

УДК 332.13-026.46 DOI: 10.14451/1.238.192

# Подходы к оценке территориальной конвергенции с учетом пространственных эффектов

© 2024 **Реутов Виктор Евгеньевич**

Доктор экономических наук, профессор, директор, заведующий кафедрой маркетинга, торгового и таможенного дела. Институт экономики и управления Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Россия, Симферополь.

E-mail: reutovkfu@mail.ru

© 2024 **Ильичева Валерия Романовна**

Ассистент кафедры маркетинга, торгового и таможенного дела. Институт экономики и управления Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Россия, Симферополь.

E-mail: llichevavaleria@yandex.ru

**Ключевые слова:** конвергенция, дивергенция, индекс Джини, индекс Тейла, индекс Морана, пространственная автокорреляция, Южный Федеральный округ, Республика Крым, кластер.

Проведен обзор литературы, посвященной изучению подходов и методов исследования конвергенции. Рассмотрены классические и пространственные подходы к оценке сигма- и бета-конвергенции. Была проведена оценка процессов территориальной конвергенции в Южном Федеральном округе с учетом пространственных эффектов. Исследование показало, что уровень межрегионального неравенства при анализе субъектов ЮФО увеличивается по таким показателям, как среднедушевые доходы, номинальная зарплата и расходы населения, однако наблюдается снижение разрыва по трем другим переменным – доходам консолидированных бюджетов, инвестициям в основной капитал и валовому региональному продукту. Территориальная конвергенция, оцениваемая с помощью методов пространственной автокорреляции, показала наличие кластеризации данных процессов.

## Введение

В условиях серьезных социально-экономических изменений, наблюдающихся в последние десять лет в Южном федеральном округе, особенно актуальным является вопрос нивелирования различий в региональном развитии среди субъектов РФ (регионов), которые его образуют. Сокращение этих диспропорций связано

с совершенствованием механизма обеспечения последовательного развития экономики всей страны. Федеральные целевые программы, комплексные планы развития новых территорий, государственные субсидии и инвестиционные проекты призваны сокращать уровень неравенства среди административно-территориальных единиц. При этом региональные статистические

данные косвенно указывают, что различия между отдельными субъектами РФ (регионами) все еще очень значительны, но для получения более точных данных необходимо совершенствование методик исследования, и формирование комплексного подхода, основанного на детальном анализе процессов конвергенции и дивергенции в выбранном исследовательском полигоне, что обусловило актуальность выбранной темы исследования.

### **Целью исследования**

(в рамках данной научной работы) является осуществление оценки территориальной конвергенции с учетом пространственных эффектов (на примере регионов Южного федерального округа России).

### **Обзор литературы**

Растущий интерес к оценке экономического роста привел к значительному числу тематических эмпирических исследований, посвященных региональной экономической конвергенции. Неоклассические модели роста, разработанные еще в середине XX века Р. Солоу [18] оказали значительное влияние на исследование данного феномена. Теории эндогенного роста, разработанные П. Ромером [16] и Р. Лукасом [14] ставили под вопрос тот факт, что уменьшение отдачи капитала связано со снижением отдачи от других факторов производства. Данный подход предполагал, что страны идут к экономическому росту не по одному и тому же пути, и абсолютная конвергенция возможна только в теории, поскольку необходимо учитывать и дивергенцию как фактор, задающий изначальную траекторию для развития.

Эмпирические исследования конвергенции на основе неоклассической теории роста привели к появлению идеи бета-конвергенции, предложенной Р. Барро [9], которая отвечает на вопрос растет ли экономика стран с более низким душевым доходом быстрее, чем в более богатых

странах. Данный подход, экстраполируя его на регионы, выдвигает идею и том, что богатые и бедные экономики не могут прийти к одному устойчивому состоянию.

Вторая известная концепция сигма-конвергенции [10] связана с анализом распределения доходов на душу населения в разных типах экономик. В рамках данного подхода конвергенция имеет место быть в случае снижения уровня дисперсии в доходах на душу населения.

Исследования, начинающиеся с анализа мировой экономики, в настоящее время получили широкое распространение при изучении данных эффектов на уровне регионов, субъектов и т.д.

В литературе приводятся несколько показателей, который применяют для измерения сигма-конвергенции и изучения региональной дифференциации: соотношение максимального значения к минимальному, индекс Джини, коэффициент вариации, относительное среднее отклонение, индекс Аткинсона и индекс Тейла и др.

Обобщение и систематизация методов анализа данного вида конвергенции, приведенных в литературе, представлены в таблице 1.

Разница в оценке взвешенного и невзвешенного индекса заключается в том, что невзвешенный — присваивает одинаковый вес каждому региону независимо от его размера, в то время как взвешенный — учитывает вес, с учетом доли населения, проживающего в регионе.

### **Результаты исследования**

Оценке потенциала развития юга России посвящена работа Матвеевой Л. Г. [4], при этом спектр направленности данной статьи посвящен проблемам технологий реализации потенциала ЮФО с учетом системных рисков. Оценка процесса конвергенции в данном регионе пока остается открытым вопросом, восполнить данный пробел призвана настоящая работа.

Таблица 1. Методы исследования сигма-конвергенции [17].

| Индекс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Вид          | Формула                                                                                                                                                             |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Отношение максимума к минимуму (MMR)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Невзвешенный | $MMR = \frac{GVA \text{ Per Capita}_{\max}}{GVA \text{ Per Capita}_{\min}}$                                                                                         |                   |
| Если данное соотношение небольшое (близко к 1), то легко это интерпретировать, что регионы имеют относительно равный уровень доходов, а если расхождение велико, то можно предположить, что это происходит из-за значительных вариаций в распределении ВВП на душу населения или наличия выбросов в распределении.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                                                                                                                                                                     |                   |
| Индекс Джини                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Невзвешенный | $G_u = \left( \frac{1}{2\bar{y}_u} \right) \frac{1}{N(N-1)} \sum_i^n \sum_j^n  y_i - y_j $ $G_u = \frac{2}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1}  F_i - Q_i $                       |                   |
| Индекс варьируется от 0 до 1, где нулевое значение говорит о полном равенстве, при котором все богатства распределены равномерно, а единица – наоборот, о полной концентрации ресурсов в одном регионе.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                                                                                                                                                                     |                   |
| Индекс Джини                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Взвешенный   | $G_w = \left( \frac{1}{2\bar{y}} \right) \sum_i^n \sum_j^n  y_i - y_j  \frac{p_i p_j}{p^2}$                                                                         |                   |
| Варируется от 0 для абсолютного равенства в распределении до 1 ( $p_i/p$ ) для совершенного неравенства. Если $p_i$ меньше, чем $p$ , то есть регион с небольшой долей населения производит весь ВРП, то значение совершенного неравенства будет приближаться к 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                                                                                                                                                                     |                   |
| Коэффициент вариации (CV)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Невзвешенный | $CV_u = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{ y_i - \bar{y}_u ^2}{N}}}{\bar{y}_u}$                                                                                        |                   |
| Варируется от 0 – для совершенного равенства до $\sqrt{N-1}$ – для совершенного неравенства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                                                                                                                                                                     |                   |
| Коэффициент вариации (CV)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Взвешенный   | $CV_w = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{ y_i - \bar{y} ^2 p_i}{p}}}{\bar{y}}$                                                                                        |                   |
| Варируется от 0 – для совершенного равенства до $\sqrt{(p - p_i)p_i}$ – для совершенного неравенства, когда один регион производит весь ВРП                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                                                                                                                                                                     |                   |
| Относительное среднее отклонение (RMD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Невзвешенный | $RMD_u = \frac{1}{2\bar{y}_u} \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N  y_i - \bar{y}_u  \right]$                                                                            |                   |
| Варируется от 0 для совершенного равенства до $(N - 1)/N$ для совершенного неравенства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                                                                                                                                                                     |                   |
| Относительное среднее отклонение (RMD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Взвешенный   | $RMD_w = \frac{\sum_{i=1}^N  y_i - \bar{y}  \frac{p_i}{p}}{\bar{y}}$                                                                                                |                   |
| Варируется от 0 для совершенного равенства до 2 для совершенного неравенства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |                                                                                                                                                                     |                   |
| Индекс Аткинсона                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Невзвешенный | $A_u = 1 - \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[ \frac{y_i}{\bar{y}_u} \right]^{1-\epsilon} \right]^{\frac{1}{1-\epsilon}} \quad \epsilon \neq 1$                  | $\epsilon \neq 1$ |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              | $A_u = 1 - \frac{\prod_{i=1}^N \left[ \frac{y_i}{\bar{y}_u} \right]^{\frac{1}{N}}}{\bar{y}_u}$                                                                      | $\epsilon = 1$    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Взвешенный   | $A_w = 1 - \left[ \sum_{i=1}^N \left[ \frac{y_i}{\bar{y}_u} \right]^{1-\epsilon} \left[ \frac{p_i}{p} \right] \right]^{\frac{1}{1-\epsilon}} \quad \epsilon \neq 1$ | $\epsilon \neq 1$ |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              | $A_w = 1 - \left[ \sum_{i=1}^N \left[ \frac{y_i}{\bar{y}_u} \right]^{1-\epsilon} \left[ \frac{p_i}{p} \right] \right]^{\frac{1}{1-\epsilon}} \quad \epsilon = 1$    | $\epsilon = 1$    |
| В индексе Аткинсона используется параметр (поправочный коэффициент), который позволяет придавать больший или меньший вес изменениям в определенной части распределения доходов. Этот параметр определяет уровень неприятия неравенства и обозначается $\epsilon$ . Данный параметр $\epsilon$ отражает силу предпочтения обществом равенства. Он может принимать значения от 0 до бесконечности. Если $\epsilon > 0$ , то существует социальное предпочтение равенства, увеличение означает, что общество начинает больше беспокоить неравенство и придается больший вес трансферам доходов в нижней части распределения и меньший вес в нижней его части. Когда значение $\epsilon$ приближается к 1, индекс становится более чувствительным к изменениям в нижней части распределения доходов и, наоборот, в случае приближения к 0, индекс Аткинсона более чувствителен к изменениям в верхней части распределения доходов. |              |                                                                                                                                                                     |                   |

Продолжение на следующей странице

Таблица 1. Методы исследования сигма-конвергенции [17]. (Продолжение таблицы)

| Индекс               | Вид          | Формула                                                                                                                                    |              |
|----------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Индекс Тейла L (MLD) | Невзвешенный | $MLD_{(u)}(\alpha) \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \log \left[ \frac{\bar{y}_u}{y_i} \right]$                                                     | $\alpha = 0$ |
|                      | Взвешенный   | $MLD_{(w)}(\alpha) \sum_{i=1}^N \left[ \frac{p_i}{p} \right] \log \left[ \frac{\bar{y}}{y_i} \right]$                                      |              |
| Индекс Тейла T       | Невзвешенный | $Theil_{(u)}(\alpha) \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{y_i}{\bar{y}_u} \log \left[ \frac{y_i}{\bar{y}_u} \right]$                             | $\alpha = 0$ |
|                      | Взвешенный   | $Theil_{(w)}(\alpha) \sum_{i=1}^N \left[ \frac{p_i}{p} \right] \left[ \frac{y_i}{\bar{y}} \right] \log \left[ \frac{y_i}{\bar{y}} \right]$ |              |

Индекс Тейла является показателем неравенства, он демонстрирует общую энтропию (E), значение E варьируется от 0 до бесконечности, при этом 0 показывает равное распределение, а более высокие значения указывают на более высокий уровень неравенства. Параметр  $\alpha$  указывает на вес, придаваемый расстоянием между доходами и расходами в разных частях распределения и может принимать любое действительное значение. Для более низких значений  $\alpha$  более чувствителен к изменениям в нижней части распределения, а для более высоких значений (E) более чувствителен к изменениям, влияющим на верхнюю часть распределения. Обычно используются значения  $\alpha = 0, 1$  и  $2$ .

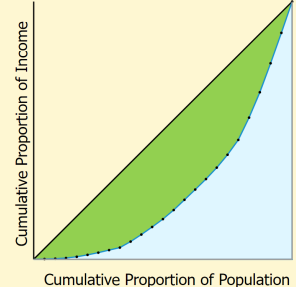
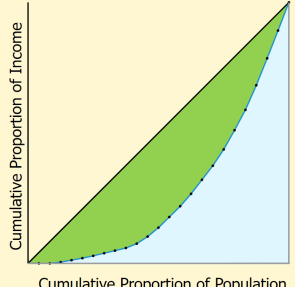
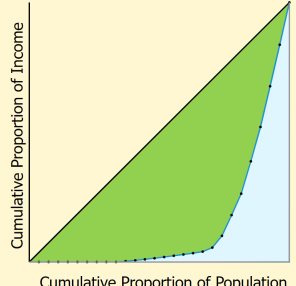
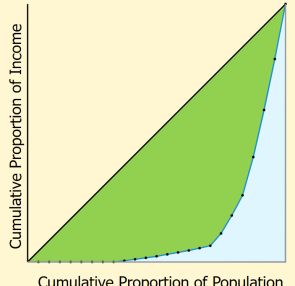
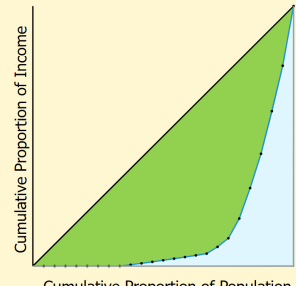
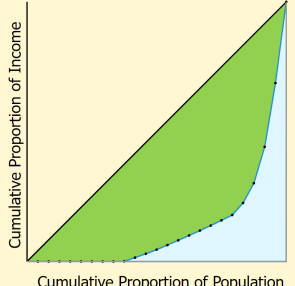
Примечания:  $y_i$  и  $y_j$  – ВРП на душу населения в регионах  $i$  и  $j$  соответственно;  $N$  – количество регионов;  $\bar{y}_u$  – невзвешенное арифметическое среднее значение ВРП на человека, проживающего в регионе,  $\bar{y}_u = \sum_{i=1}^N \frac{y_i}{N}$ ;  $F_i$  – это  $F_i = \frac{i}{N}$ ;  $Q_i$  – это  $Q_i = \frac{\sum_{j=1}^N y_j}{\sum_{i=1}^N y_i}$ , где  $y_i$  – значение переменной (например, ВРП на 1 чел.) в регионе  $j$ .

Оценка сигма-конвергенции в ЮФО была проведена по данным сравнительного анализа индекса Тейла и индекса Джини, рассчитанных по таким параметрам оценки, как валовой региональный продукт на душу населения (I1); среднедушевые денежные доходы населения (I2); номинальная начисленная заработная плата работников организаций (I3); потребительские расходы в среднем на душу населения (I4); инвестиции в основной капитал на душу населения (I5); доходы консолидированных бюджетов (I6). В совокупности эти данные формируют общую картину, характеризующую процессы конвергенции и дивергенции в изучаемом регионе.

Предлагается рассматривать не чистое значение индексов, а их изменение за последние 6 лет. Данный подход позволяет оценить эмпирически скорость процессов.

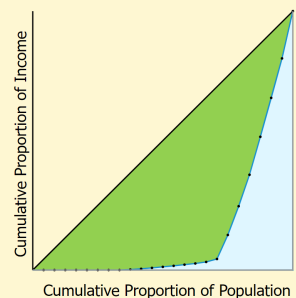
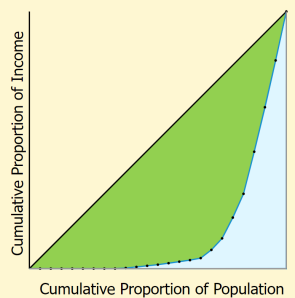
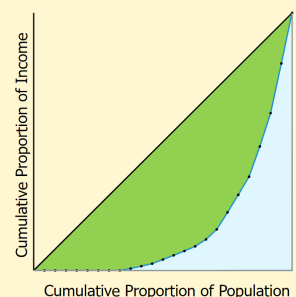
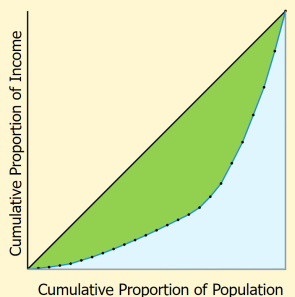
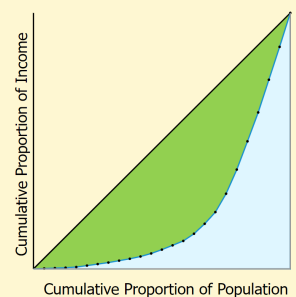
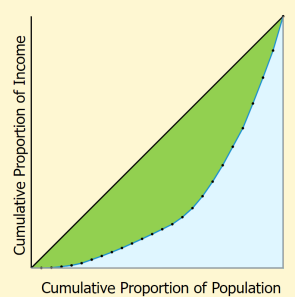
Известно, что коэффициент Джини является показателем неравенства в распределении [3]. Он может принимать значения от нуля до единицы, где абсолютно равномерное распределение будет «0», а полное неравенство «1». Следовательно, чем выше индекс Джини, тем сильнее региональное неравенство. Кривая Лоренца призвана графически отображать расчетные тенденции. Изменения в кривой абсолютного равенства показывают уровень перекоса (табл. 2).

**Таблица 2.** Эволюция кривой Лоренца по рассматриваемым параметрам, характеризующим процессы конвергенции.

| Показатель                                                           | 2016 год                                                                                                                                       | 2021 год                                                                                                                                        | Темп изменений, уровень неравенства |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Валовой региональный продукт на душу населения (I1)                  | <b>Results</b><br>Gini Coefficient (G) = <b>0.48720</b><br>   | <b>Results</b><br>Gini Coefficient (G) = <b>0.47683</b><br>   | -0,1<br>сокращается                 |
| Среднедушевые денежные доходы населения (I2)                         | <b>Results</b><br>Gini Coefficient (G) = <b>0.72586</b><br>  | <b>Results</b><br>Gini Coefficient (G) = <b>0.74070</b><br>  | 0,02<br>увеличивается               |
| Номинальная начисленная заработная плата работников организаций (I3) | <b>Results</b><br>Gini Coefficient (G) = <b>0.73596</b><br> | <b>Results</b><br>Gini Coefficient (G) = <b>0.74277</b><br> | 0,01<br>увеличивается               |

Продолжение на следующей странице

**Таблица 2.** Эволюция кривой Лоренца по рассматриваемым параметрам, характеризующим процессы конвергенции. (Продолжение таблицы)

| Показатель                                               | 2016 год                                                                                                                                       | 2021 год                                                                                                                                        | Темп изменений, уровень неравенства |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Потребительские расходы в среднем на душу населения (I4) | <b>Results</b><br>Gini Coefficient (G) = <b>0.71569</b><br>   | <b>Results</b><br>Gini Coefficient (G) = <b>0.73085</b><br>   | 0,02<br>увеличивается               |
| Инвестиции в основной капитал на душу населения (I5)     | <b>Results</b><br>Gini Coefficient (G) = <b>0.67672</b><br>  | <b>Results</b><br>Gini Coefficient (G) = <b>0.52211</b><br>  | -0,15<br>сокращается                |
| Доходы консолидированных бюджетов (I6)                   | <b>Results</b><br>Gini Coefficient (G) = <b>0.58644</b><br> | <b>Results</b><br>Gini Coefficient (G) = <b>0.50219</b><br> | -0,08<br>сокращается                |

Источник: рассчитано и составлено авторами на основе статистических данных в ЮФО.

Уровень межрегионального неравенства при анализе субъектов ЮФО увеличивается по таким параметрам, как среднедушевые доходы, номинальная зарплата и расходы населения, в то время как коэффициент Джини показывает снижение разрыва по трем остальным переменным — доходы консолидированных бюджетов,

инвестиции в основной капитал и валовый региональный продукт (табл. 3).

Проблема правильной оценки уровня неравенства с помощью коэффициента Джини вполне оправдана при анализе распределения доходов, расходов населения, но недостаточна для

**Таблица 3.** Эволюция коэффициента Джини по рассматриваемым параметрам, характеризующим процессы конвергенции.

| Коэффициент Джини             | I1      | I2     | I3     | I4     | I5     | I6     |
|-------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2016 год                      | 0,48    | 0,72   | 0,73   | 0,71   | 0,67   | 0,58   |
| 2021 год                      | 0,47    | 0,74   | 0,74   | 0,73   | 0,52   | 0,5    |
| Темп изменений ( $\Delta$ )   | -0,01   | 0,02   | 0,01   | 0,02   | -0,15  | -0,08  |
| Скорость изменений, в год (t) | -0,0016 | 0,0033 | 0,0016 | 0,0033 | -0,025 | -0,013 |

Источник: рассчитано и составлено авторами на основе статистических данных в ЮФО.

**Таблица 4.** Эволюция индекса Тейла в разрезе субъектов ЮФО.

| Субъект РФ            | 2016 год | 2021 год | Направленность процесса |
|-----------------------|----------|----------|-------------------------|
| Республика Адыгея     | 0,7391   | 0,8229   | дивергенция             |
| Республика Калмыкия   | 0,5683   | 0,5593   | конвергенция            |
| Республика Крым       | 0,8122   | 0,7637   | конвергенция            |
| Краснодарский край    | 0,4238   | 0,4169   | конвергенция            |
| Астраханская область  | 0,4978   | 0,5187   | дивергенция             |
| Волгоградская область | 0,6106   | 0,7393   | дивергенция             |
| Ростовская область    | 0,5256   | 0,5252   | без изменений           |
| г. Севастополь        | 0,4717   | 0,4994   | дивергенция             |

Источник: рассчитано и составлено авторами на основе статистических данных в ЮФО.

выявления степени равномерности в искомом распределении между анализируемыми субъектами Южного федерального округа.

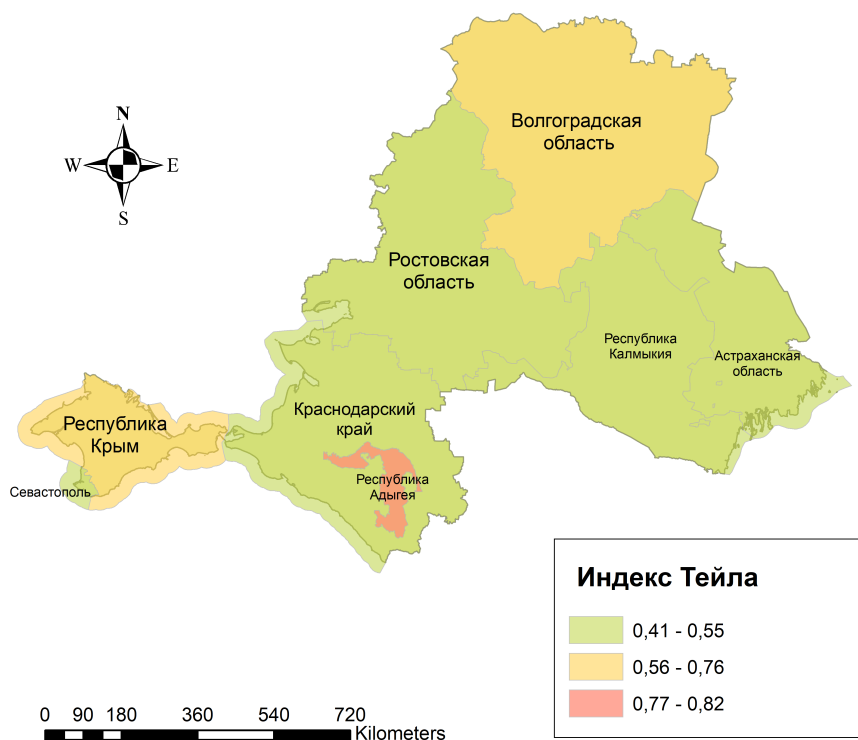
По данным полученных расчетов коэффициента Тейла (табл. 4), наблюдаются разнонаправленные тенденции. Процессы дивергенции нами фиксируются в Республике Адыгея, Астраханской области, Волгоградской области и в г. Севастополе, в то время как конвергенция социально-экономических показателей присутствует в Республике Калмыкия, Республике Крым, Краснодарском крае. Данные эффекты просматриваются при сравнении разницы в рассчитанных индексах Тейла между 2016 г. и 2021 г.

Визуализация распределения индекса Тейла по субъектам Южного федерального округа была реализована в среде ArcGis 10.4.1 и нанесена на векторную карту (рис. 1).

По уровню схожести в 2021 г. близки социально-экономические показатели Республики Крым и Волгоградской области, сильный и атипичный индекс Тейла наблюдается в Республике Адыгея. Данный субъект Южного федерального округа

очень сильно отличается от соседей, что вероятно связано со специализацией региона. Анализ сигма-конвергенции по отдельным показателям представляет собой срез показателей регионального различия и дисперсию региональных доходов. Данный подход полезен для понимания текущей ситуации, но недостаточен для выявления динамики роста дифференциации между бедными и богатыми регионами. Для решения этой задачи применяется бета-конвергенция, которая позволяет на основе коэффициентов напрямую измерять масштабы и скорости конвергенции.

Из литературных данных, известно, что бета-конвергенция, как правило, фиксирует динамику роста между бедными и богатыми регионами, на основе коэффициентов, которые измеряют наличие и масштабы данного процесса. Бета-конвергенция является объектом исследования Русановского В. А. [5], где анализируются процессы урбанизации и роста производительности труда. Показано, что диспропорции в региональном развитии России связаны с повышенной ролью агломераций, аккумулирующих ресурсы



**Рис. 1.** Карта Южного федерального округа с распределением индекса Тейла по субъектам РФ, 2021 г. Источник: рассчитано и построено авторами на основе статистических данных в ЮФО.

и факторы производства.

В литературе обсуждается два вида бета-конвергенции: абсолютная и условная. Измерение абсолютной бета-конвергенции, по нашему мнению, более актуально, поскольку сокращение различий в абсолютном выражении гораздо важнее, чем структура этого сближения. Особенно данное наблюдение важно при анализе региональной, а не межстрановой конвергенции, поэтому для субнациональных единиц – субъектов Федерации, структурные различия будут минимальными в связи с тем, что все они находятся в среде единой макроэкономической политики и в общих институциональных условиях.

В исследованиях отечественных ученых, как правило, при изучении конвергенции практически не учитываются пространственные эффекты. В зарубежных работах [15] они обсуждаются с начала XXI века. За этот период времени было доказано, что пространственные внешние эффекты очень важны для анализа моделей роста региона, поскольку предоставляют более глубо-

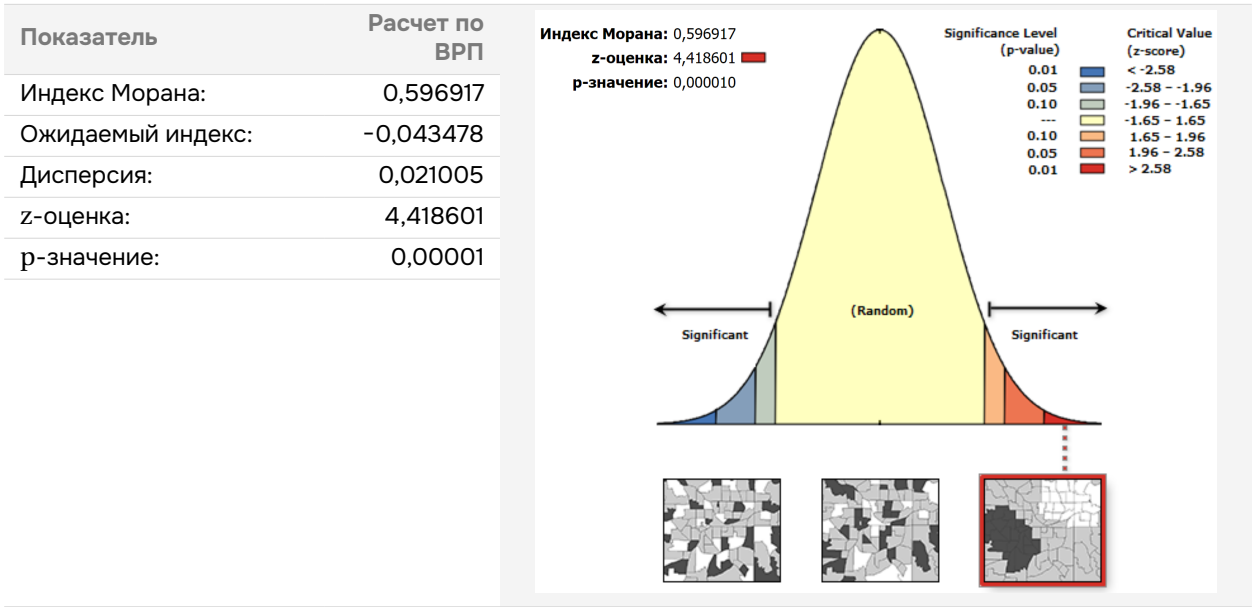
кое понимание регионального экономического роста и самого процесса конвергенции.

В работах Д. Гриффита [13] предлагается учитывать пространственную автокорреляцию в региональном анализе. Она определяется как «корреляция между значениями одной переменной, строго обусловленная близостью этих значений в географическом пространстве», что, несомненно, приводит к отклонению от предположения о независимых наблюдениях классической статистики.

Наиболее распространенной мерой пространственной зависимости является показатель Морана I, поскольку он дает хорошие результаты в подобных видах анализа и чувствителен к экстремальным значениям [12]. Расчет статистики Морана I обеспечивает тесты и визуализацию глобальной пространственной автокорреляции (тест на пространственную структуру и кластеризацию) [11]. Она измеряется по соотношению,



Таблица 5. Сводка индекса глобальной пространственной автокорреляции Морана I по ЮФО.



Источник: рассчитано и составлено авторами на основе статистических данных в ЮФО.

предложенному в работах Л. Ансалайна [7]:

$$I = \frac{N}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} [y_i - \bar{y}] [y_j - \bar{y}]}{\sum_{i=1}^N [y_i - \bar{y}]^2} \quad (1)$$

где:

- N – количество регионов;
- $y_i$  – ВРП на душу населения региона i;
- $y_j$  – ВРП на душу населения региона j;
- $\bar{y}$  – средний ВРП на душу населения для всех регионов;
- $w_{ij}$  – элемент стандартизированной матрицы двоичных пространственных весов;
- W – совокупность всех пространственных весов.

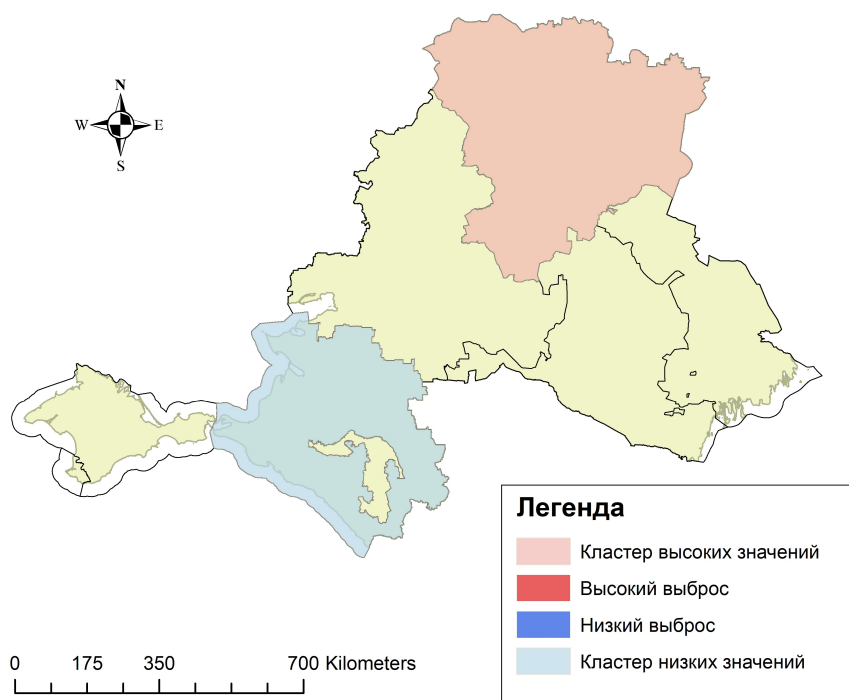
Расчет индекса пространственной автокорреляции Морана I по данным распределения ВРП на душу населения в Южном федеральном округе приведен в таблице 5.

Глобальная пространственная автокорреляция используется для определения кластеризации путем проверки нулевой гипотезы о «пространственной случайности». Статистика Морана I

предоставляет собой описательную статистику, предназначенную для определения существования пространственной зависимости. При наличии значительной пространственной автокорреляции необходимо включать пространственные параметры и взаимодействие в эконометрический анализ, предназначенный для проверки гипотезы о существовании бета-конвергенции.

Результат нашего анализа показывает, что полученный тип распределения кластеризован, а значит наблюдаемые пространственные процессы не распределены случайным образом. Положительное значение индекса Морана I указывает на тот факт, что высокие значения ВРП на душу населения соседствующих субъектов ЮФО располагаются рядом и субъекты-соседи могут быть объединены в кластеры.

Для выявления пространственного размещения указанных кластерных структур применяется расчет локальной пространственной автокорреляции, которая показывает, в какой степени каждое местоположение окружено соседями, имеющими схожие или разные значения. Данный подход используется для идентификации пространственных кластеров и пространственных



**Рис. 2.** Карта пространственного размещения кластерных структур Южного федерального округа.  
Источник: рассчитано и построено авторами на основе статистических данных в ЮФО.

выбросов по соотношению:

$$I_i = \frac{[y_i - \bar{y}]}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [y_i - \bar{y}]^2} \sum_{i=1}^N w_{ij} [y_i - \bar{y}]. \quad (2)$$

Пространственные кластеры могут быть следующих видов в соответствии с полученными в результате расчетов коэффициентами, указывающими на положительную и значимую локальную пространственную автокорреляцию:

1. Кластер высоких значений: регион с высоким ВРП на душу населения и с соседями с высоким ВРП на душу населения.
2. Кластер низких значений: регион с низким ВРП на душу населения и соседями с низким ВРП на душу населения.

Пространственные выбросы, указывающие на отрицательную и значительную локальную пространственную автокорреляцию:

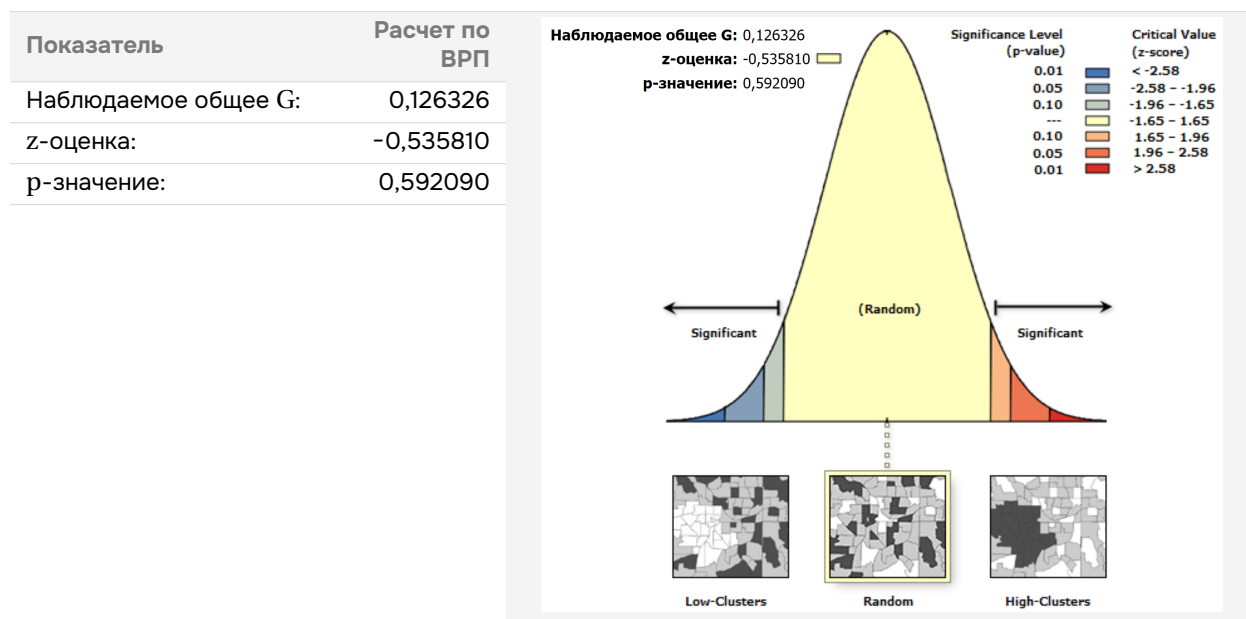
1. Высокий выброс: регион с высоким ВРП на душу населения и соседями с низким ВРП на душу населения.
2. Низкий выброс: регион с низким ВРП на душу

населения и соседями с высоким ВРП на душу населения.

Визуализация кластерных образований приведена на векторной карте, представленной на рисунке 2.

Расчет показывает (табл. 6), что z-оценка равная -0,53580995994, находится в группе случайного распределения. При этом статистическая значимость  $p = 0,59$ , что не позволяет с уверенностью констатировать значимость данной оценки. Это объясняется сравнительно небольшим для подобного вида анализа количеством изучаемых субъектов.

Разница в оценках (табл. 6) между расчетом глобального индекса Морана I и локальным статистическим показателем связаны с тем, что глобальный индекс Морана I показывает общую структуру и тренд в данных и он удобен при выявлении устойчивых, а не динамических процессов. В то время как локальный статистический показатель оценивает каждый субъект Федерации в контексте данных о ВРП на душу населения соседних субъектов и сравнивает

**Таблица 6.** Отчет о сильной и слабой кластеризации на основе показателя локальной пространственной автокорреляции.

Источник: рассчитано и составлено авторами на основе статистических данных в ЮФО.

локальные тенденции с глобальной ситуацией, поэтому приведенные выше два инструмента оценки бета-конвергенции оценивают разные пространственные структуры.

В **заключение** отметим, что к кластеру высоких значений, согласно нашим расчетам, относится Волгоградская область, а кластер низких значений представлен Краснодарским краем, что подтверждает ранее обнаруженные тенденции.

### Библиографический список

1. Авилкина С. В. Исследование процессов региональной конвергенции и дивергенции в развитии системы высшего образования // Статистика и Экономика. — 2021. — 18 (5). — С. 26–37. — DOI: [10.21686/2500-3925-2021-5-26-37](#).
2. Диденко Н. И., Киккас К. Н. Анализ конвергенции — дивергенции развития инновационно-технологических процессов в регионах России // Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования. — 2018. — Т. 4, № 3. — С. 241–259. — DOI: [10.21684/2411-7897-2018-4-3-241-259](#).
3. Малкина М. Ю. Динамика и факторы внутрирегиональной и межрегиональной дифференциации доходов населения РФ // Пространственная экономика. — 2014. — № 3. — С. 44–66. — DOI: [10.14530/se.2014.3.44-66](#).
4. Матвеева Л. Г. Перспективы и потенциал развития регионов Юга России в условиях антироссийских экономических санкций // Региональная экономика: теория и практика. — 2015. — 17(392). — С. 2–12.
5. Русановский В. А., Марков В. А. Фактор урбанизации в пространственных моделях экономического роста: оценка и особенности в Российской // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. — 2015. — 7(147). — С. 113–124.
6. Терещенко Д. С. Эмпирический анализ публикационной активности: конвергенция российских регионов? // Пространственная экономика. — 2020. — Т. 16, № 3. — С. 109–138. — DOI: [10.14530/se.2020.3.109-138](#).
7. Anselin L. Local Indicators of Spatial Association // Geographical Analysis. — 1995. — 27 (2). — P. 93–115.
8. Banerjee A., Kuri P. K. Development Disparities in India: An Enquiry into Convergence. — New Delhi : Springer India, 2015.
9. Barro R. J., Sala-i-Martin X. Economic Growth and Convergence across the United States. — National Bureau of Economic Research Working Paper, 1990.
10. Baumol W. Productivity Growth, Convergence and Welfare: What Do the Long Run Data Show? // American Economic Review. — 1986. — 76 (5). — P. 1072–1085.
11. Celebioğlu F., Dall'erba S. Spatial Disparities across the Regions of Turkey: An Exploratory Spatial

- Data Analysis // *The Annals of Regional Science*. – 2010. – 45 (2). – P. 379–400.
12. *Cliff A. D., Ord J. K.* The choice of a test for spatial autocorrelation // *Display and Analysis of Spatial Data* / ed. by J. C. Davies, M. J. McCullagh. – London : John Wiley, Sons, 1975. – P. 54–77.
  13. *Griffith D. A.* Spatial Autocorrelation and Spatial Filtering: Gaining Understanding Through Theory and Scientific Visualization. – Berlin : Springer-Verlag, 2003.
  14. *Lucas R. E. Jr.* On the Mechanics of Economic Development // *Journal of Monetary Economics*. – 1988. – No. 22. – P. 3–42.
  15. *Rey S. J., Montouri B. D.* U.S. Regional Income Convergence: A Spatial Econometric Perspective // *Regional Studies*. – 1999. – No. 33. – P. 143–156.
  16. *Romer P. M.* Increasing Returns and Long Run Growth // *Journal of Political Economy*. – 1986. – 94 (5). – P. 1002–1037.
  17. *Shankar R., Shah A.* Bridging the Economic Divide within Nations: A Scorecard on the Performance of Regional Development Policies in Reducing Regional Income Disparities. *World Development*. – 2003.
  18. *Solow R. M.* A Contribution to the Theory of Economic Growth // *The Quarterly Journal of Economics*. – 1956. – 70 (1). – P. 65–94.