract

Due to the unstable economic situation in Russia, it is imperative to identify the factors that determine the output of an enterprise (in particular, it is important for small and medium enterprises) and also to acknowledge that the parameters of the production function (i.e., return on factors of production, labor and capital) for Russian enterprises depend on the region. The scope of this study was limited to small and medium-sized Russian enterprises, and the parameters of the translog production function for them were arrived at using hierarchical models. The econometric calculations were based on data from 25,000 enterprises across 66 regions and 14 industrial groups from 2019 to 2020. (The sample consisted of companies that published financial statements for 2019 and 2020 in regions where at least 30 companies were also included.) The findings indicated that, in the first year of COVID-19 in Russia, the elasticity of output by capital did not change significantly, while the elasticity of labor increased. The hypothesis that labor elasticity of output is less in Moscow and St. Petersburg compared to other regions because those two cities have an oversupply of labor was confirmed. The related hypothesis that regions with high capital elasticity have less labor elasticity was also corroborated. In Russia's eastern regions, in Siberia and the Far East, capital output elasticity was less from 2019 to 2020 because transport and business infrastructure were relatively undeveloped.

Keywords: Russian regions, labor and capital elasticity of output, translog production function, multi-level modelling

JEL: R13, D24, L1, C51

Acknowledgements

This article was prepared as part of the HSE University strategic project under the heading “National Center of Science, Technology, and Socio-Economic Foresight.”

The author would like to express her sincere gratitude to professors Galina E. Besstremyannaya and Olga A. Demidova for their help in preparing this article and for their valuable comments.

Введение

В первой четверти XXI века Россия пережила несколько сильнейших потрясений: кризисы 2008, 2014, 2020 и 2022 годов. В условиях постоянно меняющейся среды при ограничении работы рыночных механизмов каждой компании необходимо разрабатывать индивидуальную стратегию развития с учетом влияния кризисов [Barinova et al., 2023].

Важная часть разработки стратегии работы предприятия — прогнозирование его финансовых показателей, в частности объема выпуска. С этой точки зрения необходимо проводить исследования на уровне отдельных компаний, чтобы изучить влияние кризисов на предприятия с различными характеристиками. Эти результаты смогут помочь понять, какие регионы России и группы предприятий являются наиболее уязвимыми, и в будущем прогнозировать финансовые показатели различных компаний как вне, так и во время кризиса.

В Едином плане по достижению национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года (документ от 2018 года¹) одной из национальных целей обозначено «внедрение цифровых технологий и платформенных решений... в том числе в интересах субъектов малого и среднего предпринимательства» (п. 6.6). В Едином плане по достижению национальных целей развития Российской Федерации до 2030 года и на перспективу до 2036 года (документ от 2024 года²) упоминаются «обеспечение в 2024–2030 годах реального роста дохода на одного работника субъекта малого и среднего предпринимательства в 1,2 раза выше, чем рост валового внутреннего продукта» (п. 5.5), и «увеличение к 2030 году выручки малых технологических компаний не менее чем в семь раз по сравнению с уровнем 2023 года» (п. 6.6).

Значимый фактор выживаемости и функционирования малых и средних предприятий (далее — МСП) — эффективность их работы (в том числе в нестабильной экономической ситуации), или, иными словами, выбор оптимальной производственной технологии (под производственной технологией в литературе традиционно понимается производственная функция, в частности отдача на факторы производства [Raval, 2019]).

За последние пять лет Россия столкнулась с двумя масштабными кризисами — 2020 и 2022 годов. И если последний, более актуальный, кризис 2022 года вследствие точечных санкций больше затронул крупные предприятия, то от пандемии COVID-19 сильнее

¹ <http://static.government.ru/media/files/j8IV1FkssLpUqI89JCXZ2mLiliLEn7H8.pdf>.

² <http://static.government.ru/media/files/ZsnFICpxWknEXeTfQdmcFHNei2FhcR0A.pdf>.

пострадали именно малые и средние предприятия, и поэтому в настоящей статье рассматривается кризис периода COVID-19.

Цель работы — оценка и сравнение отдачи на факторы производства российских МСП в разных регионах России. В более ранних исследованиях предприятий были выявлены существенные различия в отдаче на труд и на капитал между отраслями экономики как для зарубежных [Costantini, Paglialunga, 2014], так и для российских [Бессонова, 2007] предприятий. Однако производственные технологии зависят не только от отрасли: Россия крайне неоднородна как с природно-ресурсной, так и с социально-культурной точки зрения, каждый ее регион имеет производственную специфику, и поэтому видится необходимым учитывать не только отраслевые, но и региональные особенности при анализе производственной функции.

В настоящем исследовании с использованием моделей многоуровневого анализа из [Kahl, Hundt, 2015] впервые оценена производственная функция российских малых и средних предприятий. Такой инструментарий позволяет учесть региональные особенности при оценивании отдачи на факторы производства МСП [Земцов, Чернов, 2019]. В работе использована выборка из 25 тыс. предприятий из 66 регионов России в 2019–2020 годах.

Статья имеет следующую структуру. В первом разделе представлен обзор работ о производственных функциях российских предприятий (в частности, МСП) и об экономических особенностях регионов России. Во втором описаны выборка предприятий и используемая эконометрическая модель, в третьем приведены результаты оценки модели. В последнем разделе представлены общие выводы исследования.

1. От чего зависит производственная технология российских предприятий: обзор литературы

В мировой научной литературе существуют различные подходы к моделированию производственной функции предприятия. Базовой моделью считается производственная функция Кобба — Дугласа, в которой объем выпуска зависит от количества используемого труда и капитала с постоянной эластичностью по обоим факторам (см., например, [Costantini, Paglialunga, 2014]). Однако выпуск предприятия зависит от гораздо большего числа факторов. Например, в производственную функцию часто включают возраст предприятия [Coad et al., 2016; Müller, 1972], уровень его долговой нагрузки [Aivazian et al., 2005] и географическое расположение [Коломак, Шерубнёва, 2023].

Развитием подхода Кобба — Дугласа является транслогарифмическая производственная функция, которая имеет более гиб-

кую структуру и включает попарные произведения факторов [Christensen et al., 1973; Kim, 1992]:

$$\log(Y) = \log(\beta_0) + \sum_{k=1}^K \beta_k \log(X_k) + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^K \sum_{m=1}^K \beta_{nm} \log(X_n) \log(X_m), \quad (1)$$

где $k = 1, \dots, K$, X_k — количество фактора производства k , β_k — коэффициенты модели.

Именно это представление производственной функции стало традиционным инструментарием для оценивания выпуска российских предприятий [Бессонова, 2007; Besstremyannaya, Golovan, 2023].

Нужно отметить, что производственные функции российских предприятий изучены мало, а существующие исследования, как правило, являются локальными и сосредоточены на определенной отрасли или регионе. Например, в [Афанасьев, 2009] анализируются производственные функции газодобывающих предприятий Тюменской области, а в [Коломак, Шерубнёва, 2023] рассматриваются только предприятия Новосибирской области. При этом отдельных исследований производственной функции малых и средних предприятий России не проводилось.

Среди отечественных исследований промышленных предприятий России, в которых наиболее комплексно изучена отдача на факторы производства, можно выделить работы Евгении Владимировны Бессоновой. В [Бессонова, 2007] сделан вывод, что среди российских промышленных предприятий наибольшая отдача и на труд, и на капитал наблюдается в химической и металлургической отраслях, наименьшая отдача на труд — в легкой промышленности, на капитал — в лесной. В [Бессонова, 2010] исследуется рост совокупной производительности факторов в отраслевом разрезе и показано, что отдача на факторы производства зависит от того, является ли отрасль экспортно ориентированной: для экспортно ориентированных отраслей отдача на факторы производства не зависит от размера предприятия. Из этого следует, что вид производственной функции существенно различается по отраслям и что при исследовании отдачи на факторы производства необходимо учитывать особенности сферы деятельности предприятия.

Кроме того, отличительной особенностью российских предприятий является высокая степень их пространственной неоднородности; наблюдаются существенные экономические различия и на уровне субъектов РФ. В регионах России сложилась устоявшаяся структура специализации: в крупных агломерациях преобладают торговля и услуги, в соседних с ними регионах — обрабатывающие производства, в южной части страны — сельское хозяйство, на севере — добыча полезных ископаемых [Абашкин

и др., 2021; Земцов, Бабурин, 2019]. Традиционно лидерами по выпуску и доходам населения являются крупные агломерации и нефтедобывающие регионы, аутсайдерами — территории со специализацией на машиностроении и низкой плотностью населения, при этом благополучие региона напрямую связано с объемом направленных в него инвестиций [Зубаревич, 2014].

Кризисы 2014 и 2020 годов показали, что ущерб предприятий определялся не только их собственной специализацией, но и специализацией региона их расположения [Земцов и др., 2022; Зубаревич, 2021]. Это объясняется тем, что каждое отдельное предприятие не существует само по себе, а вписано в контекст реалий территории, где оно находится. Во-первых, даже в восточных регионах с «очаговой» структурой размещения и низкой плотностью бизнеса происходит взаимное влияние предприятий друг на друга [Sherubneva, 2024]. Во-вторых, в каждом регионе формируются определенная инфраструктура и институциональная среда, определяющие условия как для ведения бизнеса в целом (транспортная доступность и связь [Коломак, 2011], уровень преступности и политической нестабильности [Баранов и др., 2015]), так и для отдельных отраслей (например, для образовательных учреждений [Hall, Jones, 1999] и административного регулирования [Бессонова, Гончар, 2015]).

Таким образом, на вид производственной функции предприятия влияют не только его отраслевая принадлежность, индивидуальные характеристики и качество менеджмента [Besstremyannaya et al., 2022; Bloom, Van Reenen, 2007], но и регион, в котором оно находится.

В настоящей работе ставится задача оценки и сравнения эластичности выпуска по факторам производства в регионах России. Выдвигаются несколько гипотез — они перечислены ниже.

В крупнейших агломерациях России (Москве и Санкт-Петербурге) в течение многих лет наблюдаются перенаселение и перенасыщение трудовыми ресурсами, которые «вытягиваются» из близлежащих территорий [Зубаревич, 2014]. Согласно литературе по теории экономики труда, избыток трудовых ресурсов при относительно небольшом росте спроса на труд объясняется низкой эластичностью выпуска [Hijzen, Swaim, 2010]. Поэтому можно сформулировать *гипотезу 1*: эластичность выпуска по труду в агломерациях Москвы и Санкт-Петербурга в среднем ниже, чем в других регионах РФ.

Регионы России различаются по уровню инфраструктуры [Демидова, Камалова, 2021; Зубаревич, 2017], а исследования по институциональной экономике выявляют прямую зависимость между инфраструктурой и выпуском [Hall, Jones, 1999]. Применительно к России, кроме того, установлено, что инфраструктура взаимосвя-

зана с производством [Баранов и др., 2015]. Таким образом, можно выдвинуть *гипотезу 2*: в экономически развитых регионах с высоким валовым региональным продуктом (далее — ВРП) в среднем выше эластичность выпуска по труду и капиталу.

Как и в любой другой стране, в России существует региональная экономическая специализация [Земцов, Бабурин, 2019], в частности разделение на промышленные регионы и регионы, специализирующиеся в сфере услуг. Региональная специализация выражается в более эффективном использовании более важного фактора производства и менее эффективным — менее важного. Исходя из этого формулируется *гипотеза 3*: в регионах с высокой эластичностью выпуска по труду наблюдается более низкая эластичность по капиталу, и наоборот.

В период экономических кризисов не только снижаются доходы населения и спрос на товары и услуги [Земцов и др., 2022], но и падает эффективность рыночных механизмов [Morales, Andreosso-O'Callaghan, 2018], выражающаяся, в частности, в неоптимальном использовании факторов производства. В связи с этим выдвигается *гипотеза 4*: в периоды кризисов (в частности, COVID-19) за счет нерыночных ограничений и экономической нестабильности эффективность использования труда и капитала падает и, как следствие, снижается эластичность выпуска по труду и капиталу.

2. Данные и методология

Данные и переменные

Для проверки поставленных гипотез были использованы ежегодные данные финансовой отчетности российских малых и средних предприятий из базы СПАРК-Интерфакс³. Период наблюдения составил два года — 2019-й (до пандемии COVID-19) и 2020-й (острая фаза пандемии и связанного с ней экономического кризиса). В выборку для исследования вошли 25 479 предприятий из 66 регионов России⁴, опубликовавших финансовую отчетность за 2019 и 2020 годы (выборки предприятий для 2019 и 2020 годов одинаковы).

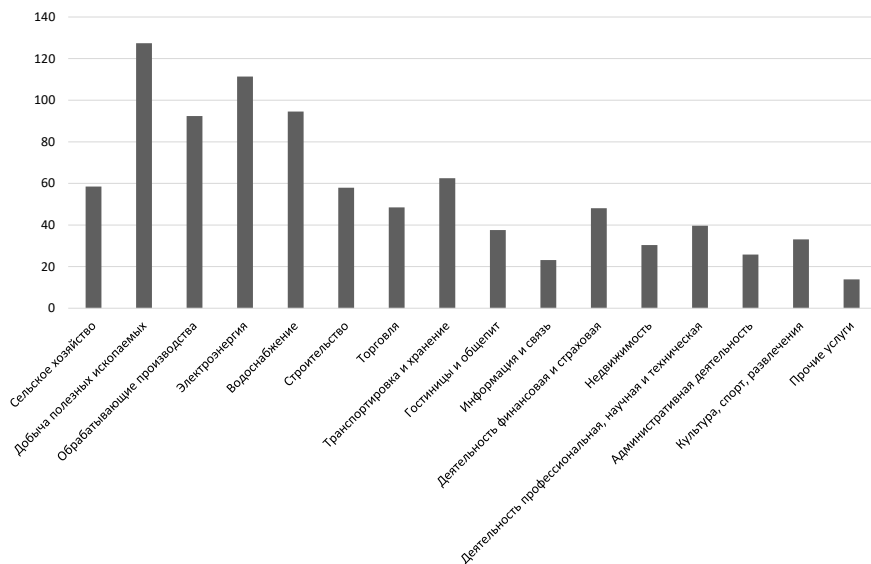
Отдача на факторы производства для российских предприятий оценивалась с помощью транслогарифмической производственной функции. Прокси объема выпуска выступила реальная выручка предприятия. В качестве факторов производства были использованы труд (годовой зарплатный фонд предприятия) и капитал

³ <https://spark-interfax.ru/>.

⁴ Из выборки были исключены регионы, в которых находилось менее 30 предприятий, опубликовавших всю необходимую отчетность за 2019 и 2020 годы, во избежание неустойчивых оценок.

(размер активов). Некоторые авторы также включают в производственную функцию в качестве отдельного фактора материалы [Tran et al., 2023], однако ввиду большого количества пропусков в базе СПАРК по показателям используемых в производстве материалов этот фактор не был включен в спецификацию модели.

Средняя выручка российских предприятий существенно различается между отраслевыми группами (рис. 1), поэтому в модель была включена отраслевая принадлежность в качестве одной из контрольных переменных предприятия. Для этого выделены 14 отраслей экономики⁵. Из выборки были исключены предприятия, специализирующиеся на медицинских услугах, образовании и государственном управлении, так как большинство из них являются государственными и работают в соответствии с планом, не ставя целью максимизировать финансовые показатели и эффективно использовать факторы производства.



Источник: данные СПАРК-Интерфакс.

Рис. 1. Средняя выручка малых и средних предприятий по отраслевым группам в сопоставимых ценах (млн руб.), 2019 год

Fig. 1. Average Revenue of SMEs by Industry Group at Constant 2019 Prices (RUB mln)

⁵ Классификация приведена в соответствии с группами ОКВЭД (по основной деятельности): сельское хозяйство; добыча полезных ископаемых; обрабатывающая промышленность; электричество; водоснабжение; строительство; торговля; транспортировка и хранение; гостиницы и общественное питание; информация и связь; финансовая и страховая деятельность; операции с недвижимостью; профессиональная, научная и техническая деятельность; административная деятельность; культура, спорт и развлечения; прочие услуги. Во время пандемии компании могли менять ОКВЭД основной деятельности для получения государственной помощи, и, чтобы избежать смещения, были использованы коды ОКВЭД, которые были у компаний до пандемии — в 2019 году.

В качестве контрольных переменных на уровне предприятия использованы его возраст и возраст в квадрате [Coad et al., 2016; Müller, 1972], отношение заемных средств к общей сумме активов как прокси долговой нагрузки [Aivazian et al., 2005] и расстояние до центра региональной столицы как показатель агломерационного эффекта — экономической выгоды от высокой плотности деловой активности и тесноты инфраструктурных связей между предприятиями [Коломак, Шерубнёва, 2023].

В модель также были включены контрольные переменные регионального уровня: инвестиции в научно-технологическое развитие (доля затрат на НИОКР от ВРП, на основе данных Росстата), уровень человеческого капитала (среднее число лет обучения занятых, на основе данных Росстата) и рыночный потенциал (сумма ВРП региона и ВРП соседних регионов и стран, деленная на расстояние до них, на основе данных Росстата и World Bank) [Земцов, Чернов, 2019]. Эти показатели отражают общий уровень развития региона, но при этом не учитывают особенности его специализации. В модель 2020 года дополнительно был включен кумулятивный индекс строгости карантинных ограничений, приведенный в работе [Общество и пандемия..., 2020].

При анализе финансовых показателей российских регионов за разные годы возникает проблема сопоставимости цен по двум причинам — из-за изменения цен во времени (инфляция) и различия в ценах между территориями: стоимость фиксированного набора потребительских товаров и услуг между самыми дешевыми и дорогими регионами для проживания в 2019 и 2020 годах различалась более чем в два раза. Все используемые финансовые показатели были скорректированы, во-первых, на стоимость потребительской корзины в регионах РФ⁶, во-вторых, на темпы инфляции. Таким образом, финансовые показатели в моделях рассмотрены в среднероссийских ценах 2019 года и являются сопоставимыми.

Детальное описание переменных представлено в табл. 1.

Методология: многоуровневые линейные модели

Можно заметить, что выпуск предприятий одной и той же отрасли существенно различается от региона к региону (рис. 2). Это может быть следствием, в частности, различий в отдаче на факторы производства, вызванных отраслевыми и институциональными особенностями региона.

⁶ В качестве стоимости потребительской корзины использована стоимость фиксированного набора потребительских товаров и услуг (ФНПТУ), рассчитанная Росстатом.

Т а б л и ц а 1

Переменные модели

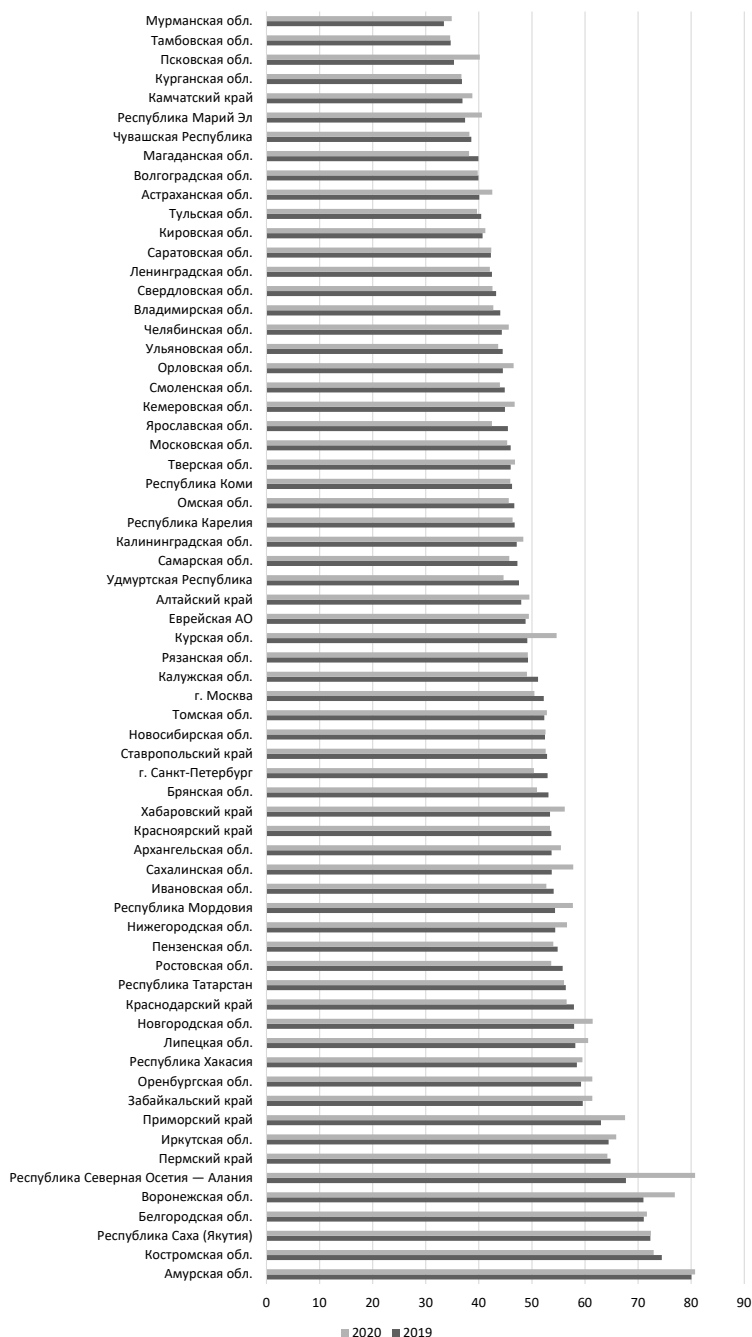
T a b l e 1

Model Variables

Переменная	Обозначение	Описание	Ожидаемое направление влияния
<i>Зависимая переменная</i>			
Выручка	<i>revenue</i>	Выручка МСП (руб., в среднероссийских ценах 2019 года)	
<i>Объясняющие переменные на уровне предприятия</i>			
Труд	<i>labor</i>	Годовой зарплатный фонд предприятия (руб.)	+
Капитал	<i>capital</i>	Активы предприятия в текущем году (руб.)	+
Отрасль	<i>industry</i>	Набор дамми-переменных для отраслевых групп (по ОКВЭД-2), референтная группа — сельское хозяйство ^а	+/-
Возраст	<i>age</i>	Возраст предприятия (годы)	+/-
Долговая нагрузка	<i>debt_ratio</i>	Отношение суммы краткосрочных и долгосрочных займов к активам предприятия	-
Агломерационный эффект	<i>center_dist</i>	Расстояние от локации предприятия до центра региональной столицы (км)	-
<i>Объясняющие переменные регионального уровня</i>			
Инвестиции в НИОКР	<i>inv_tech</i>	Отношение инвестиций в НИОКР к ВРП региона (%)	+
Человеческий капитал	<i>education</i>	Средняя длительность обучения занятых в регионе (годы)	+
Рыночный потенциал	<i>market</i>	Сумма ВРП региона и ВРП соседних регионов и стран, деленная на расстояние до них (млн долл.)	+
Строгость карантинных ограничений (только для 2020 года)	<i>quarantine</i>	Кумулятивный индекс строгости карантинных ограничений в регионе: запреты на перемещение, ограничение транспорта, режим самоизоляции, система электронных пропусков, обязательное ношение масок и перчаток, размер штрафов за нарушение ограничений [Общество и пандемия..., 2020]	-

^а В качестве референтной отраслевой группы было выбрано сельское хозяйство, так как эта отрасль была наименее подвержена последствиям пандемии COVID-19 и соответствующих карантинных ограничений, а также является достаточно устойчивой к изменению потребительского поведения и к таким макроэкономическим шокам, как, например, изменение мировых цен на полезные ископаемые.

Источник: составлено автором.



Источник: данные СПАРК-Интерфакс.

Рис. 2. Средняя годовая выручка торговых МСП по регионам России (млн руб.), 2019 и 2020 годы

Fig. 2. Average Annual Revenue of Russian Retail SMEs by Region (RUB mln), 2019–2020

Для того чтобы сравнить эластичность выпуска по труду и капиталу между регионами России, были задействованы многоуровневые линейные модели (Multilevel Linear Models). В работе [Goldschmidt et al., 2011] многоуровневые модели использовались для исследования производительности предприятий из разных стран, в [Kahl, Hundt, 2015] изучался рост занятости в биотехнологической отрасли для регионов Германии; для предприятий в российских регионах многоуровневые модели применялись в [Земцов, Чернов, 2019]. Многоуровневые линейные модели позволяют работать с выборкой, которая состоит из наблюдений, принадлежащих к разным классам (например, в качестве наблюдения может выступать предприятие, а в качестве класса — регион). Коэффициенты многоуровневой модели включают фиксированную компоненту, одинаковую для всей выборки, и случайную компоненту, зависящую от класса, к которому принадлежит наблюдение [Raudenbush, Bryk, 2002].

Следуя подходу, представленному в [Земцов, Чернов, 2019], в качестве класса в настоящей работе рассматривается регион и эластичность выпуска по факторам производства зависит от региональных параметров, которые могут носить случайный характер.

Многоуровневый анализ, примененный в работе, помогает решить следующие задачи. Во-первых, становится возможным сравнить эластичность по труду и капиталу для предприятий из разных регионов России с учетом как индивидуальных, так и региональных особенностей. Во-вторых, многоуровневые модели позволяют корректно учитывать и индивидуальные, и региональные объясняющие факторы, которые могут быть скоррелированы друг с другом [Нох, Van de Schoot, 2017].

Спецификация модели

В работе оцениваются отдельные модели для 2019 и 2020 годов. Модель для 2019 года выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} \log(\text{revenue}_{ij}) = & \beta_{0j} + \beta_{1j}\log(\text{capital}_{ij}) + \beta_{2j}\log(\text{labor}_{ij}) + \\ & + \frac{1}{2}\beta_{3j}\log^2\text{capital}_{ij} + \frac{1}{2}\beta_{4j}\log^2\text{labor}_{ij} + \frac{1}{2}\beta_{5j}\log(\text{capital}_{ij})\log(\text{labor}_{ij}) + \\ & + \beta_{6j}(\text{age}_{ij}/10) + \beta_{7j}(\text{age}_{ij}^2/100) + \beta_{8j}\text{debt_ratio}_{ij} + \\ & + \beta_{9j}\log(\text{center_dist}_{ij}) + \sum_{b=1}^{15}(\tau_b \text{industry}_{bij}) + \gamma_1 \text{inv_tech}_j + \\ & + \gamma_2 \text{education}_j + \gamma_3 \text{market}_j + \varepsilon_{ij}, \end{aligned} \quad (2)$$

где i — индекс предприятия, j — индекс региона, revenue — выручка предприятия, capital — размер активов, labor — годовой фонд оплаты труда предприятия, age — возраст предприятия, debt_ratio — отношение долга к активам, center_dist — расстояние до центра реги-

ональной столицы, $industry_b$ — дамми-переменная принадлежности предприятия к отрасли b ; региональные переменные: inv_tech — доля инвестиций в НИОКР в ВРП, $education$ — среднее число лет обучения занятых, $market$ — рыночный потенциал, ε_{ij} — стохастическая ошибка.

Здесь β_{1j} и β_{2j} — отдача на капитал и труд соответственно. При этом

$$\beta_{kj} = \Theta_{k0} + u_{kj},$$

(3)

где k — номер коэффициента, u_{kj} — случайный эффект для региона. Модель для 2020 года имеет аналогичный вид, но с добавлением еще одной региональной объясняющей переменной — кумулятивного индекса строгости карантинных ограничений $quarantine_j$.

Приводимые далее уравнения (4) и (5) позволяют получить эластичность выпуска предприятия по труду и капиталу из модели (2):

$$\frac{\partial \log(revenue_{ij})}{\partial \log(labor_{ij})} = \beta_{1j} + \beta_{3j} \log(capital_{ij}) + \frac{1}{2} \beta_{5j} \log(labor_{ij}),$$

(4)

$$\frac{\partial \log(revenue_{ij})}{\partial \log(labor_{ij})} = \beta_{2j} + \beta_{4j} \log(labor_{ij}) + \frac{1}{2} \beta_{5j} \log(capital_{ij}).$$

(5)

3. Результаты

Результаты оценки моделей для 2019 и 2020 годов представлены в табл. 2. Из нее видно, что контрольные региональные переменные — инвестиции в НИОКР, уровень образования занятых, рыночный потенциал — оказались не значимы, что совпадает с выводами работы [Земцов, Чернов, 2019].

Т а б л и ц а 2

Результаты оценки многоуровневых линейных моделей

T a b l e 2

Multilevel Linear Models (MLM) Values			
Группа переменных	Переменная	2019	2020
<i>intercept</i>		4,076 (0,433)	3,343 (0,183)
Факторы производства	<i>capital</i>	0,8169 (20,51)***	0,727 (20,364)***
	<i>labor</i>	0,1817 (4,079)***	0,4228 (9,724)***
	<i>capital</i> ²	−0,001778 (−1,294)	0,002849 (2,037)*
	<i>labour</i> ²	0,02499 (15,211)***	0,02097 (12,074)***
	<i>capital</i> × <i>labor</i>	−0,02583 (−10,813)***	−0,03057 (−12,112)***

О к о н ч а н и е т а б л и ц ы 2

Группа переменных	Переменная	2019	2020
Дамми отраслевых групп	<i>mining</i>	0,04459 (0,119)	-0,8436 (-2,197)*
	<i>manufacturing</i>	0,2347 (0,845)	0,2794 (0,979)
	<i>electricity, gas and steam</i>	-0,1532 (-0,403)	-0,0281 (-0,072)
	<i>water supply</i>	-0,0279 (-0,072)	-0,2926 (-0,734)
	<i>construction</i>	0,131 (0,496)	0,1289 (0,475)
	<i>wholesale and retail trade</i>	0,6997 (2,649)**	0,7317 (2,695)**
	<i>transport and storage</i>	0,2349 (0,887)	0,1684 (0,619)
	<i>hotels and catering</i>	0,2348 (0,882)	0,009424 (0,034)
	<i>information and communication</i>	-0,157 (-0,395)	-0,4405 (-1,078)
	<i>finance and insurance</i>	-1,578 (-3,739)***	-1,293 (-2,981)**
	<i>real estate transactions</i>	-0,3028 (-1,147)	-0,2542 (-0,937)
	<i>professional, scientific and technical services</i>	-0,3601 (-1,361)	-0,3041 (-1,118)
	<i>administrative services</i>	0,05566 (0,202)	-0,5654 (-1,997)*
Возраст	<i>age / 10</i>	-0,4353 (-14,258)***	-0,4292 (-13,067)***
	<i>age² / 100</i>	0,05085 (4,857)***	0,04627 (4,294)***
Долговая нагрузка	<i>debt_ratio / 1000</i>	-0,01153 (-0,126)	-0,00286 (-0,938)
Агломерационный эффект	<i>center_dist / 100</i>	-0,03323 (-2,564)**	-0,02554 (-2,719)**
Контрольные региональные переменные	<i>market</i>	0,06488 (0,477)	-0,0232 (-0,088)
	<i>education</i>	-0,1452 (-0,203)	-0,1574 (-0,115)
	<i>inv_tech</i>	-0,2319 (-1,092)	-0,2329 (-0,547)
	<i>quarantine</i>		0,01915 (0,069)
<i>Marginal R²</i>		0,716	0,721
<i>Conditional R²</i>		0,751	0,744
Число наблюдений		25 479	25 479

Примечания: 1. *Marginal R²* учитывает долю дисперсии, объясняемую только фиксированными (индивидуальными) эффектами [Raudenbush, Bryk, 2002]. *Conditional R²* учитывает долю дисперсии, объясняемую как фиксированными, так и случайными (региональными) эффектами [Raudenbush, Bryk, 2002]. 2. В скобках после коэффициентов приведены z-statistics; значимость: * — менее 0,05, ** — менее 0,01, *** — менее 0,001.

Источник: составлено автором.

Отсутствие статистически значимого влияния региональных факторов на выручку может быть объяснено, помимо отсутствия качественных данных об инновационной инфраструктуре, смещением выборки и несовпадением мест регистрации и нахождения предприятия [Земцов, Чернов, 2019], а также сильной внутрирегиональной дифференциацией предприятий.

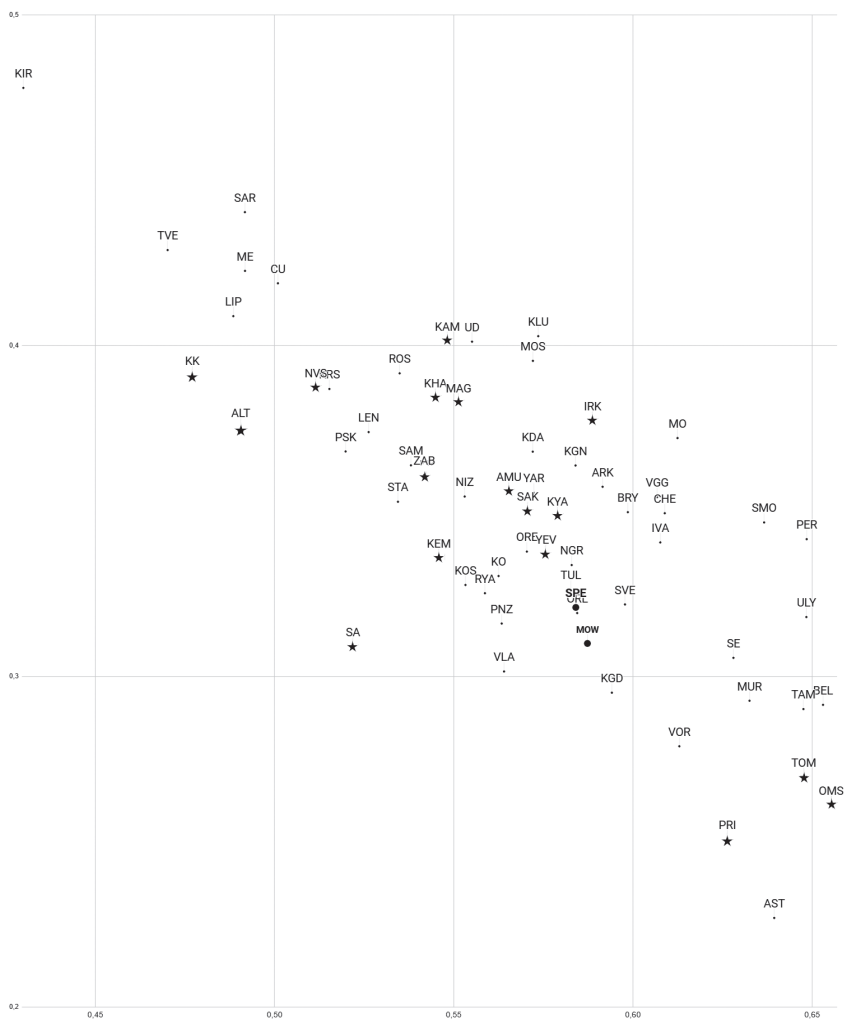
Возраст предприятия влиял на выручку нелинейно как до, так и во время кризиса: и в 2019, и в 2020 году минимум выручки приходился на компании возрастом около четырех лет. Это может быть следствием того, что, по статистике, около 90% малых предприятий в России не доживают до пяти лет, за рубежом — до 50% [Шепеленко, Чернышева, 2019], и возраст три — пять лет становится переходным, когда предприятие или закрывается, или, наоборот, расширяется и реформируется. Рост долговой нагрузки не влиял на размер выручки ни до, ни во время кризиса. Отдаление от центра региональной столицы на 100 км приводило к снижению выручки на 3,3% в 2019 году и на 2,5% — в 2020-м. Во время пандемии многие бизнес-процессы перешли в онлайн, что повлекло за собой сокращение офлайн-взаимодействия и, как следствие, небольшое снижение влияния расположения предприятия. При этом строгость карантинных ограничений в 2020 году не оказывала значимого влияния на выручку предприятия.

Контрольные дамми-переменные для отраслевых групп (то есть то, насколько выпуск предприятий той или иной отраслевой группы отличался от показателей референтной группы при прочих равных условиях) были значимы для пяти отраслевых групп из тринадцати нереферентных. Эти дамми-переменные включают как различия в общей факторной производительности, так и отраслевые особенности и рыночные процессы, поэтому нельзя дать однозначную интерпретацию этих коэффициентов.

Рассмотрим эластичность выпуска по факторам производства (уравнения (6) и (7)) в регионах России. Медианная эластичность выпуска по труду и капиталу в России в 2019 году составила 0,35 и 0,57 соответственно, в 2020-м — 0,48 по труду и 0,53 по капиталу. В среднем по стране в период COVID-19 эластичность по капиталу мало изменилась, а по труду — существенно выросла, что могло быть связано с карантинными ограничениями на предприятиях и, как следствие, дефицитом трудовых ресурсов.

На рис. 3 и 4 показаны эластичности выпуска по труду и капиталу в регионах России. На них видно, что, если сравнивать эластичность факторов производства в регионах с медианным значением по России, можно условно выделить четыре группы регионов:

- 1) высокая эластичность и по труду, и по капиталу: крупные нестоличные регионы с высокой численностью населения и ВРП, центры производственных и технологических кластеров;
- 2) высокая эластичность по капиталу и низкая по труду: столичные регионы (Москва и Санкт-Петербург) и регионы со специализацией на сфере услуг;



Примечания: 1. Жирные линии показывают медианные эластичности выпуска по труду и капиталу в регионах России. 2. Звездочками обозначены восточные регионы. 3. Коды ISO регионов см. в приложении.

Источник: построено автором.

Рис. 3. Эластичность выпуска по труду (ось ординат) и капиталу (ось абсцисс) в регионах России, 2019 год

Fig. 3. Elasticity of Output by Labor (y-axis) and Capital (x-axis) in Russian Regions, 2019

в 2019 году наблюдалась выраженная отрицательная зависимость между отдачей на труд и на капитал, то в 2020-м она стала менее явной. Также в 2020 году наблюдалось выравнивание показателей регионов относительно медианных, а в столичных регионах отдача на капитал снизилась.

В табл. 3 приведены коэффициенты корреляции региональных эластичностей выпуска по труду и капиталу между собой и с ВРП региона. И в 2019, и в 2020 году корреляция между эластичностями по труду и капиталу была статистически значимой и отрицательной: у регионов с высокой эластичностью по капиталу наблюдалась низкая эластичность по труду, и наоборот. Однако в 2020 году этот эффект стал слабее.

Т а б л и ц а 3

Коэффициенты корреляции Пирсона для эластичностей выпуска по труду и капиталу

T a b l e 3

Pearson Correlation Coefficients for Output Elasticity by Labor and Capital

Показатель	2019	2020
Корреляция между эластичностями выпуска по труду и капиталу	-0,766 (-9,53)***	-0,348 (-2,97)**
Корреляция между ВРП региона (млн долл.) и эластичностью выпуска по капиталу	0,076 (0,610)	-0,099 (-0,80)
Корреляция между ВРП региона (млн долл.) и эластичностью выпуска по труду	-0,089 (-0,71)	0,080 (0,64)

Примечание. В скобках после коэффициентов приведены t-statistics; значимость: * — менее 0,05, ** — менее 0,01, *** — менее 0,001.

Источник: составлено автором.

ВРП региона в 2019 и 2020 годах не коррелировал с эластичностями выпуска по труду и капиталу — иными словами, гипотеза об устойчивой связи между масштабом экономики региона и эффективностью использования труда и капитала в нем не была подтверждена.

4. Обсуждение результатов и выводы

На основе данных 25 тыс. предприятий из 66 субъектов РФ было проанализировано влияние различных переменных на выпуск, а также получены эластичности выпуска по труду и капиталу в разных регионах России.

Выдвинутые гипотезы о более низкой эластичности выпуска по труду в столичных регионах (гипотеза 1) и обратной зависимости между эластичностями труда и капитала в регионах (гипотеза 3) полностью подтвердились. Эластичность по труду в Москве и

Санкт-Петербурге ниже медианной по России из-за переизбытка в обеих столицах трудовых ресурсов. И в 2019, и в 2020 году в российских регионах наблюдалась обратная зависимость между эластичностью выпуска по труду и капиталу, что может быть связано с межрегиональным разделением труда на промышленное производство и услуги. В 2020 году (начало пандемии COVID-19) эта зависимость стала слабее, что объясняется общей неопределенностью в экономике и изменениями, связанными с пандемией.

Гипотеза 2 о положительной зависимости между ВРП региона и эластичностью выпуска по факторам производства в нем не подтвердилась: отдачи на труд и капитал в регионах России не показали значимой корреляции с ВРП. Гипотеза 4, заключающаяся в том, что во время острой фазы кризиса COVID-19 эластичность выпуска по труду и по капиталу снизилась, была опровергнута: в 2020 году эластичность по факторам производства не упала, при этом из-за усложнения трудовой деятельности, связанного с пандемией [Carvalho et al., 2022], эластичность выпуска по труду существенно выросла.

Что касается влияния контрольных переменных предприятия на выпуск, то в работе [Rutskiy et al., 2020] авторы исследуют быстрорастущие российские компании и приходят к выводу, что выпуск увеличивается с возрастом предприятия. В настоящей работе в модель включалась квадратичная функция от возраста, и на широкой выборке российских предприятий было показано, что зависимость выпуска от возраста нелинейна: до переходного возраста в четыре года выпуск может снижаться, а после четырех лет — растет. Агломерационный эффект регионального центра в среднем увеличивает выручку предприятий, при том что его влияние на доходы муниципалитетов негативно [Kolomak, Sherubneva, 2023].

Хотя Правительство РФ определяет в качестве приоритетных задач, с одной стороны, инновации и технологическое развитие российского бизнеса⁷, а с другой — развитие территорий Сибири, Дальнего Востока и Арктики⁸, региональный анализ показал, что в восточной части страны наблюдается меньшая эластичность выпуска по капиталу, то есть уровень технологического развития в этих регионах ниже, чем в центральной России и на юге.

Полученные результаты могут помочь в решении задачи прогнозирования финансовых показателей российских предприятий малого и среднего бизнеса с учетом региональных и отраслевых факторов. Одной из особенностей МСП является то, что часто это только начинающие деятельность молодые компании, не имеющие своей финансовой истории, по которой можно было бы

⁷ https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_447895/.

⁸ https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_162190/.

предсказать их будущую выручку. Построенные в настоящей работе модели помогают решить эту задачу на основе опыта схожих предприятий. Однако ограничения исследования, связанные с использованием данных за короткий временной период (два года), не позволяют делать масштабные выводы о российских МСП и экстраполировать их на длительную перспективу.

Кризис, связанный с пандемией COVID-19, не стал последним в 2020-х годах. В условиях атипичного кризиса, в котором экономика России пребывает с 2022 года, каждый день ставит перед страной новые вызовы, и вопрос финансового прогнозирования в условиях неопределенности не теряет своей актуальности.

Приложение

Коды ISO для субъектов РФ

Appendix

ISO Codes for the Regions of Russia

Название субъекта РФ	Код ISO
Белгородская область	BEL
Брянская область	BRY
Владимирская область	VLA
Воронежская область	VOR
Ивановская область	IVA
Калужская область	KLU
Костромская область	KOS
Курская область	KRS
Липецкая область	LIP
Московская область	MOS
Орловская область	ORL
Рязанская область	RYA
Смоленская область	SMO
Тамбовская область	TAM
Тверская область	TVE
Тульская область	TUL
Ярославская область	YAR
г. Москва	MOW
Республика Карелия	KR
Республика Коми	KO
Архангельская область	ARK
Калининградская область	KGD
Ленинградская область	LEN
Мурманская область	MUR
Новгородская область	NGR
Псковская область	PSK
г. Санкт-Петербург	SPE
Краснодарский край	KDA
Астраханская область	AST

О к о н ч а н и е п р и л о ж е н и я

Название субъекта РФ	Код ISO
Волгоградская область	VGG
Ростовская область	ROS
Республика Северная Осетия — Алания	SE
Ставропольский край	STA
Республика Марий Эл	ME
Республика Мордовия	MO
Республика Татарстан	TA
Удмуртская Республика	UD
Чувашская Республика	CU
Пермский край	PER
Кировская область	KIR
Нижегородская область	NIZ
Оренбургская область	ORE
Пензенская область	PNZ
Самарская область	SAM
Саратовская область	SAR
Ульяновская область	ULY
Курганская область	KGN
Свердловская область	SVE
Челябинская область	CHE
Республика Хакасия	KK
Алтайский край	ALT
Красноярский край	KYA
Иркутская область	IRK
Кемеровская область	KEM
Новосибирская область	NVS
Омская область	OMS
Томская область	TOM
Республика Саха (Якутия)	SA
Забайкальский край	ZAB
Камчатский край	KAM
Приморский край	PRI
Хабаровский край	KHA
Амурская область	AMU
Магаданская область	MAG
Сахалинская область	SAK
Еврейская автономная область	YEV

Примечание. Субъекты РФ сгруппированы по федеральным округам.

Источник: составлено автором по: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:code:3166:RU>.

Литература

1. Абашкин В. Л., Гохберг Л. М., Ефеткин Я. Ю., Иванова Е. А., Куценко Е. С., Нечаева Е. Г., Тюрчев К. С. Атлас экономической специализации регионов России. М.: Изд-во НИУ ВШЭ, 2021. DOI: 10.17323/978-5-7598-2379-7.

2. *Афанасьев А. А.* Производственные функции газодобывающей промышленности Тюменской области и дочерних обществ ОАО «Газпром» в 1993–2007 годах // *Экономика и математические методы*. 2009. Т. 45. № 2. С. 37–53.
3. *Баранов А., Малков Е., Полищук Л., Рохлиц М., Сюняев Г.* Измерение институтов в российских регионах: методология, источники данных, анализ // *Вопросы экономики*. 2015. Т. 2. С. 69–103. DOI: 10.32609/0042-8736-2015-2-69-103.
4. *Бессонова Е. В.* Влияние внутренней конкуренции и иностранных инвестиций на эффективность российских промышленных предприятий // *Прикладная эконометрика*. 2010. № 1(17). С. 106–127.
5. *Бессонова Е. В.* Оценка эффективности производства российских промышленных предприятий // *Прикладная эконометрика*. 2007. № 2(6). С. 13–35.
6. *Бессонова Е. В., Гончар К. Р.* Институциональные факторы решений иностранных инвесторов о структуре новых инвестиций // *Материалы XVI Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества*. Москва, 7–10 апреля 2015 г.: в 4 кн. М.: Изд. дом НИУ ВШЭ, 2016. Кн. 2. С. 540–548.
7. *Демидова О. А., Камалова Э.* Пространственно-эконометрическое моделирование экономического роста российских регионов: имеют ли значение институты? // *Экономическая политика*. 2021. Т. 16. № 2. С. 34–59. DOI: 10.18288/1994-5124-2021-2-34-59.
8. *Земцов С. П., Бабурин В. Л.* Предпринимательские экосистемы в регионах России // *Региональные исследования*. 2019. № 2. С. 4–14. DOI: 10.5922/1994-5280-2019-2-1.
9. *Земцов С. П., Михайлов А. А., Царева Ю. В.* Развитие предпринимательства в регионах России: тенденции и факторы в докризисный и кризисный периоды // *Региональная экономика и региональная политика*. М.: Леонтьевский центр, 2022.
10. *Земцов С. П., Чернов А. В.* Какие высокотехнологичные компании в России растут быстрее и почему // *Журнал Новой экономической ассоциации*. 2019. Т. 41. № 1. С. 68–99. DOI: 10.31737/2221-2264-2019-41-1-3.
11. *Зубаревич Н. В.* Развитие российского пространства: барьеры и возможности региональной политики // *Мир новой экономики*. 2017. № 2. С. 46–57.
12. *Зубаревич Н. В.* Региональное развитие и региональная политика в России // *Всероссийский экономический журнал ЭКО*. 2014. № 4(478). С. 7–27.
13. *Зубаревич Н. В.* Регионы России в период пандемии: социально-экономическая динамика и доходы бюджетов // *Журнал Новой экономической ассоциации*. 2021. № 3(51). С. 208–218.
14. *Коломак Е. А.* Эффективность инфраструктурного капитала в России // *Журнал новой экономической ассоциации*. 2011. Т. 10. № 10. С. 74–92.
15. *Коломак Е. А., Шерубнёва А. И.* Оценка влияния агломерационных факторов на экономическую активность (микроэкономический анализ) // *Экономика региона*. 2023. Т. 19. № 3. С. 766–781. DOI: 0.17059/ekon.reg.2023-3-12.
16. *Общество и пандемия: опыт и уроки борьбы с COVID-19 в России* / под ред. В. А. Мау. М.: Дело, 2020.
17. *Шепеленко Г. И., Чернышева Ю. Г.* Малый бизнес: факторы успеха // *Учет и статистика*. 2019. Т. 56. № 4. С. 90–96.
18. *Aivazian V. A., Ge Y., Qiu J.* The Impact of Leverage on Firm Investment: Canadian Evidence // *Journal of Corporate Finance*. 2005. Vol. 11. No 1–2. P. 277–291.
19. *Alshater M. M., Atayah O. F., Khan A.* What Do We Know About Business and Economics Research During COVID-19: A Bibliometric Review // *Economic Research*. 2022. Vol. 35. No 1. P. 1884–1912. DOI: 10.1080/1331677X.2021.1927786.
20. *Barinova V., Zemtsov S., Demidova K., Levakov P.* Business Activity of Small and Medium-Sized Enterprises in Russia in the Context of Sanctions. In: *Russian Economy in 2022. Trends and Outlooks*. Moscow: Gaidar Institute Press, 2023. P. 225–237.
21. *Besstremyannaya G., Dasher R., Golovan S.* Quantifying Heterogeneity in the Relationship Between R&D Intensity and Growth at Innovative Japanese Firms: A Quantile Regression Approach // *Applied Econometrics*. 2022. Vol. 67. No 1. P. 27–45.

22. *Besstremyannaya G., Golovan S.* Measuring Heterogeneity in Hospital Productivity: A Quantile Regression Approach // *Journal of Productivity Analysis*. 2023. Vol. 59. No 1. P. 15–43. DOI: 10.1007/s11123-022-00650-3.
23. *Bloom N., Van Reenen J.* Measuring and Explaining Management Practices Across Firms and Countries // *The Quarterly Journal of Economics*. 2007. Vol. 122. No 4. P. 1351–1408.
24. *Carvalho M., Hagerman A. D., Whitacre B.* Telework and Covid-19 Resiliency in the Southeastern United States // *Journal of Regional Analysis and Policy*. 2022. Vol. 52. No 1. P. 19–34. DOI: 10.22004/ag.econ.339958.
25. *Christensen L. R., Jorgenson D. W., Lau L. J.* Transcendental Logarithmic Production Frontiers // *The Review of Economics and Statistics*. 1973. Vol. 55. No 1. P. 28–45.
26. *Coad A., Segarra A., Teruel M.* Innovation and Firm Growth: Does Firm Age Play a Role? // *Research Policy*. 2016. Vol. 45. No 2. P. 387–400.
27. *Costantini V., Pagliarunga E.* Elasticity of Substitution in Capital — Energy Relationships: How Central Is a Sector-Based Panel Estimation Approach? SEEDS WP. 2014. No 13. P. 52–80.
28. *Goldschmidt R. G. B., Brito L. A. L., De Vasconcelos F. C.* Country Effect on Firm Performance: A Multilevel Approach // *Journal of Business Research*. 2011. Vol. 64. No 3. P. 273–279. DOI: 10.1016/j.jbusres.2009.11.012.
29. *Hall R. E., Jones C. I.* Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Others? // *The Quarterly Journal of Economics*. 1999. Vol. 114. No 1. P. 83–116.
30. *Hijzen A., Swaim P.* Offshoring, Labour Market Institutions and the Elasticity of Labour Demand // *European Economic Review*. 2010. Vol. 54. No 8. P. 1016–1034.
31. *Hox J., Moerbeek M., Van de Schoot R.* Multilevel Analysis: Techniques and Applications. Oxfordshire: Routledge, 2017.
32. *Kahl J., Hundt C.* Employment Performance in Times of Crisis: A Multilevel Analysis of Economic Resilience in the German Biotechnology Industry // *Competitiveness Review*. 2015. Vol. 25. No 4. P. 371–391. DOI: 10.1108/CR-12-2014-0038.
33. *Kim H. Y.* The Translog Production Function and Variable Returns to Scale // *The Review of Economics and Statistics*. 1992. Vol. 74. No 3. P. 546–552.
34. *Kolomak E. A., Sherubneva A. I.* Spatial Structure and Factors of Economic Development of Asian Russia // *Regional Research of Russia*. 2023. Vol. 13. No 3. P. 375–385. DOI: 10.1134/S2079970523700831.
35. *Morales L., Andreosso-O'Callaghan B.* Understanding Market Inefficiency in the East Asian Region During Times of Crisis // *Journal of Southeast Asian Economies*. 2018. Vol. 35. No 3. P. 449–469.
36. *Müller D. C.* A Life Cycle Theory of the Firm // *The Journal of Industrial Economics*. 1972. Vol. 20. No 3. P. 199–219.
37. *Raudenbush S. W., Bryk A. S.* Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods. Newbury Park, CA: Sage, 2002.
38. *Raval D. R.* The Micro Elasticity of Substitution and Non-Neutral Technology // *The RAND Journal of Economics*. 2019. Vol. 50. No 1. P. 147–167.
39. *Rutskiy V., Solodova M., Tsarev R., Yarygina I., Derindag O. F.* Fast-Growing Firms — “Gazelles” in Modern Russia: An Empirical Study of Growth Factors // *Software Engineering Perspectives in Intelligent Systems* / ed. by R. Silhavy, P. Silhavy, Z. Prokopova. Cham: Springer, 2020.
40. *Sherubneva A.* Impact of COVID-19 on the Efficiency of Business in Southern Siberian Regions: Spatial and Sectoral Aspects // *Regional Science: Policy & Practice*. 2024. Vol. 16. No 7. P. 1–11. DOI: 10.1016/j.rssp.2024.100065.
41. *Tran K. C., Tsionas M. G., Prokhorov A. B.* Semiparametric Estimation of Spatial Autoregressive Smooth-Coefficient Panel Stochastic Frontier Models // *European Journal of Operational Research*. 2023. Vol. 304. No 3. P. 1189–1199. DOI: 10.1016/j.ejor.2022.04.039.

References

1. Abashkin V., Gokhberg L., Eferin Ya., Ivanova E., Kutsenko E., Nechaeva E., Tyurchev K. Atlas ekonomicheskoy spetsializatsii regionov Rossii [Atlas of Economic Specialization of Russian Regions]. Moscow, HSE, 2021. DOI: 10.17323/978-5-7598-2379-7. (In Russ.)
2. Afanasiev A. A. Proizvodstvennye funktsii gazodobyvayushchey promyshlennosti Tyumenskoy oblasti i dochernikh obshchestv OAO "Gazprom" v 1993-2007 godakh [Production Functions of the Gas Production Industry of the Tyumen Oblast and OAO Gazprom Subsidiaries in 1993-2007]. *Ekonomika i matematicheskie metody [Economics and Mathematical Methods]*, 2009, vol. 45, no. 2, pp. 37-53. (In Russ.)
3. Baranov A., Malkov E., Polishchuk E., Rokhlits M., Syunyaev G. Izmerenie institutov v rossiyskikh regionakh: metodologiya, istochniki dannykh, analiz [Measuring Institutions in Russian Regions: Methodology, Sources of Data, Analysis]. *Voprosy ekonomiki*, 2015, vol. 2, pp. 69-103. DOI: 10.32609/0042-8736-2015-2-69-103. (In Russ.)
4. Bessonova E. V. Vliyanie vnutrenney konkurentsii i inostrannykh investitsiy na effektivnost' rossiyskikh promyshlennykh predpriyatiy [Impact of Domestic Competition and Foreign Investment on the Efficiency of Russian Industrial Enterprises]. *Prikladnaya ekonometrika [Applied Econometrics]*, 2010, no. 1(17), pp. 106-127. (In Russ.)
5. Bessonova E. V. Otsenka effektivnosti proizvodstva rossiyskikh promyshlennykh predpriyatiy [Assessment of Production Efficiency of Russian Industrial Enterprises]. *Prikladnaya ekonometrika [Applied Econometrics]*, 2007, no. 2(6), pp. 13-35. (In Russ.)
6. Bessonova E. V., Gonchar K. R. Institutsional'nye faktory resheniy inostrannykh investorov o strukture novykh investitsiy [Institutional Factors of Foreign Investors' Decisions on the Structure of New Investments]. In: *Materialy XVI Aprel'skoy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva [XVI April International Scientific Conference on Problems of Economic and Social Development]*, Moscow, 7-10 April 2015. Moscow, HSE, 2016. (In Russ.)
7. Demidova O. A., Kamalova E. Prostranstvenno-ekonometricheskoe modelirovanie ekonomicheskogo rosta rossiyskikh regionov: imeyut li znachenie instituty? [Spatial Econometric Modeling of Economic Growth in Russian Regions: Do Institutions Matter?]. *Ekonomicheskaya politika [Economic Policy]*, 2021, vol. 16, no. 2, pp. 34-59. DOI: 10.18288/1994-5124-2021-2-34-59. (In Russ.)
8. Zemtsov S. P., Baburin V. L. Predprinimatel'skie ekosistemy v regionakh Rossii [Entrepreneurial Ecosystems in Russian Regions]. *Regional'nye issledovaniya [Regional Studies]*, 2019, no. 2, pp. 4-14. DOI: 10.5922/1994-5280-2019-2-1. (In Russ.)
9. Zemtsov S. P., Mikhailov A. A., Tsareva Yu. V. Razvitie predprinimatel'stva v regionakh Rossii: tendentsii i faktory v dokrizisnyy i krizisnyy periody [Entrepreneurship Development in Russian Regions: Trends and Factors in the Pre-Crisis and Crisis Periods]. In: *Regional'naya ekonomika i regional'naya politika [Regional Economy and Regional Policy]*. Moscow, Leontief Centre, 2022. (In Russ.)
10. Zemtsov S. P., Chernov A. V. Kakie vysokotekhnologichnye kompanii v Rossii rastut bystree i pochemu [What High-Tech Companies in Russia Grow Faster and Why?]. *Zhurnal Novoy ekonomicheskoy assotsiatsii [Journal of the New Economic Association]*, 2019, vol. 41, no. 1, pp. 68-99. DOI: 10.31737/2221-2264-2019-41-1-3. (In Russ.)
11. Zubarevich N. V. Razvitie rossiyskogo prostranstva: bar'ery i vozmozhnosti regional'noy politiki [Development of the Russian Space: Barriers and Opportunities for Regional Policy]. *Mir novoy ekonomiki [The World of New Economy]*, 2017, no. 2, pp. 46-57. (In Russ.)
12. Zubarevich N. V. Regional'noe razvitie i regional'naya politika v Rossii [Regional Development and Regional Policy in Russia]. *Vserossiyskiy ekonomicheskii zhurnal EKO [ECO]*, 2014, vol. 478, no. 4, pp. 7-27. (In Russ.)
13. Zubarevich N. V. Regiony Rossii v period pandemii: sotsial'no-ekonomicheskaya dinamika i dokhody byudzheta [Russian Regions During the Pandemic: Socio-Economic Dynamics and Budget Revenues]. *Zhurnal Novoy ekonomicheskoy assotsiatsii [Journal of the New Economic Association]*, 2021, no. 3(51), pp. 208-218. (In Russ.)

14. Kolomak E. A. Effektivnost' infrastruktornogo kapitala v Rossii [Efficiency of Infrastructure Capital in Russia]. *Zhurnal Novoy ekonomicheskoy assotsiatsii [Journal of the New Economic Association]*, 2011, vol. 10, no. 10, pp. 74-92. (In Russ.)
15. Kolomak E. A., Sherubneva A. I. Otsenka vliyaniya aglomeratsionnykh faktorov na ekonomicheskuyu aktivnost' (mikroekonomicheskiy analiz) [Assessing the Impact of Agglomeration Factors on Economic Activity (Microeconomic Analysis)]. *Ekonomika regiona [Economy of the Region]*, 2023, vol. 19, no. 3, pp. 766-781. DOI: 0.17059/ekon.reg.2023-3-12. (In Russ.)
16. Mau V. A. (ed.). *Obshchestvo i pandemiya: opyt i uroki bor'by s COVID-19 v Rossii [Society and the Pandemic: Experience and Lessons Learnt in the Fight Against COVID-19 in Russia]*. Moscow, Delo, 2020. (In Russ.)
17. Shepelenko G. I., Chernysheva Yu. G. Malyy biznes: faktory uspekha [Small Business: Success Factors]. *Uchet i statistika [Accounting and Statistics]*, 2019, vol. 56, no. 4, pp. 90-96. (In Russ.)
18. Aivazian V. A., Ge Y., Qiu J. The Impact of Leverage on Firm Investment: Canadian Evidence. *Journal of Corporate Finance*, 2005, vol. 11, no. 1-2, pp. 277-291.
19. Alshater M. M., Atayah O. F., Khan A. What Do We Know About Business and Economics Research During COVID-19: A Bibliometric Review. *Economic Research*, 2022, vol. 35, no. 1, pp. 1884-1912. DOI: 10.1080/1331677X.2021.1927786.
20. Barinova V., Zemtsov S., Demidova K., Levakov P. Business Activity of Small and Medium-Sized Enterprises in Russia in the Context of Sanctions. In: *Russian Economy in 2022. Trends and Outlooks*. Moscow, Gaidar Institute Press, 2023, pp. 225-237.
21. Besstremyannaya G., Dasher R., Golovan S. Quantifying Heterogeneity in the Relationship Between R&D Intensity and Growth at Innovative Japanese Firms: A Quantile Regression Approach. *Applied Econometrics*, 2023, vol. 67, no. 1, pp. 27-45.
22. Besstremyannaya G., Golovan S. Measuring Heterogeneity in Hospital Productivity: A Quantile Regression Approach. *Journal of Productivity Analysis*, 2023, vol. 59, no. 1, pp. 15-43. DOI: 10.1007/s11123-022-00650-3.
23. Bloom N., Van Reenen J. Measuring and Explaining Management Practices Across Firms and Countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 2007, vol. 122, no. 4, pp. 1351-1408.
24. Carvalho M., Hagerman A. D., Whitacre B. Telework and COVID-19 Resiliency in the Southeastern United States. *Journal of Regional Analysis and Policy*, 2022, vol. 52, no. 1, pp. 19-34. DOI: 10.22004/ag.econ.339958.
25. Christensen L. R., Jorgenson D. W., Lau L. J. Transcendental Logarithmic Production Frontiers. *The Review of Economics and Statistics*, 1973, vol. 55, no. 1, pp. 28-45.
26. Coad A., Segarra A., Teruel M. Innovation and Firm Growth: Does Firm Age Play a Role? *Research Policy*, 2016, vol. 45, no. 2, pp. 387-400.
27. Costantini V., Pagliarlunga E. Elasticity of Substitution in Capital-Energy Relationships: How Central Is a Sector-Based Panel Estimation Approach? *SEEDS WP*, 2014, vol. 13, pp. 52-80.
28. Goldszmidt R. G. B., Brito L. A. L., De Vasconcelos F. C. Country Effect on Firm Performance: A Multilevel Approach. *Journal of Business Research*, 2011, vol. 64, no. 3, pp. 273-279. DOI: 10.1016/j.jbusres.2009.11.012.
29. Hall R. E., Jones C. I. Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Others? *The Quarterly Journal of Economics*, 1999, vol. 114, no. 1, pp. 83-116.
30. Hijzen A., Swaim P. Offshoring, Labour Market Institutions and the Elasticity of Labour Demand. *European Economic Review*, 2010, vol. 54, no. 8, pp. 1016-1034.
31. Hox J., Moerbeek M., Van de Schoot R. *Multilevel Analysis: Techniques and Applications*. Oxfordshire, Routledge, 2017.
32. Kahl J., Hundt C. Employment Performance in Times of Crisis: A Multilevel Analysis of Economic Resilience in the German Biotechnology Industry. *Competitiveness Review*, 2015, vol. 25, no. 4, pp. 371-391. DOI: 10.1108/CR-12-2014-0038.
33. Kim H. Y. The Translog Production Function and Variable Returns to Scale. *The Review of Economics and Statistics*, 1992, vol. 74, no. 3, pp. 546-552.

34. Kolomak E. A., Sherubneva A. I. Spatial Structure and Factors of Economic Development of Asian Russia. *Regional Research of Russia*, 2023, vol. 13, no. 3, pp. 375-385. DOI: 10.1134/S2079970523700831.
35. Morales L., Andreosso-O'Callaghan B. Understanding Market Inefficiency in the East Asian Region During Times of Crisis. *Journal of Southeast Asian Economies*, 2018, vol. 35, no. 3, pp. 449-469.
36. Müller D. C. A Life Cycle Theory of the Firm. *The Journal of Industrial Economics*, 1972, pp. 199-219.
37. Raudenbush S. W., Bryk A. S. *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods*. Newbury Park, CA, Sage, 2002.
38. Raval D. R. The Micro Elasticity of Substitution and Non-Neutral Technology. *The RAND Journal of Economics*, 2019, vol. 50, no. 1, pp. 147-167.
39. Rutskiy V., Solodova M., Tsarev R., Yarygina I., Derindag O. F. Fast-Growing Firms - "Gazelles" in Modern Russia: An Empirical Study of Growth Factors. In: Silhavy R., Silhavy P., Prokopova Z. (eds.). *Software Engineering Perspectives in Intelligent Systems*. Cham, Springer, 2020.
40. Sherubneva A. Impact of COVID-19 on the Efficiency of Business in Southern Siberian Regions: Spatial and Sectoral Aspects. *Regional Science: Policy & Practice*, 2024, vol. 16, no. 7, pp. 1-11. DOI: 10.1016/j.rspp.2024.100065.
41. Tran K. C., Tsionas M. G., Prokhorov A. B. Semiparametric Estimation of Spatial Autoregressive Smooth-Coefficient Panel Stochastic Frontier Models. *European Journal of Operational Research*, 2023, vol. 304, no. 3, pp. 1189-1199. DOI: 10.1016/j.ejor.2022.04.039.