

Оценка регионального рынка труда с учетом территориального эффекта (на примере Республики Беларусь)

Людмила Антоновна Сошникова,
Александр Васильевич Кишкович

Белорусский государственный экономический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Актуальность исследования проблем оценки и конкретного сравнительного анализа региональных рынков труда объясняется возрастающим значением совершенствования механизмов макроэкономического регулирования практически во всех странах СНГ. Целью работы была демонстрация возможностей инструментов пространственной эконометрики при анализе региональных рынков труда на примере Республики Беларусь. Авторы рассматривают методологические подходы к анализу индикаторов рынка труда на основе современных статистических и эконометрических инструментов.

Обоснована необходимость использования методов пространственной эконометрики для более точной оценки специфических характеристик регионов Республики Беларусь. На основе панельных данных была построена пространственная модель авторегрессии. При этом в качестве факторов использовались интегральные блочные индикаторы, охватывающие всего 40 первичных характеристик региона. В данной статье кратко обсуждаются положения, используемые при анализе пространственных данных, а также приводятся результаты построения смешанной модели пространственной авторегрессии. Для расчетов использовались данные за 2016–2019 гг., размещенные в свободном доступе в интерактивной информационно-аналитической системе распространения официальной статистической информации Национального статистического комитета Республики Беларусь (Белстат, 2021).

В качестве предикторов в регрессионную модель были включены интегральные индикаторы регионального рынка труда, взвешенные при помощи матрицы расстояний между центрами регионов. При этом использовались сорок исходных показателей. Полученные результаты исследования, по мнению авторов, могут иметь практическое использование в разработке программ развития региональных рынков труда.

Ключевые слова: рынок труда, математико-статистические методы, модели с постоянными и переменными весами, матрица весовых коэффициентов, пространственная авторегрессия, интегральный индикатор.

JEL: C15, C23, C33, C51, E20, E24, R21.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-2-23-32>.

Для цитирования: Сошникова Л.А., Кишкович А.В. Оценка регионального рынка труда с учетом территориального эффекта (на примере Республики Беларусь). Вопросы статистики. 2022;29(2):23–32.

Assessment of the Regional Labor Market, Taking into Account the Territorial Effect (Case Study: The Republic of Belarus)

Liudmila A. Soshnikava,
Alexander V. Kishkovich

Belarus State Economic University, Minsk, Republic of Belarus

The relevance of the study concerning evaluation problems and a specific comparative analysis of regional labor markets is explained by the growing importance of improving macroeconomic regulation in almost all CIS countries. The purpose of the work was to demonstrate the capabilities of spatial econometrics tools in the analysis of regional labor markets on the example of the Republic of Belarus. The authors consider methodological approaches to analyzing labor market indicators based on modern statistical and econometric tools.

The authors substantiated the necessity of using spatial econometrics methods for a more accurate assessment of the specific characteristics of the regions of the Republic of Belarus. A spatial autoregressive model was built using panel data. Here, integral block indicators were used as factors, covering only 40 primary characteristics of the region. This article briefly discusses the provisions used in spatial data analysis. It also presents the results of building a mixed model of spatial autoregression. For calculations, the authors used data for 2016–2019, which are freely available in the interactive business intelligence system for distribution of official statistical information of the National Statistical Committee of the Republic of Belarus (Belstat, 2021).

As predictors, the regression model included integral indicators of the regional labor market, weighted using a matrix of distances between the centers of regions. Here, were used forty initial indicators. According to the authors, the results of the study can have practical application when planning programs for the development of regional labor markets.

Keywords: labor market, mathematical and statistical methods, models with constant and variable weights, matrix of weight coefficients, spatial autoregression, integral indicator.

JEL: C15, C23, C33, C51, E20, E24, R21.

doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2022-29-2-23-32>.

For citation: Soshnikava L.A., Kishkovich A.V. Assessment of the Regional Labor Market, Taking into Account the Territorial Effect (Case Study: The Republic of Belarus). *Voprosy Statistiki*. 2022;29(2):23–32. (In Russ.)

Введение

С развитием информационных технологий повысилась доступность информации, которая охватывает пространственную привязку, в частности геоинформационных систем (ГИС). Использование пространственных характеристик изучаемых регионов способствует расширению возможностей статистического анализа, так как позволяет учитывать взаимное расположение объектов в пространстве и времени.

В работах [1–3] отмечается, что при построении регрессионных моделей на основе региональных данных возникает ряд проблем, которые рассматриваются в пространственной эконометрике. Межрегиональное перемещение капитала и трудовых ресурсов влияют на межрегиональное взаимодействие, а значит и на основные социально-экономические показатели регионов и темпы их роста. Считается, что регионы, которые являются близкими соседями, более интегрированы между собой, чем удаленные. Построение территориальных эконометрических моделей базируется на принципе межрегионального взаимодействия, суть которого заключается в том, что влияние регрессоров на результативный показатель региона зависит, в том числе и от его территориальной принадлежности, то есть от уровня развития его ближайшего окружения.

При использовании классических методов регрессионного анализа, как правило, не применяют данные о пространственном расположении объектов. Специфические методы и модели пространственной эконометрики позволяют исследовать процессы по территории и оценивать взаимовлияния показателей соседних регионов. В последнее время в пространственной статистике и эконометрике сформировалось отдельное

научное направление, позволяющее проводить анализ региональных характеристик с учетом взаиморасположения регионов [4–7]. В данной статье рассматриваются теоретические предпосылки, используемые при анализе пространственных данных, а также приводятся результаты построения смешанной модели пространственной авторегрессии для анализа регионального рынка труда Республики Беларусь. В качестве исходной информации авторы использовали региональные показатели за 2016–2019 гг., размещенные в свободном доступе на сайте Национального статистического комитета Республики Беларусь¹.

Алгоритм построения модели пространственной авторегрессии

В эконометрическом моделировании для получения хорошо интерпретируемых результатов целесообразно строить модели с включением в качестве факторов сопутствующих качественных переменных. С этой целью исследуемая совокупность (в данной работе – регионы Республики Беларусь) разбивается на несколько групп по территориальной принадлежности объекта тому или иному региону. Если построить отдельные регрессионные модели для каждого региона, то при пересечении границ региона некоторые коэффициенты модели могут меняться [8–9]. В этом случае получаем регрессионную модель с переменной структурой, у которой оценки параметров зависят от территориального расположения региона [10, с. 66].

Одной из простейших моделей пространственной авторегрессии первого порядка является модель, которая описывает зависимость интеграль-

¹ URL: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki>.

ного показателя рынка труда региона от значений пространственного лага:

$$Y = \alpha + \rho Y_i^* + \varepsilon, i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

где ε – случайные остатки модели,

$Y^* = WY$, где W – матрица весов с элементами

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j \text{ один из ближайших соседей } i\text{-го региона,} \\ 0 & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

α, ρ – неизвестные параметры модели.

В рассматриваемом примере модель описывает зависимость интегрального показателя рынка труда района от средневзвешенных интегральных показателей рынков труда соседних районов:

$$Y_i = \alpha + \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} Y_j + \varepsilon, i = 1, \dots, n. \quad (2)$$

Модель (3) называют *пространственной моделью авторегрессии* [8, 11–12]:

$$Y = \rho WY + \varepsilon, \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n). \quad (3)$$

Но для анализа регионального рынка труда необходимо еще учитывать целый ряд факторных переменных, от которых зависит обобщающий индикатор рынка труда в каждом конкретном регионе. В этом случае модель пространственной авторегрессии (3) преобразуется в смешанную модель пространственной авторегрессии (4):

$$Y = \rho WY + X\beta + \varepsilon, \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n), \quad (4)$$

где β – вектор коэффициентов регрессии,

ρ – коэффициент пространственной автокорреляции уровней первого порядка.

Модель (4) может включать и пространственные лаги факторных переменных:

$$Y = \rho WY + X\beta + WX\theta + \varepsilon, \quad (5)$$

где W – матрица весов, элементы которой определяются в соответствии с выбранным правилом.

Такие модели целесообразно строить, когда очевидно, что на результативный показатель, например, на интегральный показатель регионального рынка труда влияют темпы экономического роста, инвестиции, уровень заболеваемости, уровень преступности и т. д. как данного региона, так и соседних регионов.

При построении территориальных моделей регрессии необходимо выбрать и обосновать способ определения матрицы весовых коэффициентов. На практике нередко выдвигается предположение, что более близкие соседи оказывают наибольшее влияние на показатели региона. Хотя в отдельных случаях между отдаленными районами могут быть даже более тесные хозяйственные связи, обусловленные спецификой региональных видов деятельности (поставками сырья, комплектующих изделий, промежуточным потреблением товаров и др.). Часто используют следующие алгоритмы вычисления матрицы весовых коэффициентов, основанные на:

- административно-территориальном делении изучаемого региона (области, страны);
- пропускающей фиксированной ширине окна;
- использовании адаптивных ядер.

В первом случае для точек, принадлежащих району A , элемент весовой матрицы будет равен единице, в противном случае – нулю:

$$w_{ij} = 1, \text{ если } (i, j) \in A;$$

$$w_{ij} = 0, \text{ если } (i, j) \notin A.$$

Во втором варианте веса определяются с учетом расстояния между исследуемыми объектами. При этом задают предельно допустимую удаленность, т. е. некоторое фиксированное расстояние d , по которому определяются ближайшие соседи.

$$w_{ij} = 1, \text{ если } d_{ij} < b;$$

$$w_{ij} = 0, \text{ если } d_{ij} \geq b.$$

Расстояние между исследуемыми объектами d_{ij} находят как расстояние между точками на плоскости. Величина b фиксирована и называется шириной окна (или шириной полосы пропускания). Недостатком такого подхода является предположение, что все регионы, попавшие в полосу пропускания, оказывают одинаковое влияние на исследуемый регион. Но если задать достаточно широкую полосу пропускания, то регионы-соседи могут сильно отличаться по степени близости к данному региону. Влияние соседей будет уменьшаться с увеличением расстояния. Поэтому имеет смысл ввести систему взвешивания и веса определять с учетом изменения расстояния между исследуемыми объектами. Веса, которые

являются убывающими функциями расстояния, называются ядрами. Наиболее часто применяют ядра Гаусса [9]:

$$w_{ij} = \exp\left(-\frac{\alpha}{2} \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right), \quad (6)$$

где b – фиксированная ширина полосы пропускания, α – масштабный коэффициент.

В местоположении i вес равен единице, так как $d_{ij}=0$, а при удалении объектов исследования от i -го объекта веса быстро уменьшаются. Например, если принять масштабный коэффициент равным 0,1, а полосу пропускания 100 км, тогда вес для точки, отстоящей от исследуемого объекта на 20 км, будет равен:

$$w_{ij} = \exp\left(-0,05 \left(\frac{20}{100}\right)^2\right) \approx 500,$$

для точки, отстоящей от исследуемого объекта на 40 км, будет равен:

$$w_{ij} = \exp\left(-0,05 \left(\frac{40}{100}\right)^2\right) \approx 125,$$

для точки, отстоящей от исследуемого объекта на 100 км, будет равен:

$$w_{ij} = \exp\left(-0,05 \left(\frac{100}{100}\right)^2\right) \approx 20 \text{ и т. д.}$$

Веса можно рассчитывать с учетом рангов. Для этого рассчитываются все расстояния (например, по евклидовой метрике) и все соседи, попавшие в полосу пропускания, ранжируются по расстоянию до изучаемого объекта. Ближайшим соседям присваивают нулевой ранг и вес, равный единице. При удалении объектов от местоположения ранг, как и расстояние, увеличивается, а вес уменьшается.

Оптимальное число ближайших соседей m можно определить с помощью итеративной процедуры, сравнивая качество моделей для разных значений параметров (коэффициент масштаба, ширину полосы пропускания). Для полученного оптимального числа соседей проводится расчет весов с ядром би-квадрат (7) или три-куб (8). Положительные веса получают только m ближайших соседей, для остальных веса равны нулю. Например,

$$w_{ij} = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right)^2, & \text{если } j \text{ один из } m \text{ соседей} \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases} \quad (7)$$

Величина параметра b – это расстояние до самого дальнего из m ближайших соседей, попавших в полосу пропускания:

$$w_{ij} = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^3\right)^3, & \text{если } d_{ij} < b \\ 0, & \text{если } d_{ij} \geq b. \end{cases} \quad (8)$$

В случае использования выражения (8) убывание весов будет происходить быстрее.

В данной работе при анализе региональных рынков труда для расчета матрицы весов авторами были использованы все три варианта определения весов, приведенные выше.

Система статистических показателей, характеризующих рынок труда

Общий перечень показателей, используемых в моделировании и позволяющих охарактеризовать региональный рынок труда, насчитывает несколько сотен единиц [12–13], но на практике для анализа состояния и оценки качественного развития регионального рынка труда, по мнению авторов, достаточно выделить наиболее информативные из них, которые можно объединить в блоки, представленные в таблице 1.

Интегральный индикатор рынка труда (Y_i) отражает условия и характер труда в регионе, его напряженность и эффективность, удовлетворенность трудом, списочную численность работников, уровень безработицы, степень «безопасности» труда, количество созданных новых рабочих мест в регионе.

Интегральный индикатор качества населения (X_{1i}) охватывает способность естественного движения населения (рождаемость, смертность, старение), стремление образовывать семью, особенность распределения населения по возрасту.

Интегральный индикатор инвестиций (X_{2i}) – фактически это деньги или другие активы, которые вкладывают в развитие региона с целью получения максимальных выгод. Инвестиции можно рассматривать, как латентный фактор при создании новых, а зачастую и инновационных,

Система показателей регионального рынка труда

Рынок труда (Y)
– Среднемесячная заработная плата
– Уровень безработицы
– Уровень травматизма
– Списочная численность работников
– Удельный вес трудоустроенных граждан на вновь созданные рабочие места в списочной численности работников
Население (X_1)
– Число умерших на 1000 человек населения
– Число разводов на 1000 человек населения
– Число родившихся на 1000 человек населения
– Число браков на 1000 человек населения
– Доля населения моложе трудоспособного возраста в общей численности населения
– Доля населения трудоспособного возраста в общей численности населения
– Доля населения старше трудоспособного возраста в общей численности населения
– Миграционный прирост (убыль) на 1000 человек населения
Инвестиции (X_2)
– Коэффициент ввода новых основных средств
– Прямые иностранные инвестиции на одного занятого в экономике региона
– Инвестиции в основной капитал на одного занятого в экономике региона
– Удельный вес средств государственного бюджета, направленных на инвестиционные цели, в общем объеме инвестиций в основной капитал
– Ввод в эксплуатацию основных средств на одного занятого в регионе
– Иностранные инвестиции, накопленные в реальном секторе экономики, на одного занятого в экономике региона
– Чистое поступление, изъятие (-) иностранных инвестиций (всего, по видам инвестиций) на одного занятого в экономике региона
Малый бизнес (X_3)
– Рентабельность реализации продукции малого бизнеса
– Рентабельность продаж малого бизнеса
– Среднемесячная заработная плата в малом бизнесе
– Доля организаций малого бизнеса в общем числе организаций
– Производительность труда в малом бизнесе
– Чистая прибыль, убыток (-) на одного занятого в малом бизнесе
– Удельный вес убыточных организаций в общем числе организаций малого бизнеса
Социальная сфера (X_4)
– Численность практикующих врачей на 10 000 человек населения
– Обеспеченность населения жильем (в расчете на одного жителя)
– Удельный вес граждан, нуждающихся в улучшении жилищных условий, в общей численности населения
– Число зарегистрированных преступлений на 100 000 человек населения
– Торговая площадь магазинов на 10 000 человек населения
– Число мест в объектах общественного питания на 10 000 человек населения
– Ввод в эксплуатацию жилых домов на 1000 человек населения
– Число построенных квартир на 1000 человек населения

Источник: разработка авторов.

высокотехнологических рабочих мест. Показатели, которые входят в группу инвестиции:

- коэффициент ввода новых основных средств,
- прямые иностранные инвестиции на одного занятого в экономике региона,
- инвестиции в основной капитал на одного занятого в экономике региона,
- удельный вес средств государственного бюджета, направленных на инвестиционные цели, в общем объеме инвестиций в основной капитал,
- ввод в эксплуатацию основных средств на одного занятого в экономике региона,
- иностранные инвестиции, накопленные в реальном секторе экономики, на одного занятого в экономике региона,

– чистое поступление, изъятие (-) иностранных инвестиций (всего, по видам инвестиций) на одного занятого в экономике региона.

Интегральный индикатор развития малого бизнеса (X_{3i}) – ключевой элемент рыночной экономики, позволяющий решать ряд важных социально-экономических задач, в том числе и создание рабочих мест. Так, согласно бюро статистики труда США, на малые фирмы приходится около 50% всех занятых, а по данным Евростата в ЕС на малых предприятиях трудится свыше 70% работающего населения [14–15]. В то время как в Республике Беларусь в малом и среднем бизнесе занято менее 20% населения². К показателям эффективности деятельности

² Базы данных МОТ, Всемирного банка, ЕЭК ООН. Труд и занятость в Республике Беларусь. URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/socialnaya-sfera/trud/ofitsialnye-publikatsii_7/.

малого бизнеса в регионе авторы отнесли следующие:

- рентабельность реализации продукции малого бизнеса,
- рентабельность продаж малого бизнеса,
- среднемесячная заработная плата в малом бизнесе,
- доля организаций малого бизнеса в общем числе организаций,
- производительность труда в малом бизнесе,
- чистая прибыль, убыток (-) на одного занятого в малом бизнесе,
- удельный вес убыточных организаций в общем числе организаций малого бизнеса.

Интегральный индикатор социальной сферы (X_{qi}) – оценка состояния физического и социального благополучия людей, которая может быть дана при помощи следующих показателей:

- численность практикующих врачей на 10 000 человек населения,
- торговая площадь магазинов на 10 000 человек населения,
- число мест в объектах общественного питания на 10 000 человек населения.

Потребность в жилье, так же как и потребность в еде, относится к базовым потребностям человека, характеризуется следующими показателями:

- обеспеченность населения жильем (в расчете на одного жителя),
- удельный вес граждан, нуждающихся в улучшении жилищных условий, в общей численности населения,
- ввод в эксплуатацию жилых домов на 1000 человек населения,
- число построенных квартир на 1000 человек населения.

Безопасность граждан, которая измеряется числом зарегистрированных преступлений на 10 000 человек населения.

Для того, чтобы рассчитать каждый из перечисленных выше блочных интегральных показателей рынка труда, была проведена унификация исходных наблюдаемых переменных, в ходе которой значения исходных переменных приводятся к шкале (0, 1).

На следующем шаге рассчитываются интегральные индикаторы регионального рынка труда для

каждого блока с использованием факторного анализа (метод главных компонент) [8, с. 521; 16, с. 347]. Если в блоке было выделено более одной главной компоненты ($m_j > 1$), то расчет интегрального блочного показателя осуществлялся по формуле (9):

$$y_i(r) = \sum_{j=1}^{m_j} v_j(r) y_i^{(r)}(j), \quad (9)$$

где $y_i(r)$ – значение интегрального блочного индикатора r -ого блока для i -го региона,

$y_i^{(r)}(j)$ – значение j – главной компоненты r -ого блока для i -го региона,

$v_j(r)$ – нормированные неотрицательные веса, которые определяются пропорционально выборочным дисперсиям $\sum_{j=1}^{m_j} v_j(r) = 1$ (10):

$$s_j^2(r) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i^{(r)}(j) - \bar{y}^{(r)}(j))^2. \quad (10)$$

Для построения интегрального индикатора рынка труда блочные региональные индикаторы необходимо взвесить с учетом территориального расположения региона. С целью последующего выбора наиболее адекватной модели в данной работе авторы использовали три метода построения матрицы весовых коэффициентов:

– Метод административно-территориального деления ($W^{(n)}$). В том случае, когда регион i имеет общую границу с регионом j , элемент весовой матрицы принимаем равным единице, в противном случае – нулю.

– Метод «ядро би-квадрат», с фиксированной полосой пропускания ($b = 110$ км) ($W^{(d^2)}$).

$$w_{ij}^{(d^2)} = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right)^2, & \text{если } d_{ij} < b \\ 0, & \text{если } d_{ij} \geq b \end{cases}$$

– Метод «ядро три-куб», с фиксированной полосой пропускания ($b = 110$ км) ($W^{(d^3)}$).

$$w_{ij}^{(d^3)} = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^3\right)^3, & \text{если } d_{ij} < b \\ 0, & \text{если } d_{ij} \geq b. \end{cases}$$

Как в методе «ядро би-квадрат», так и в методе «ядро три-куб» для объектов в пределах полосы пропускания ($b = 110$ км) веса изменяются, а для остальных объектов они равны нулю.

Модель рынка труда с учетом территориальной расположенности районов Республики Беларусь

Перед заключительным этапом построения смешанной модели пространственной авторегрессии был проведен визуальный анализ. Так, на рисунке представлено пространственное

распределение регионов Республики Беларусь по интегральному индикатору рынка труда за 2016 и 2019 гг. Визуальный анализ не позволяет считать это распределение случайным. Отметим, что аналогичную картину можно наблюдать при построении картограммы пространственного распределения регионов по данному показателю за весь рассматриваемый период (см. рис. 1 и 2).

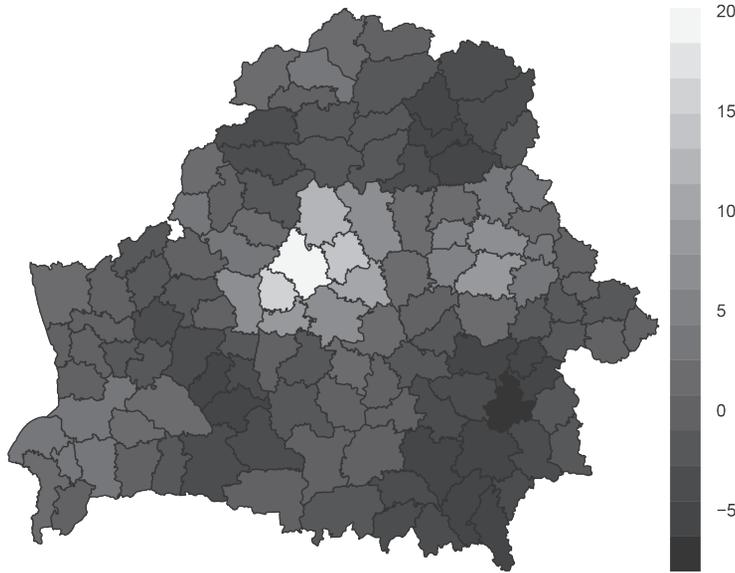


Рис. 1. Интегральный индикатор рынка труда регионов Республики Беларусь за 2016 г.

Источник: разработка авторов на основе [15].

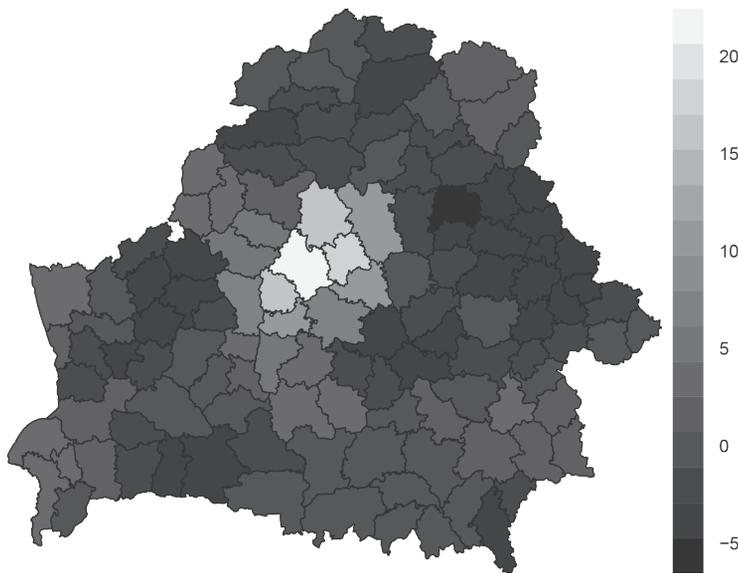


Рис. 2. Интегральный индикатор рынка труда регионов Республики Беларусь за 2019 г.

Источник: разработка авторов на основе [15].

На картограммах самые проблемные регионы по индикатору рынка труда окрашены в темные оттенки, а самые развитые – в светлые. Сравнивая два изображения можно сделать вывод, что количество проблемных регионов к 2019 г. возросло.

Далее из значений взвешенных интегральных блочных индикаторов были сформированы панели данных с 2016 по 2019 гг. по районам Республики Беларусь и построены смешанные модели пространственной авторегрессии, которые в общем виде представлены следующим образом:

$$Y_i = \alpha + \beta_1 X_{1i}^* + \beta_2 X_{2i}^* + \beta_3 X_{3i}^* + \beta_4 X_{4i}^* + \varepsilon, \quad (11)$$

где Y_i – интегральный индикатор рынка труда i -го региона,

X_{1i}^* – блочный интегральный индикатор населения i -го региона с учетом территориальной расположенности, X_{2i}^* – блочный интегральный индикатор инвестиций i -го региона с учетом территориальной расположенности региона,

X_{3i}^* – блочный интегральный индикатор малого бизнеса i -го региона с учетом территориальной расположенности региона,

X_{4i}^* – блочный интегральный индикатор социальной сферы i -го региона с учетом территориальной расположенности региона,

α – индивидуальный эффект регионов,

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ и β_4 – коэффициенты модели.

Оценки модели (11), выполненные в программе R с использованием библиотеки stats, для трех пространственных матриц приведены в таблице 2.

Таблица 2

Оценки смешанной модели пространственной авторегрессии

Веса	$W^{(d^2)}$		$W^{(d^3)}$		$W^{(n)}$	
	β	Статистическая ошибка	β	Статистическая ошибка	β	Статистическая ошибка
α	-0,127	(0,121)	-0,130	(0,132)	-0,088	(0,174)
X_{1i}^*	-0,252***	(0,033)	-0,257***	(0,033)	-0,224***	(0,036)
X_{2i}^*	0,133**	(0,041)	0,131**	(0,041)	0,247***	(0,043)
X_{3i}^*	0,306***	(0,037)	0,305***	(0,037)	0,273***	(0,043)
X_{4i}^*	-0,106**	(0,041)	-0,110**	(0,041)	-0,090	(0,046)
R^2	0,624		0,625		0,576	
Log-likelihood	-1242,082		-1286,510		-1430,459	
AIC	2496,163		2585,021		2872,917	
BIC	2521,640		2610,498		2898,394	

Примечание. Значимость *** = $p < 0,001$; ** = $p < 0,01$; * = $p < 0,05$. Число регионов – 129, число наблюдений – 516.

Отметим, что коэффициенты для разных пространственных матриц различаются незначительно, и для всех матриц наблюдаем *прямую зависимость* между интегральным индикатором рынка труда i -го региона и блочными интегральными индикаторами инвестиций и малого бизнеса этого региона и *обратную зависимость* – с блочными интегральными индикаторами демографическими и социальной сферы i -го региона. Коэффициенты при всех переменных, за исключением блочного интегрального индикатора социальной сферы, взвешенного при помощи метода административно-территориального деления ($W^{(n)}$), являются статистически значимыми на уровне 0,01.

Для того, чтобы определить какая матрица весовых коэффициентов наилучше описывает закономерность, использовался критерий Акаике (AIC). Так, в нашем случае наименьшее значение штрафных баллов получила модель, в которой матрица весовых коэффициентов строится на основе метода «ядро би-квадрат».

Заключение

Как показали выполненные исследования, анализ регионального рынка труда с учетом территориального аспекта является сложным и многогранным. Он позволяет выбрать любой из ва-

риантов построения матрицы территориальных весовых коэффициентов; использовать модели пространственной регрессии, базирующиеся на различных теоретических предпосылках.

Предложенный авторами метод использования многоаспектной системы интегральных индикаторов для оценки состояния рынков труда регионов Республики Беларусь с учетом их территориальных особенностей показывает, что инвестиции в регионы и развитие малого бизнеса улучшают состояние регионального рынка труда, а слабое развитие социальной сферы и неблагоприятные демографические процессы в регионах ухудшают его интегральную оценку.

Авторы полагают, что рассмотренный в работе методологический подход к моделированию территориальных различий региональных рынков труда может быть расширен за счет добавления в каждый из блоков (таблица 1) дополнительных региональных характеристик, в том числе и качественных. Полученные результаты пространственного моделирования рынка труда могут быть использованы Министерством экономики, Министерством труда и социальной защиты населения, а также органами регионального управления при оценке рынка труда регионов и выработке оптимальной стратегии их развития.

Литература

1. **Anselin L.** Spatial Econometrics // *Palgrave Handbook of Econometrics*. Vol. 1. Econometrics Theory. Basingstoke: Palgrave Macmillan. 2006. P. 901–941.
2. **Lugovoy O.** et al. *Analysis of Economic Growth in Regions: Geographical and Institutional Aspect*. Moscow: Consortium for Economic Policy Research and Advice, IET, 2007. 132 p.
3. **Bavaud F.** Models for Spatial Weights: A Systematic Look // *Geographical Analysis*. 1998. Vol. 30. No 2. P. 153–171.

4. **Cliff A.D., Ord J.K.** *Spatial Processes: Models and Applications*. London: Pion Limited, 1981. 266 p.

5. **LeSage J.P.** *The Theory and Practice of Spatial Econometrics*. Toledo, Ohio: University of Toledo, 1999. 296 p.

6. **Lloyd C.D.** *Local Models for Spatial Analysis*. Boca Raton: CRC/Taylor and Francis, 2007. 244 p.

7. **Schabenberger O., Gotway C.A.** *Statistical Methods for Spatial Data Analysis*. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2005. 512 p. doi: <https://doi.org/10.1201/9781315275086>.

8. **Айвазян С.А., Мхитарян В.С.** *Прикладная статистика и основы эконометрики*. М.: ЮНИТИ, 1998. 1000 с.

9. **Балаш В.А., Балаш О.С., Харламов А.В.** Эконометрический анализ геокодированных данных о ценах на жилую недвижимость // *Прикладная эконометрика*. 2011. Т. 22. № 2. С. 62–77.

10. **Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А.** *Эконометрика. Начальный курс: учеб. 6-е изд., перераб. и доп.* М.: Дело, 2004. 576 с.

11. **Vakulenko E.S.** Analysis of the Relationship Between Regional Labor Markets in Russia Using Okun's Law // *Applied Econometrics*. 2015. Vol. 40. No 4. P. 28–48.

12. **Tatli S., Yerdelen Tatoğlu F.** Spatial Econometric Models and The Analysis of the Determinants of Internal Migration in Turkey // *Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics*. 2022. No 36. doi: <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.36.995797>.

13. Роберт Уразов на ВЭФ-2019: Цифровая сфера и самозанятость – главные перспективные рынки труда. URL: <https://worldskills.ru/mediacentr/novosti/robert-urazov-na-vef-2019-czifrovaya-sfera-i-samozanyatost-%E2%80%93-glavnyie-perspektivnyie-ryinki-truda.html>.

14. *Spatial Econometrics on Panel Data // Handbook of Spatial Analysis. Theory and Application with R*. Insee Methodes. № 131 – October. Eurostat, 2018. P. 194.

15. Global Administrative Areas. URL: https://gadm.org/download_country_v3.html.

16. **Сошникова Л.А.** и др. *Многомерный статистический анализ в экономике: учеб. пособие для студентов вузов / под ред. проф. В.Н. Тамашевича*. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. 598 с.

Информация об авторах

Людмила Антоновна Сошникова – д-р экон. наук, профессор кафедры статистики, Белорусский государственный экономический университет. Республика Беларусь, 220070, г. Минск, пр. Партизанский, 26. E-mail: ludmila_sosh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1402-5490>.

Александр Васильевич Кишкович – магистр экономики, аспирант кафедры статистики, Белорусский государственный экономический университет. Республика Беларусь, 220070, г. Минск, пр. Партизанский, 26. E-mail: kishkovich.shura@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0480-5167>.

References

1. **Anselin L.** Spatial Econometrics. In: *Palgrave Handbook of Econometrics: Volume 1. Econometrics Theory*. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2006. Pp. 901–941.

2. **Lugovoy O.** et al. *Analysis of Economic Growth in Regions: Geographical and Institutional Aspect*. Moscow: Consortium for Economic Policy Research and Advice, IET; 2007.132 p.

3. **Bavaud F.** Models for Spatial Weights: A Systematic Look. *Geographical Analysis*. 1998;30(2):153—171.
4. **Cliff A.D., Ord J.K.** *Spatial Processes: Models and Applications*. London: Pion Limited; 1981. 266 p.
5. **LeSage J.P.** *The Theory and Practice of Spatial Econometrics*. Toledo, Ohio: University of Toledo; 1999. 296 p.
6. **Lloyd C.D.** *Local Models for Spatial Analysis*. Boca Raton: CRC/Taylor and Francis; 2007. 244 p.
7. **Schabenberger O., Gotway C.A.** *Statistical Methods for Spatial Data Analysis*. Chapman and Hall/CRC; 2005. 512 p. Available from: <https://doi.org/10.1201/9781315275086>.
8. **Aivazian S.A., Mkhitarian V.S.** *Applied Statistics and Fundamentals of Econometrics*. Moscow: UNITI Publ.; 1998. 1000 p. (In Russ.)
9. **Balash V.A., Balash O.S., Kharlamov A.V.** Econometric Analysis of Geocoded Data on Prices for Residential Real Estate. *Applied Econometrics*. 2011;22(2):62—77. (In Russ.)
10. **Magnus Ya.R., Katyshev P.K., Peresetskiy A.A.** *Econometrics. Initial Course*. Textbook, 6th Edition, Updated and Revised. Moscow: Delo Publ.; 2004. 576 p. (In Russ.)
11. **Vakulenko E.S.** Analysis of the Relationship Between Regional Labor Markets in Russia Using Okun's Law. *Applied Econometrics*. 2015;40(4):28—48.
12. **Tatli S., Yerdelen Tatoğlu F.** Spatial Econometric Models and The Analysis of the Determinants of Internal Migration in Turkey. *Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics*. 2022;(36). Available from: <https://doi.org/10.26650/ekoist.2022.36.995797>.
13. Robert Urazov at EEF 2019: *Digital Sphere and Self-Employment Are the Main Promising Labor Markets*. Available from: <https://worldskills.ru/mediacentr/novosti/robert-urazov-na-vef-2019-czifrovaya-sfera-i-samozanyatost-%E2%80%93-glavnyie-perspektivnyie-ryinki-truda.html>. (In Russ.)
14. Spatial Econometrics on Panel Data. In: *Handbook of Spatial Analysis. Theory and Application with R. Insee Méthodes. No. 131—October*. Eurostat; 2018. P. 194.
15. *Global Administrative Areas*. Available from: https://gadm.org/download_country_v3.html (accessed 20.04.2021).
16. **Soshnikova L.A.** et al., Tamashevich V.N. (ed.) *Multidimensional Statistical Analysis in Economics: Textbook*. Moscow: UNITI Publ.; 1999. 598 p. (In Russ.)

About the authors

Liudmila A. Soshnikava — Dr. Sci. (Econ.), Professor, Department of Statistics, Belarus State Economic University, 26, Partizanski Av, Minsk, 220070, Republic of Belarus. E-mail: ludmila_sosh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1402-5490>.

Alexander V. Kishkovich — Master of Economics, Postgraduate Student, Department of Statistics, Belarus State Economic University, 26, Partizanski Av, Minsk, 220070, Republic of Belarus. E-mail: kishkovich.shura@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0480-5167>.