

## ЭКОНОМИКА

Ирина Сергеевна АНТОНОВА<sup>1</sup>  
Евгений Анатольевич ПЧЕЛИНЦЕВ<sup>2</sup>  
Светлана Николаевна ПОПОВА<sup>3</sup>

УДК 332.14

### ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ МОНОГОРОДОВ И ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА\*

<sup>1</sup> кандидат экономических наук, доцент  
Школы инженерного предпринимательства,  
Томский политехнический университет  
antonovais@tpu.ru; ORCID: 0000-0002-4993-2904

<sup>2</sup> Ph. D., кандидат физико-математических наук, доцент  
кафедры математического анализа и теории функции,  
Томский государственный университет  
evgen-pch@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-7496-2606

<sup>3</sup> кандидат экономических наук, доцент  
Школы инженерного предпринимательства,  
Томский политехнический университет  
snp@tpu.ru

#### Аннотация

Статья посвящена проблемам экономического роста и пространственного развития регионов с высокой концентрацией моногородов. Целью исследования является вы-

---

\* Работа выполнена при поддержке гранта президента Российской Федерации для молодых ученых № МК-5598.2018.6.

---

**Цитирование:** Антонова И. С. Пространственная кластеризация моногородов и динамическая модель экономического роста / И. С. Антонова, Е. А. Пчелинцев, С. Н. Попова // Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования. 2019. Том 5. № 4 (20). С. 138-154.  
DOI: 10.21684/2411-7897-2019-5-4-138-154

явление факторов развития моногородов на микроэкономическом уровне на основе кластеризации и динамического моделирования моногородов в трех регионах с наивысшей их концентрацией — Кемеровской, Свердловской и Челябинской областях. В работе проводится кластеризация моногородов по показателям энтропии и числу вновь созданных предприятий, позволяющая выделить три «центральных» моногорода в каждом из регионов соответственно — Новокузнецк, Нижний Тагил, Магнитогорск. Кластеризация моногородов с применением нормированного на численность населения показателя числа вновь созданных предприятий позволяет отнести данные города к двум разным кластерам: Новокузнецк против Нижнего Тагила и Магнитогорска с доминированием различных параметров. Корреляционный анализ агрегированной выручки, основных средств, доли моноотрасли, энтропии выручки, числа вновь созданных предприятий трех моногородов позволяет предложить динамическую регрессионную модель. Особенностью данной модели является включение в качестве переменной числа вновь созданных предприятий Нижнего Тагила для всех рассматриваемых городов, а также включение дамми-переменной, отражающей год введения программы развития моногородов. Значимость введения данной переменной подтверждается с применением бутстрап-метода для Новокузнецка. Результаты исследования позволили выявить как общие закономерности развития регионов — положительный эффект снижения доли моноотрасли, а также моноцентричное положение моногородов в регионах на экономический рост, так и их различия — противоречивое влияние фактора разнообразия в «центральных» моногородах, а также отнесение Новокузнецка и Нижнего Тагила с Магнитогорском к разным кластерам. В заключении авторы обосновывают досрочное завершение программы диверсификации моногородов, призванной неэффективной в 2019 г.

**Ключевые слова**

Моногород, диверсификация, экономический рост, пространственное развитие, энтропия, агрегированная выручка, бутстрап-метод, динамическая регрессионная модель.

DOI: 10.21684/2411-7897-2019-5-4-138-154

**Введение**

Пространственное развитие городов с позиций новой экономической географии принято связывать с растущим эффектом от масштаба, агломерационным эффектом, вызванным высокой концентрацией трудовых ресурсов и видов экономической деятельности на одной территории, а также значительной диверсификацией экономики. В данной системе факторов моногород, призванный занимать «центральное положение», постепенно переходит на «периферию», что вызвано высокой концентрацией промышленности на одной территории с одной стороны, и низкой диверсификацией видов экономической деятельности, не позволяющей обеспечить достаточный уровень устойчивости городской системе, с другой. Такой «живой» организм, как называет его Н. В. Зубаревич, не

имеет эндогенных источников развития, поскольку создавался искусственным, а не эволюционным путем, отвечая наличию достаточно благоприятных условий, конкурентных преимуществ, эффекта внешнего масштаба и т. д.

В таких условиях поиск факторов экономического роста моногородов, которые послужат дальнейшему развитию, носит крайне актуальный характер. Целью данного исследования является выявление факторов развития моногородов на микроэкономическом уровне на основе кластеризации и динамического моделирования моногородов в трех регионах с наивысшей их концентрацией — Кемеровской, Свердловской и Челябинской областях.

### **Обзор литературы**

Гармоничное развитие города должно сочетать в себе два противоположных вектора развития: концентрацию промышленного производства и укрупнение промышленных структур с одной стороны, достижение разнообразия экономических видов активности и диверсификацию экономики с другой стороны [3, с. 15-28]. При этом существует необходимость достижения определенного баланса между этими векторами, который обеспечит привлекательность города для инвестиционного капитала и развития бизнеса, но при этом сохранит независимость от крупных концентрированных производств и мобильность экономической и социальной среды. При этом диверсификация экономической среды и достижение разнообразия экономических форм, как правило, формируется эволюционно под влиянием географических, исторических факторов [11]. При этом отмечается, что «меньшим» городам труднее достичь разнообразия в экономической структуре. Им не хватает эффекта масштаба.

В условиях высокой централизации государства и жесткого государственного управления возникают искусственные промышленные концентрации и «сверхцентрализованные» институты [13]. Это оказывает влияние на рост асимметрии и неравномерности развития городов. Как пишет Д. Я. Герцберг, политика централизованного перераспределения ресурсов со стороны государства приводит к созданию искусственных городских агломераций, нежизнеспособных в условиях рыночной конкурентной среды [2].

П. Кругман считает, что пространственного неравенства избежать нельзя. Есть факторы «первой природы» (географическое положение и обеспеченность природными ресурсами), и «второй природы» (преимущества агломерационного эффекта, развития человеческого капитала и институциональной среды), которые формируют естественный фон развития каждого города [12]. В каждом случае их сочетание будет различно. Поэтому неравенство развития городов представляет собой естественный процесс, которого невозможно избежать.

Каждая территория, по мнению Д. Норга и Б. Хиггинса, имеет свои «точки роста» [10, 14]. Важно их определить и сформировать модель эффективного развития территории, которая позволит гармонично сочетать потенциал города и современные ограничения социальной и экономической среды. Так, Дж. Фридман предлагает для неравномерно развивающихся территорий модель «центр — пе-

риферия», базовой задачей которой является развитие периферийных городов за счет обеспечения обратного трансфера технологий [9]. В соответствии с положениями модели Алонсо — Мута — Миллса, необходимо учитывать и использовать тот факт, что стоимость аренды земли и плотность населения уменьшаются от центра к периферии [3, с. 45-48].

Глубокая база научных исследований, посвященная развитию городов, тем не менее слабо адаптирована на примере моногородов. Данное исследование вносит теоретический вклад в вопросы пространственного и динамического развития моногородов на основе существующих концепций территориального развития.

### Методы исследования

Диверсификация может быть эффективна только при условии снижения концентрации видов экономической деятельности без потери положительной динамики экономической активности. Устраняя проблему агрегированного показателя выручки по моногороду (инфляция, проблема «двойного счета» в отсутствии данных о добавленной стоимости), в данном исследовании предлагается применить динамику численности вновь созданных предприятий в качестве индикатора экономической активности территории (*QCE*), а также *QCE* на 10 тыс. численности населения для устранения эффекта масштаба. Показатель диверсификации предлагается оценить на основе показателя энтропии (*E*), представленного в формуле (1).

Энтропия как показатель диверсификации моногородов определена как:

$$E_i = \sum_{i=1}^n Y_i \ln \frac{1}{Y_i}, \quad (1)$$

где  $Y_i$  — соотношение выручки предприятия и агрегированной выручки моногорода.

Сопоставление параметров *E* и *QCE* на основе кластерного анализа позволит выявить группы моногородов с различным уровнем эффективности диверсификации. При этом выявленные кластеры предлагается исследовать с точки зрения пространственного развития. Неоднократные исследования факторов экономического роста территорий (в т. ч. моногородов) свидетельствуют о том, что именно численность населения становится как ключевым параметром развития муниципалитета, так и «лакмусовой бумажкой» потенциальных мест концентрации экономической активности. Выборка моногородов для кластерного анализа включает 49 моногородов трех регионов — Кемеровской, Свердловской и Челябинской областей из сформированной ранее базы данных [1]. Данные получены на основе финансовой отчетности предприятий, представленной в информационно-аналитической системе «СПАРК» за 19 лет (1999-2017 гг.).

Для выявления факторов городского роста предлагается динамическая регрессионная модель, объясняющая факторы изменения агрегированной выручки на примере крупнейших моногородов Кемеровской, Свердловской и Челябинской областей — соответственно моногородов Новокузнецка, Нижнего Тагила и Магнитогорска. Данными для модели являются показатели за 1999-2017 гг. по агре-

гированной выручке ( $B_i$ ), энтропии выручки ( $E_i$ ), доле моноотрасли ( $CR_i$ ), основным средствам ( $OC_i$ ) с введением дамми-переменной ( $DV$ ), отражающей факт начала реализации программы диверсификации экономики моногородов. Для формализации модели при  $i = 1$  значение переменной характеризует Новокузнецк, при  $i = 2$  — Нижний Тагил; при  $i = 3$  — Магнитогорск. Для повышения качества статистического анализа данных применяется бутстрап-метод на примере моногорода Новокузнецка.

### Результаты исследования

Простое сопоставление показателей  $E$  и  $QCE$  по данным за 2017 г. представлено на рис. 1. Рисунок четко отражает пространственное неравенство на территории каждого из рассматриваемых регионов. Сформировано моноцентричное распределение экономической деятельности не только в пределах муниципалитетов, но и на уровне региона. То есть помимо внутримunicipального неравенства, связанного с природой функционирования моногородов, присутствует межмуниципальное неравенство, сконцентрированное в Новокузнецке (Кемеровская область), Нижнем Тагиле (Свердловская область) и Магнитогорске (Челябинская область). Мы видим проявление модели «центр — периферия» [9] среди моногородов.

Новокузнецк, Нижний Тагил и Магнитогорск среди моногородов становятся некими «центральными местами», укрепляющими существование остальных моногородов в регионе. Тот факт, что это крупнейшие из моногородов в регионах, «вторые города» [5], позволяет им активно пользоваться агломерационным эффектом. Для того чтобы сопоставить уровень диверсификации ( $E$ ) без учета эффекта масштаба, поделим  $QCE$  на 10 тыс. населения и проведем кластеризацию моногородов методом  $k$ -средних. Результаты позволяют выделить 6 кластеров моногородов, что представлено на рис. 2 и в таблице 1.

Принимая во внимание динамику параметров за период 2013-2017 гг., следует отметить тот факт, что без учета масштаба городов не удастся выделить очевидных лидеров, имеющих одновременно высокий уровень диверсификации и число вновь созданных предприятий на 10 тыс населения. Так, кластер 1, имея наиболее высокие показатели числа вновь созданных предприятий, при этом имеет наиболее концентрированную экономическую активность. Напротив, кластер 6, имея сравнительно более низкое число вновь созданных предприятий с учетом численности населения, в целом более диверсифицирован. При этом крупнейшие города Новокузнецк, Нижний Тагил и Магнитогорск попадают в различные кластеры — 4 и 6 (таблица 1). Таким образом, моногорода развиваются либо за счет относительно более высокой диверсификации, либо большего числа вновь созданных предприятий.

Особенностью полученной кластеризации является то, что Новокузнецк, попадая в кластер 6 с максимальной энтропией и относительно низким числом вновь созданных предприятий, отличается от Нижнего Тагила и Магнитогорска, имеющих естественные природно-географические сходства.

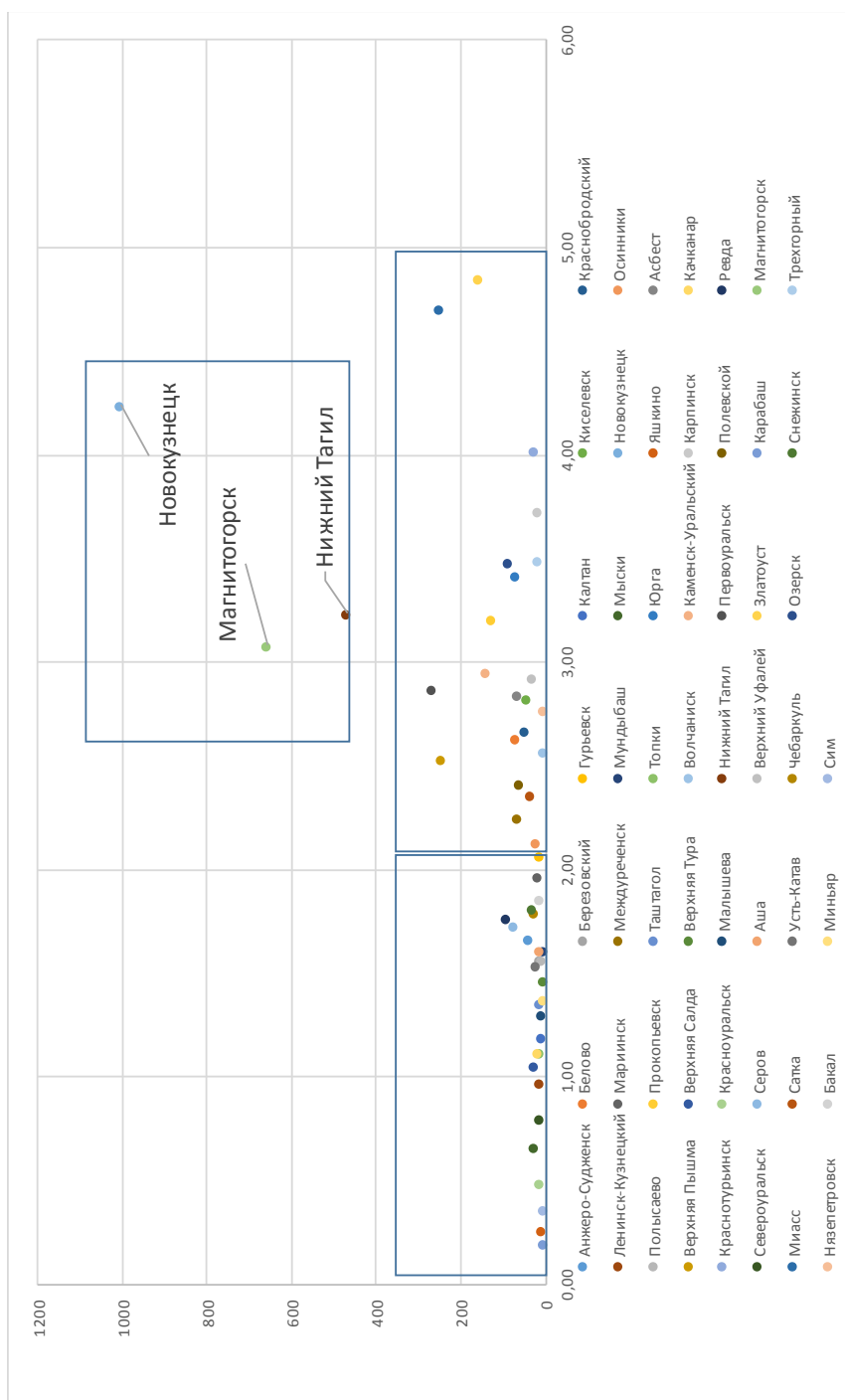


Fig. 1. Single-industry towns by E (abscissa axis), QCE (ordinate axis) in 2017

Рис. 1. Распределение моногородов по параметрам E (ось абсцисс), QCE (ось ординат) в 2017 г.

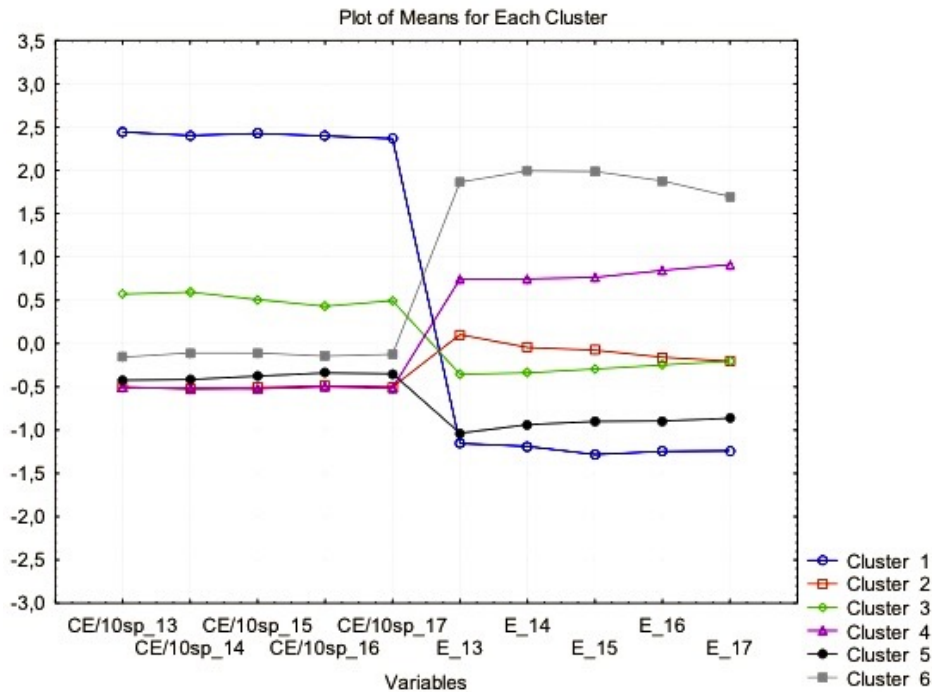


Рис. 2. Кластеризация моногородов по параметрам  $E$  и  $QCE$  на 10 тыс. населения за период 2013-2017 гг.

Fig. 2. Clusters of single-industry towns by  $E$  and  $QCE$  per 10,000 people in 2013-2017

Эти города представляют кластер 4, который ниже и по диверсификации, и по числу вновь созданных предприятий. Таким образом, наиболее крупные и развитые моногорода рассматриваемых регионов являются более диверсифицированными, но это не сопровождается сопоставимым числом вновь созданных предприятий, хотя в целом создается в этих городах предприятий значительно больше (см. рис. 1). В связи с этим полагаем, что влияние числа вновь созданных предприятий и диверсификации на экономический рост имеет более сложный характер, для чего проведем корреляционный анализ (таблица 2).

Результаты корреляционного анализа подтверждают возможность применения основных средств и доли моноотрасли 1999-2017 гг. В предыдущих исследованиях [1] авторы приходят к выводу о том, что число вновь созданных предприятий напрямую зависит от ликвидированных, что характерно для Кемеровской области. Авторы связывают данное предположение с возможностью получения налоговых льгот в связи с перерегистрацией, в связи с чем число вновь созданных предприятий в Кемеровской области не в полной мере отражает экономическую активность муниципалитета. Руководствуясь схожестью рассматриваемых «центральных» моногородов Новокузнецка, Нижнего Тагила и Магнитогорска, авторы предлагают проверить гипотезу о «заменяемости»



данного параметра на параметр другого моногорода. Так, число вновь созданных предприятий Новокузнецка заменено на данные Нижнего Тагила, для которого такой зависимости между созданными и ликвидированными предприятиями не наблюдается. То же предложено и для Магнитогорска. Предлагаемая динамическая регрессионная модель имеет вид:

$$y_{1,2,3} = b_1 \times OC_{1,2,3} + b_2 \times CR_{1,2,3} + b_3 \times E_{1,2,3} + b_4 \times QCE_{HT} + b_5 \times DV + \varepsilon, \quad (2)$$

где  $y$  — агрегированная выручка 1 — Новокузнецка (соответствует модели 1 в таблице 2), 2 — Нижнего Тагила (модель 2), Магнитогорска (модель 3);  $OC$  — основные средства соответственно 1 — Новокузнецка ( $OC_1$ ), 2 — Нижнего Тагила ( $OC_2$ ), 3 — Магнитогорска ( $OC_3$ );  $CR$  — доля моноотрасли городов (в той же последовательности);  $QCE$  — число вновь созданных предприятий Нижнего Тагила;  $DV$  — дамми-переменная, отражающая год начала реализации программы диверсификации экономики моногорода;  $b$  — параметр модели (коэффициент бета);  $\varepsilon$  — остаток.

Таблица 1

**Кластеры моногородов по параметрам  $E$  и  $QCE$  на 10 тыс. населения за период 2013-2017 гг.**

Table 1

**Clusters of single-industry towns by  $E$  and  $QCE$  per 10,000 people in 2013-2017**

Кластер	Кемеровская область	Свердловская область	Челябинская область
1	Яшкино	Красноуральск, Североуральск	Карабаш, Чебаркуль
2	Анжеро-Судженск, Березовский, Гурьевск, Мариинск, Междуреченск, Мыски, Осинники	Верхняя Пышма, Полевской, Ревда	Снежинск
3	—	Верхняя Тура, Серов	Аша, Верхний Уфалей, Сатка, Бакал, Миньяр
4	Белово, Киселевск, Юрга,	Асбест, Каменск-Уральский, Карпинск, Краснотурьинск, <b>Нижний Тагил</b> , Первоуральск	<b>Магнитогорск</b> , Трехгорный
5	Калтан, Ленинск-Кузнецкий, Мундыбаш, Полысаево, Таштагол, Топки	Верхняя Салда, Качканар, Малышева	Сим
6	<b>Новокузнецк</b> , Прокопьевск	—	Златоуст, Миасс, Озерск

Оценка параметров модели с применением программного продукта STATISTICA показывает результаты, представленные в таблице 3.



Таблица 2  
Корреляционные коэффициенты корреляции  $OC_i, B_i, CR_i, E_i, QCE_i$   
за период 1999-2017 гг.

Факторы	1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 $OC_1$	1													
2 $OC_2$	0,9	1												
3 $OC_3$	0,9	0,9	1											
4 $B_1$	0,9	0,7	0,8	1										
5 $B_2$	0,9	0,9	0,9	0,8	1									
6 $B_3$	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0	1								
7 $CR_1$	-0,7	-0,6	-0,6	-0,8	-0,6	-0,6	1							
8 $CR_2$	-0,8	-0,7	-0,5	-0,7	-0,6	-0,6	0,6	1						
9 $CR_3$	0,5	0,3	0,3	0,5	0,4	0,4	-0,4	-0,7	1					
10 $E_1$	0,5	0,6	0,6	0,3	0,6	0,6	0,2	-0,4	0,2	1				
11 $E_2$	0,9	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	-0,6	-0,9	0,6	0,4	1			
12 $E_3$	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	-0,5	-0,7	0,1	0,4	0,8	1		
13 $QCE_1$	0,1	0,2	0,2	0,1	0,4	0,3	0,0	0,3	-0,4	0,2	-0,3	0,1	1	
14 $QCE_2$	0,3	0,4	0,5	0,2	0,5	0,5	-0,1	0,2	-0,4	0,3	-0,1	0,3	0,9	1
15 $QCE_3$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	-0,1	0,1	-0,3	0,0	-0,2	0,1	0,8	0,7

Таблица 2

Корреляционные коэффициенты корреляции  $OC_i, B_i, CR_i, E_i, QCE_i$   
за период 1999-2017 гг.

Таблица 3

Динамическая регрессионная модель роста агрегированной выручки моногородов на примере Новокузнецка (модель 1), Нижнего Тагила (модель 2), Магнитогорска (модель 3) за период 1999-2017 гг.

Table 3

Dynamic regression model of growth of aggregate revenue of single-industry towns on the example of Novokuznetsk (model 1), Nizhny Tagil (model 2), Magnitogorsk (model 3) for the period 1999-2017

	Модель 1		Модель 2		Модель 3	
	<i>b</i>	Std. Err. of <i>b</i>	<i>b</i>	Std. Err. of <i>b</i>	<i>b</i>	Std. Err. of <i>b</i>
Остаток	0	—	0	—	0	—
$OC_{1,2,3}$	0,7766	0,3121	0,6258	0,2435	0,6258	0,2435
$CR_{1,2,3}$	-0,3693	0,2546	-0,1276	0,2891	-0,1275	0,2890
$E_{1,2,3}$	-0,0310	0,2330	0,0998	0,3044	0,0998	0,3043
$QCE_{HT}$	0,0116	0,1043	0,2966	0,1593	0,2966	0,1593
$DV$	-0,1367	0,1881	-0,0264	0,1995	-0,0264	0,1995
$R_2$	0,885		0,847		0,838	
нормированный $R_2$	0,841		0,732		0,720	
Std. Err. of estimate	0,39901		0,444		0,456	
<i>p</i>	< 0,05					

Примечания: остатки нормально распределены с выборочными средним 0,0274 и дисперсией 0,1178. Данные стандартизированы.

Note: remains are normally distributed with a sample average of 0.0274 and a dispersion of 0.1178. The data are standardized.

Полученные модели свидетельствуют о следующем:

1. Ключевым фактором изменения выручки являются основные средства, что соответствует производственной функции Кобба — Дугласа и является достаточно очевидным выводом. Однако высокая значимость данного фактора подтверждает высокую роль моноотрасли в экономическом росте территории.
2. Рост выручки рассматриваемых моногородов определяется одновременным снижением доли моноотрасли, что является фактором эффективности диверсификации.
3. Уровень энтропии положительно влияет на выручку Нижнего Тагила и Магнитогорска и негативно — для Новокузнецка, что позволяет выделить Новокузнецк по данному параметру.

4. Заложенная в модель дамми-переменная, отражающая годы реализации программы диверсификации, значима, но влияет негативно, что характеризует низкую эффективность программы в целом и оправдывает ее досрочное закрытие в 2019 г.

Далее для проверки статистической значимости результатов регрессионного анализа при введении параметра  $QCE$  по Нижнему Тагилу для трех моногородов применялся бутстрап-метод по остаткам. Генерировались 1 000 случайных выборок остатков из нормального распределения с выборочными средним 0,0274 и дисперсией 0,1178 (выборочные оценки параметров нормального распределения остатков) и каждый раз проводилась идентификация модели. Результаты усреднялись, полученные параметры модели представлены в таблице 4, сопоставление предсказанного и реального значений — на рис. 3.

Таблица 4

**Динамическая регрессионная модель роста агрегированной выручки моногородов на примере Новокузнецка с применением бутстрап-метода за период 1999-2017 гг.**

Table 4

**Dynamic regression model of growth of aggregate revenue of single-industry towns on the example of Novokuznetsk using the bootstrap method for the period 1999-2017.**

	<i>b</i>	Std. Err. of <i>b</i>
$OC_1$	0,6842	0,1833
$CR_1$	-0,3868	0,1524
$E_1$	-0,0254	0,1395
$QCE_{HT}$	-0,0012	0,0621
$DV$	-0,0674	0,1073
$R_2$	0,938	
Нормированный $R_2$	0,864	
Std. Err. of estimate	0,240	

Таким образом, значимость полученной модели, подтвержденная бутстрап-методом, обуславливает возможность применения числа вновь созданных предприятий на душу населения моногородов — региональных лидеров, находящихся в значительном отдалении. Это подтверждает схожесть процессов экономического развития моногородов в регионах с высокой их концентрацией.

#### Обсуждение результатов исследования

Зависимость агрегированной выручки от основных средств моногорода в динамике подтверждает один из основных принципов пространственного развития города: инвестиции и производство тянутся к более благоприятной среде, лучшим условиям, где сконцентрированы ресурсы [6]. Рассматриваемые моногорода, обе-

спеченные факторами «первой природы», по П. Кругману [12], с одной стороны, имеют все экономические предпосылки развития, с другой, искусственное их создание, отсутствие эволюционного пути развития не позволяет сформировать достаточно эндогенных факторов устойчивости и развития.

Результаты исследования показывают, что концентрация моногородов в пределах одного региона приводит к внутрирегиональным различиям [8]: четко выделяется региональное «ядро» моногородов в лице Новокузнецка, Нижнего Тагила и Магнитогорска — «вторых городов» Урала [4] и Сибири. Они берут на себя функцию промышленного центра. Однако принцип “cumulative causation” («совокупная причина») [6], проявляющийся в том, что богатые богатеют, бедные беднеют, проявляется не в полной мере. С учетом числа вновь созданных предприятий на 10 тыс. жителей мы не можем однозначно идентифицировать изменения, соответствующие указанному принципу.

Активная государственная политика, к сожалению, пока не дает достаточных результатов, что подтверждается отрицательным влиянием введенной дамми-переменной на агрегированный объем выручки рассматриваемых моногородов. Государственная программа, признанная неэффективной, досрочно прекращена, а все силы направлены на разработку новой. Попытка сформировать точки роста (“growth poles”, [10, с. 31-47]) через территории опережающего социально-экономического развития также не свидетельствуют об эффективности.

Снижение доли моноотрасли рассматриваемых моногородов положительно влияет на агрегированную выручку, при этом общая энтропия растет только для Нижнего Тагила и Магнитогорска. Новокузнецк испытывает отрицательное вли-

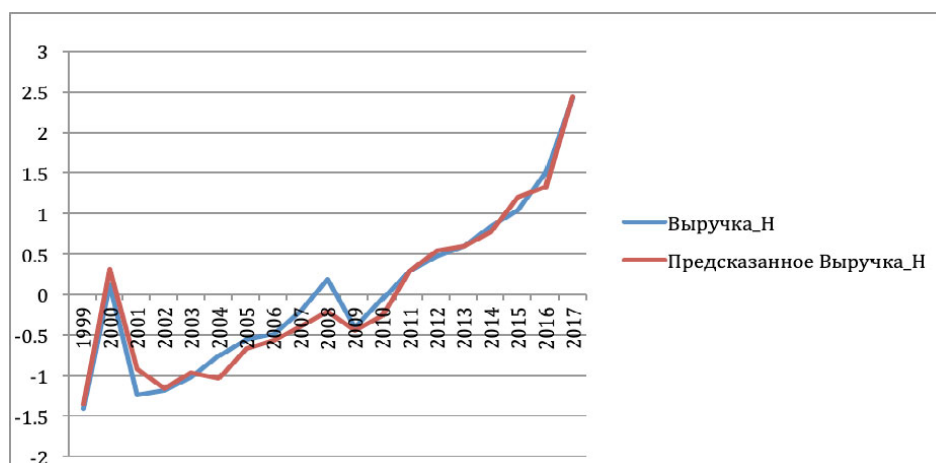


Рис. 3. Модель зависимости агрегированной выручки Новокузнецка от параметров  $OC$ ,  $CR$ ,  $E$ ,  $DV$ ,  $QCE$  в период 1999-2017 гг.

Fig. 3. The model of dependence of the aggregate revenue of Novokuznetsk on the parameters of  $OC$ ,  $CR$ ,  $E$ ,  $DV$ ,  $QCE$  in the period 1999-2017

яние энтропии, что представляет интерес. То есть несмотря на схожесть «вторых» городов Урала и Сибири, позволяющую заменить показатель  $QCE$  Новокузнецка тем же параметром Нижнего Тагила в полученной модели, общее разнообразие существующих предприятий по-разному влияет на экономический рост городов.

Несмотря на высокую значимость полученных моделей, из поля зрения не следует упускать и модели «случайного роста» [7], которые фокусируются именно на исследовании остатков, формирующих, помимо основной тенденции, потенциал роста. Данное направление может быть крайне актуальным в плане продолжения исследований с применением регрессионных моделей.

### Заключение

Данное исследование посвящено проблемам экономического роста, диверсификации и пространственного развития моногородов. В работе удалось установить как общие закономерности развития регионов с высокой концентрацией моногородов — Кемеровской, Свердловской и Челябинской областей, так и их различия. К числу общих закономерностей следует отнести положительный эффект снижения доли моноотрасли, а также моноцентричное положение моногородов в регионах. Среди различий выделяются различное влияние фактора разнообразия в «центральных» моногородах, а также отнесение Новокузнецка и Нижнего Тагила с Магнитогорском к разным кластерам. Принимая полученные закономерности во внимание, авторы обосновывают общую неэффективность программы развития моногородов и ее досрочное закрытие с надеждой на разработку новой, более эффективной программы развития моногородов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонова И. С. База данных динамического моделирования пространственного развития экономики моногородов / И. С. Антонова, Е. А. Пчелинцев // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов VI Международной конференции / под ред. О. Г. Берестневой, В. В. Спицына, А. И. Труфанова, Т. А. Гладковой. Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2019. С. 201-204.
2. Герцберг Д. Я. Агломерации как объект экономической политики, государственного регулирования и территориального планирования / Д. Я. Герцберг // *Academia*. Архитектура и строительство. 2015. № 4. С. 98-106.
3. Зубаревич Н. В. Стимулы, парадоксы, провалы. Город глазами экономистов: сборник / Н. Зубаревич, Т. Михайлова, Д. Сиваев, С. Бобылев, Р. Ениколопов, В. Новиков, Л. Полищук, А. Белянин, Ш. Вебер, А. Табах, К. Никитин; сост. В. Азуан. М.: Strelka Press, 2016. 230 с.
4. Трубехина И. Е. Анализ механизмов пространственной концентрации (на примере малого бизнеса в Сибирском Федеральном Округе) / И. Е. Трубехина // Вестник НГУ. Серия: Социально-экономические науки. 2014. Том 14. Вып. 2. С. 101-117.

5. Тургель И. Д. «Вторые» города Урала: от города-завода — к многофункциональным центрам / И. Д. Тургель, Н. Ю. Власова // Региональные исследования. 2016. № 2 (52). С. 43-54.
6. Antonova I. S. Internal market concentration of company town / I. S. Antonova, E. A. Pchelintsev, E. A. Maleeva // Proceedings of XIV International Conference “Russian Regions in the Focus of Changes”. Ekateringurg, 2019. [In Press.]
7. Benini R. Regional disparities and economic growth in Russia: new growth patterns and catching up / R. Benini, A. Czyzewski // Economic Change and Restructuring. 2007. Vol. 40. No 1-2. Pp. 91-135.
8. Duranton G. The Growth of Cities. Handbook of Economic Growth / G. Duranton, D. Pura. Elsevier, 2014. Vol. 2. Pp. 781-853.
9. Friedmann J. The world city hypothesis / J. Friedmann // Development and Change. 1986. Vol. 17. Iss. 1. Pp. 69-83.
10. Higgins B. François Perroux / B. Higgins // Regional Economic Development: Essays in Honour of Francois Perroux / B. Higgins, D. J. Savoie (eds.). London: Routledge, 2017. Pp. 31-47.
11. Jacobs J. The Economy of Cities / J. Jacobs. London: Vintage, [1969]; Routledge, 2016. 288 p.
12. Krugman P. A Dynamic Spatial Model (Working Paper № 4219) / P. Krugman. National Bureau of Economic Research, 1992. URL: <https://www.nber.org/papers/w4219.pdf>
13. Liebowitz S. J. Path dependence, lock-in, and history / S. J. Liebowitz, S. E. Margolis // Journal of Law, Economics, & Organization. 1995. Vol. 11. Iss. 1. Pp. 205-226.
14. North D. C. Institutions / D. C. North // Journal of Economic Perspectives. 1991. Vol. 5. Iss. 1. Pp. 97-112.

**Irina S. ANTONOVA<sup>1</sup>**

**Evgeny A. PCHELINTSEV<sup>2</sup>**

**Svetlana N. POPOVA<sup>3</sup>**

**UDC 332.14**

**SPATIAL CLUSTERING OF SINGLE-INDUSTRY TOWNS  
AND A DYNAMIC MODEL OF ECONOMIC GROWTH\***

<sup>1</sup> Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, School of Engineering Entrepreneurship,  
Tomsk Polytechnic University  
antonovais@tpu.ru; ORCID: 0000-0002-4993-2904

<sup>2</sup> Ph. D., Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor,  
Department of Mathematical Analysis and Function Theory, Tomsk State University  
evgen-pch@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-7496-2606

<sup>3</sup> Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, School of Engineering Entrepreneurship,  
Tomsk Polytechnic University  
snp@tpu.ru

**Abstract**

This article studies the problems of economic growth and spatial development of regions with a high concentration of single-industry towns. The authors aim to identify the factors of development of single-industry towns at the microeconomic level on the basis of clustering and dynamic modeling of single-industry towns in three regions with the highest concentration — Kemerovo, Sverdlovsk, and Chelyabinsk Regions. This paper performs the clustering of single-industry towns by entropy indicators and the number of newly created enterprises, which allows distinguishing three “central” single-industry towns in each of the respective regions: Novokuznetsk, Nizhniy Tagil, and Magnitogorsk.

---

\* The research is supported by the President of Russian Federation Grant  
No MK-5598.2018.6 (Agreement No 075-02-2018-276).

---

**Citation:** Antonova I. S., Pchelintsev E. A., Popova S. N. 2019. “Spatial clustering of single-industry towns and a dynamic model of economic growth”. Tyumen State University Herald. Social, Economic, and Law Research, vol. 5, no 4 (20), pp. 138-154.  
DOI: 10.21684/2411-7897-2019-5-4-138-154



The clustering of single-industry towns with the use of the population-normalized index of the number of newly created enterprises allows us to refer these cities to two different clusters: Novokuznetsk against Nizhniy Tagil and Magnitogorsk with different parameters dominating. The correlation analysis of aggregate revenue, fixed assets, the share of the single industry, the entropy of revenue, the number of newly created enterprises of three single-industry towns allows suggesting a dynamic regression model. The peculiarity of this model is the inclusion as a variable of the number of the newly created enterprises in Nizhniy Tagil for all the cities under consideration, as well as the inclusion of a dummy variable reflecting the year of introduction of the program for the development of single-industry towns. Using the bootstrap method for Novokuznetsk, the authors have confirmed the significance of the introduction of this variable.

The results of the study have revealed both common patterns of regional development — the positive effect of reducing the share of monaurally and monocentric provision of single-industry towns in the regions for economic growth — and their differences — a contradictory effect of diversity in the central towns, as well as the assignment of Novokuznetsk and Nizhniy Tagil with Magnitogorsk from different clusters. In conclusion, the authors justify the early completion of the program of diversification of single-industry towns, designed to be ineffective in 2019.

**Keywords**

Single-industry town, diversification, economic growth, spatial development, entropy, aggregate revenue, bootstrap method, dynamic regression model.

**DOI: 10.21684/2411-7897-2019-5-4-138-154**

**REFERENCES**

1. Antonova I. S., Pchelintsev E. A. 2019. “Data base for dynamic modelling of spatial development of company towns, Information technologies in science, management, social sphere and medicine”. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference “Information technologies in science, management, social, and medical fields”. Edited by O. G. Berestneva, V. V. Spitsyn, A. I. Trufanov, T. A. Gladkova. Pp. 201-204. Tomsk: Tomsk Polytechnic University. [In Russian]
2. Herzberg D. J. 2015. “Agglomerations as an object of economic policy, state regulation and territorial planning”. *Academia. Architecture and Construction*, no 4, pp. 98-106. [In Russian]
3. Zubarevich N., Mikhailova T., Sivaev D., Bobylev S., Enikolopov R., Novikov V., Polishchuk L., Belyanin A., Weber Sh., Tabakh A., Nikitin K. 2016. *Incentives, Paradoxes, Failures. The City through the Eyes of Economists*. Compiled by V. Azuan. Moscow: Strelka Press. [In Russian]
4. Trubekhina I. E. 2014. “Analysis of spatial concentration mechanisms (small business in the Siberian Federal District)”. *Vestnik Novosibirsk State University. Series: Socio-economic sciences*, no 14 (2), pp. 101-117. [In Russian]

5. Turgel I. D., Vlasova N. Yu. 2016. "The 'second' cities of the Urals: from the factory city to multifunctional centers". *Regional Studies*, no 2 (52), pp. 43-54. [In Russian]
6. Antonova I. S., Pchelintsev E. A., Maleeva E. A. 2019. "Internal market concentration of company town". Proceedings of 14<sup>th</sup> International Conference "Russian Regions in the Focus of Changes". Ekaterinburg. [In Press] [In Russian]
7. Benini R., Czyzewski A. 2007. "Regional disparities and economic growth in Russia: new growth patterns and catching up". *Economic Change and Restructuring*, vol. 40, no 1-2, pp. 91-135.
8. Duranton G., Puga D. 2014. *The Growth of Cities. Handbook of Economic Growth*. Vol. 2, pp. 781-853. Elsevier.
9. Friedmann J. 1986. "The world city hypothesis". *Development and Change*, vol. 17, no 1, pp. 69-83.
10. Higgins B. [1988] 2017. "François Perroux". In: Higgins B., Savoie D. J. (eds.). *Regional Economic Development: Essays in Honour of Francois Perroux*, pp. 31-47. Routledge.
11. Jacobs J. [1969] 2016. *The Economy of Cities*. London: Vintage; Routledge.
12. Krugman P. 1992. "A dynamic spatial model". Working Paper no 4219. National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w4219.pdf>
13. Liebowitz S. J., Margolis, S. E. 1995. "Path dependence, lock-in, and history". *Journal of Law, Economics, & Organization*, vol. 11, no 1, pp. 205-226.
14. North D. C. 1991. "Institutions". *Journal of Economic Perspectives*, vol. 5, no 1, pp. 97-112.