

УПРАВЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯМИ НА РЫНКЕ ТРУДА В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН НА ОСНОВЕ ГРАВИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Назаров Дмитрий Михайлович

Заведующий кафедрой «Бизнес-информатика» УрГЭУ,

Доктор экономических наук, профессор

E-mail: slup2005@mail.ru

Джурабаев Отабек Джурабаевич

Заведующий кафедрой «Финансы и цифровая экономика» ТГЭУ,

Доктор экономических наук, профессор

Аннотация

Статья посвящена количественной оценке межрегиональных взаимодействий на рынке труда Республики Узбекистан с применением модифицированной гравитационной модели, основанной на интеграции методов анализа главных компонент (РСА) и упрощённой версии алгоритма DEMATEL. Предложен подход к формированию «трудовой массы» региона как агрегированного показателя, описывающего состояние и структуру регионального рынка труда на основе пяти ключевых индикаторов. Построена матрица гравитационных взаимодействий между регионами, отражающая интенсивность потенциальных трудовых потоков с учётом пространственного фактора. Проведена идентификация центров экономического притяжения и периферийных регионов. Результаты исследования демонстрируют выраженную пространственную неоднородность рынка труда Узбекистана и подтверждают наличие устойчивых трудовых центров (Ташкент, Ташкентская область, Ферганская долина) и регионов с ограниченной связностью. Предложенный подход может применяться для мониторинга дисбалансов при разработке программ региональной занятости и оценке влияния пространственных факторов на динамику рынка труда.

Ключевые слова: рынок труда; межрегиональные экономические взаимодействия; гравитационная модель; трудовой потенциал региона; метод главных компонент (РСА); пространственная дифференциация; трудовая мобильность.

Annotatsiya

Mazkur maqola O‘zbekiston Respublikasi mehnat bozori doirasida hududlararo o‘zaro ta’sirlarni miqdoriy baholashga bag‘ishlangan bo‘lib, unda asosiy komponentlar tahlili (РСА) va DEMATEL algoritmining soddalashtirilgan variantini integratsiyalashga asoslangan modifikatsiyalangan gravitatsion model qo‘llaniladi. Tadqiqotda hududiy mehnat bozorining holati va tuzilmasini tavsiflovchi beshta asosiy indikator asosida mintaqaning «mehnat massasi»ni shakllantirish yondashuvi taklif etilgan. Hududlar o‘rtasidagi potensial mehnat oqimlari intensivligini fazoviy omilni hisobga olgan holda aks ettiruvchi gravitatsion o‘zaro ta’sirlar matritsasi tuzilgan. Iqtisodiy tortishish markazlari va periferik hududlar aniqlangan. Tadqiqot natijalari

O‘zbekiston mehnat bozorida yaqqol fazoviy notekislik mavjudligini ko‘rsatib, barqaror mehnat markazlari (Toshkent shahri, Toshkent viloyati, Farg‘ona vodiysi) hamda bog‘liqligi cheklangan hududlar mavjudligini tasdiqlaydi. Taklif etilgan yondashuv hududiy bandlik dasturlarini ishlab chiqishda nomutanosibliklarni monitoring qilish va fazoviy omillarning mehnat bozori dinamikasiga ta‘sirini baholashda qo‘llanishi mumkin.

Kalit so‘zlar: mehnat bozori; hududlararo iqtisodiy o‘zaro ta‘sirilar; gravitatsion model; hududning mehnat salohiyati; asosiy komponentlar tahlili (PCA); fazoviy differentsiatsiya; mehnat mobilligi.

Abstract

This article is devoted to the quantitative assessment of interregional interactions in the labor market of the Republic of Uzbekistan using a modified gravity model based on the integration of principal component analysis (PCA) and a simplified version of the DEMATEL algorithm. The study proposes an approach to forming a region’s “labor mass” as an aggregated indicator describing the condition and structure of the regional labor market based on five key indicators. A matrix of gravitational interactions between regions is constructed, reflecting the intensity of potential labor flows while accounting for spatial factors. Centers of economic attraction and peripheral regions are identified. The research results reveal pronounced spatial heterogeneity in Uzbekistan’s labor market and confirm the existence of stable labor centers (Tashkent city, Tashkent region, and the Fergana Valley) as well as regions with limited connectivity. The proposed approach can be applied to monitor regional labor market imbalances, support the development of regional employment programs, and assess the impact of spatial factors on labor market dynamics.

Keywords: labor market; interregional economic interactions; gravity model; regional labor potential; principal component analysis (PCA); spatial differentiation; labor mobility.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ экономических взаимодействий между регионами является ключевым инструментом для выработки стратегий сбалансированного развития и понимания пространственной организации национальной экономики. В рамках рынка труда Республики Узбекистан особую значимость приобретает изучение межрегиональных особенностей рынка труда и различий на уровне участия населения в экономической деятельности. Усиление процессов цифровизации, развитие транспортно-логистической инфраструктуры и усложнение отраслевой структуры экономики приводят к тому, что взаимодействие между регионами становится более интенсивным и напрямую влияет на устойчивость рынка труда и конкурентоспособность страны в мировом масштабе. В этих условиях особенно важно исследовать структуру и силу межрегиональных взаимодействий на рынке труда, а также выявить факторы, определяющие это взаимодействие.

Республика Узбекистан характеризуется выраженной пространственной дифференциацией рынка труда. Наблюдаются значимые различия в доле

экономически активного населения по регионам, уровне занятости и безработицы, в структуре доходов населения и масштабах экономической активности между городом Ташкентом, промышленно развитым центром страны, регионами Ферганской долины, с одной стороны, и периферийными регионами, включая Республику Каракалпакстан и ряд южных областей, с другой. Существенную роль в функционировании рынка труда играет внутренняя трудовая миграция, формирующая устойчивые потоки рабочей силы в направлении крупнейших экономических центров Республики Узбекистан. Оценка силы и направленности этих потоков рабочей силы позволяет не только выявить центры ее притяжения, но и понять степень развития менее развитых территорий, а также выявить зоны потенциальных рисков для обеспечения устойчивости занятости населения по регионам.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Проведённый анализ отечественных и зарубежных исследований показывает, что изучение региональных экономических взаимодействий традиционно опирается на достаточно широкий спектр научных подходов. В российской и международной литературе доминируют корреляционно-регрессионный анализ и эконометрические модели, позволяющие оценивать влияние различных факторов на развитие территорий и строить прогнозы ключевых показателей. Значительный вклад в подобного рода исследования внесён в рамках работ, оценки силы связей в которых основаны на производственных функциях, моделях регионального роста, классических и модифицированных моделях «затраты – выпуск», традиционно применяемых для анализа межотраслевых и межрегиональных связей. Отдельное направление составляют исследования, использующие гравитационные модели для анализа миграционных потоков, различных аспектов торговли и др. Такой подход нашел свое отражение в работах J. Anderson, Y. Yotov, R. Baldwin, J. Bergstrand, P. Egger, J. Silva, S. Tenreugo, а также ряда других зарубежных ученых.

В то же время анализ рынка труда Республики Узбекистан с позиций применения гравитационного подхода и пространственных измерений в настоящее время остаётся недостаточно разработанным. Как правило, исследования различных аспектов рынка труда рассматриваются учеными в рамках описательной статистики, простых регрессионных моделей или институционального анализа. Такая ситуация позволяет утверждать, что при анализе национального рынка труда учеными крайне редко применяются инструменты комплексного анализа в рамках единой модели межрегиональных взаимодействий на рынке труда.

Таким образом, актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки инструментов комплексной количественной оценки межрегиональных экономических взаимодействий на рынке труда Республики Узбекистан с использованием современных методов анализа данных и пространственного моделирования.

Цель статьи – разработать и апробировать модифицированный вариант гравитационной модели для оценки силы экономических взаимодействий на рынке труда между регионами Республики Узбекистан на основе официальной статистики рынка труда и методов анализа данных (РСА и последующего построения интегральных показателей на основе метода DEMATEL).

Статья структурирована следующим образом. В первом разделе рассматривается теоретическая сущность гравитационного подхода и особенности его применения к анализу регионального рынка труда. Во втором разделе описываются методы подготовки и агрегирования статистических данных, формирование интегральной характеристики трудового потенциала регионов на основе метода главных компонент и постановка модифицированной гравитационной модели. В третьем разделе представлена апробация модели на примере регионов Республики Узбекистан, проводится интерпретация полученных результатов и формулируются выводы для региональной политики на рынке труда.

Использование гравитационных моделей позволяет формализовать и количественно оценить силу взаимодействий между различными экономическими объектами — странами, регионами, рынками труда и отдельными секторами экономики. Теоретические основы гравитационного подхода были заложены Дж. Андерсоном в работе «A theoretical foundation for the gravity equation» (1979), в которой впервые им была представлена строгая экономическая интерпретация гравитационного уравнения. Основная идея заключалась в том, что экономические взаимодействия — в особенности торговые потоки — подчиняются логике, аналогичной закону всемирного тяготения: объём взаимодействия между двумя субъектами пропорционален произведению их «экономических масс» и обратно пропорционален расстоянию между ними.

В дальнейшем подход Андерсона был существенно развит в исследованиях Yotov Y., Bergstrand J., Egger P. и других авторов. Эти работы показали, что гравитационные модели достаточно достоверно могут описывать влияние структуры рынков, масштабов экономик, соглашений о свободной торговле, институциональных факторов и различных «трений» при экономических взаимодействиях. Например, Baldwin R. и DiNino V. продемонстрировали применимость гравитационного подхода к анализу изменений торговых потоков под воздействием валютной интеграции и макроэкономических шоков.

Другие исследователи сосредоточились на расширении функциональных форм модели, корректных методах оценивания параметров и адаптации гравитационных уравнений к нетрадиционным задачам — моделированию миграции, распределению инвестиций, потокам капитала и пространственной мобильности рабочей силы (Silva J., Tenreyro S., Keller W., Evenett S., Chuang-lin F., Yatin L. и др.). В региональных исследованиях модель успешно применялась к оценке силы связей взаимодействия на уровне областей, районов и городских агломераций.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Классическая гравитационная модель записывается в виде:

$$T_{ij} = \frac{G \cdot (M_i \cdot M_j)}{D_{ij}^\beta}, \quad (1)$$

где:

T_{ij} – величина, определяющая силу экономического взаимодействия между регионами i и j ;

M_i и M_j – «экономические массы» регионов (например, их ВВП или численность населения);

D_{ij} - расстояние между столицами регионов i и j ;

G - коэффициент пропорциональности (может быть оценён эмпирически исходя из условий построения модели);

β - параметр, определяющий степень влияния расстояния на экономические взаимодействия, в классическом варианте $\beta = 2$.

Несмотря на кажущуюся простоту, ключевым и наиболее сложным элементом модели остаётся определение экономической массы регионов. В работах различных авторов эта категория принимает различные интерпретации: ВВП, численность населения, объём экспорта, занятость, технологический потенциал, плотность сети взаимодействий. В исследованиях азиатских ученых (Yatin L., Yuqi L., Zhiyuan W. и др.) «масса» часто определяется, как доля населения региона и его экономическая активность. Такой подход хорошо описывает пространственные модели экономических взаимодействий на рынках труда и внутреннюю мобильность рабочей силы.

Несмотря на широкое применение гравитационных моделей в торговле, миграции и региональной экономике, использование данного подхода в исследованиях рынка труда остаётся недостаточно изученным. Основная сложность связана с выбором корректного показателя «массы» — агрегированной характеристики региона, отражающей его способность генерировать и привлекать трудовые ресурсы. В отличие от ВВП, который традиционно применяется в классических моделях, рынок труда требует включения показателей трудовой активности, структуры рабочей силы, LFPR и других характеристик.

В таком случае «масса» региона может быть определена как интегральная характеристика его трудового потенциала, включающая численность занятых, долю экономически активного населения, показатели и параметры занятости.

Расстояние между регионами интерпретируется как пространственный барьер, определяющий интенсивность перемещений трудовой силы и межрегиональных взаимодействий. Использование гравитационной модели для анализа рынка труда позволяет выявить регионы-доноры и регионы-реципиенты рабочей силы, степень централизации рынка труда, направления трудовых потоков и зоны потенциального риска.

В настоящем исследовании предлагается рассматривать «трудовую массу» региона как агрегатную величину, полученную с применением метода главных компонент:

- X_1 - показатель трудовой активности региона;
- X_2 - показатель доли экономически активного населения в общей численности населения трудоспособного возраста (Labour Force Participation Rate, LFPR);
- X_3 - абсолютный показатель, характеризующий реальный масштаб занятости;
- X_4 - показатель, отражающий структуру рабочей силы региона;
- X_5 - обобщённый показатель трудового потенциала региона.

Такой подход позволяет объединить качественные и количественные характеристики в единую метрику, минимизировав потери информации.

Таким образом, сущность применение гравитационной модели в экономике — в том числе в анализе межрегиональных взаимодействий на рынке труда — заключается в количественной оценке пространственных зависимостей, основанных на оценке между экономическим (или трудовым) потенциалом регионов и их географической близостью. Эта модель представляет собой универсальный инструмент анализа, позволяющий выявить структурные связи, оценить их силу и интерпретировать полученные результаты в контексте реализации региональной политики на рынке труда.

1. Постановка задачи

Рассмотрим систему регионов Республики Узбекистан

$$R = \{1, 2, \dots, n\},$$

внутри которой формируются трудовые взаимодействия, определяемые уровнем экономической активности населения, масштабом занятости, структурой рабочей силы и трудовым потенциалом каждого региона.

Необходимо построить модель, позволяющую количественно оценить силу межрегиональных взаимодействий и выявить центры притяжения в системе регионального рынка труда.

Для достижения цели предлагается модифицированный вариант гравитационной модели, который включает:

1. агрегирование исходных показателей регионов методом главных компонент (РСА);
2. формирование матрицы межрегиональных взаимодействий на основе гравитационного ядра;
3. применение упрощённого метода DEMATEL для выявления центров притяжения рабочей силы.

4. Пространство исходных показателей рынка труда

Каждый регион i характеризуется вектором из пяти ключевых показателей рынка труда:

$$X_i = (X_{1,i}, X_{2,i}, X_{3,i}, X_{4,i}, X_{5,i}),$$

где:

- X_1 - показатель трудовой активности региона;
- X_2 - показатель доли экономически активного населения в общей численности населения трудоспособного возраста (Labour Force Participation Rate, LFPR);
- X_3 - абсолютный показатель, характеризующий реальный масштаб занятости;
- X_4 - показатель, отражающий структуру рабочей силы региона;
- X_5 - обобщённый показатель трудового потенциала региона.

3. Нормирование и применение метода главных компонент (PCA)

Исходные показатели предварительно стандартизируются по формуле:

$$\tilde{X}_{j,i} = \frac{X_{j,i} - \mu_j}{\sigma_j},$$

где μ_j и σ_j - выборочные среднее и стандартное отклонение показателя X_j по всем регионам.

На стандартизованных данных выполняется разложение по главным компонентам:

$$Z_i = W^T \tilde{X}_i,$$

где W - матрица собственных векторов ковариационной матрицы признаков.

Первые две главные компоненты $Z_{1,i}, Z_{2,i}$ содержит наибольшую долю общей дисперсии исходных данных. В модифицированной гравитационной модели она интерпретируется как интегральная характеристика трудового потенциала региона:

$$M_i = a_{1,i}Z_{1,i} + a_{2,i}Z_{2,i}$$

4. Матрица расстояний между регионами

Взаимное расположение регионов описывается матрицей дорожных расстояний:

$$D = [d_{ij}], d_{ij} = d_{ji} > 0, d_{ii} = 0$$

где d_{ij} - официальное расстояние между административными центрами регионов i и j .

Использование официальных расстояний обеспечивает большую точность модели в условиях реального функционирования рынка труда.

5. Модифицированное гравитационное ядро

Сила экономического взаимодействия между регионами определяется гравитационным выражением:

$$t_{ij} = \frac{M_i M_j}{d_{ij}^\beta},$$

где:

- M_i, M_j - «трудовые массы» регионов (значения первой главной компоненты);
- $\beta > 0$ - параметр чувствительности к расстоянию;

- t_{ij} - интенсивность взаимодействия между регионами i и j .

Поскольку анализ проводится в рамках единой экономической системы, предполагается симметричность матрицы взаимодействий:

$$t_{ij} = t_{ji}.$$

В итоге формируется матрица:

$$T = [t_{ij}]_{i,j=1}^n,$$

отражающая силу взаимного влияния регионов.

6. DEMATEL-анализ структуры межрегиональных взаимодействий

Для выявления центров притяжения рабочей силы применяется адаптированная для симметричной матрицы версия метода DEMATEL.

Определяется суммарное влияние региона i на другие регионы:

$$R_i = \sum_{j=1}^n t_{ij}.$$

Аналогично определяется суммарное влияние других регионов на регион i :

$$C_i = \sum_{j=1}^n t_{ji}.$$

Так как матрица T симметрична:

$$R_i = C_i$$

Индекс «центральности» региона определяется выражением:

$$P_i = R_i + C_i = 2R_i$$

Показатель P_i :

- служит мерой включённости региона в систему трудовых взаимодействий;
- позволяет выделить ядро и периферию рынка труда;
- используется для ранжирования регионов по уровню их способности «притягивать» рабочую силу.

7. Итоговая система уравнений модифицированной гравитационной модели

$$\begin{cases} M_i = a_{1,i}Z_{1,i} + a_{2,i}Z_{2,i} \\ t_{ij} = \frac{M_i M_j}{d_{ij}^\beta} \\ R_i = \sum_{j=1}^n t_{ij} \\ P_i = 2R_i \end{cases}$$

8. Преимущества предложенной модификации

- Экономическая масса региона формируется на основе метода РСА, что снижает размерность данных и уменьшает потерю информации.

- В качестве метрики расстояния применяются реальные официальные расстояния между регионами, а это повышает точность оценки взаимодействий на рынках труда.

- Использование метода DEMATEL позволяет оценить структуру связей и определить центры притяжения рынка труда.

- Модель обладает высокой интерпретируемостью и легко адаптируется к добавлению новых показателей рынка труда.

Анализ региональных особенностей рынка труда в Республике Узбекистан с использованием метода главных компонент и гравитационной модели требует формирования однородной и сопоставимой базы данных показателей, отражающих ключевые характеристики рынка труда всех административных территорий Республики Узбекистан. В качестве исходных данных в настоящем исследовании были использованы официальные показатели, опубликованные Государственным комитетом по статистике Республики Узбекистан в формате SDMX (Statistical Data and Metadata eXchange): агрегированный показатель трудовой активности, содержащий данные по областям Республики Узбекистан и отдельно по городу Ташкенту; данные по оценке трудового потенциала, представленные для всех районов страны; показатели, характеризующие абсолютные значения занятости населения по регионам; абсолютные показатели, отражающие структуру рабочей силы и занятости по регионам страны, показатели доли экономически активного населения в общей численности населения трудоспособного возраста (labour force participation rate, LFPR) на региональном уровне; квартальные данные по уровню безработицы на рынке труда в региональном аспекте. Каждый из наборов данных охватывает период от 2010 до 2023 гг., однако для обеспечения сопоставимости результатов авторами статьи было принято решение использовать значения за последний доступный год — 2023. Такой подход позволяет оценить современное состояние рынка труда Республики Узбекистан.

Необходимо отметить, что данные, представленные Государственным комитетом по статистике Республики Узбекистан имеют разные уровни агрегации (часть данных на уровне районов, часть данных на уровне областей). Для унификации данных была применена двухэтапная схема агрегирования, обеспечивающая сопоставимость показателей рынка труда: агрегирование абсолютных показателей и агрегирование относительных процентных показателей.

Абсолютные показатели, характеризующие численность занятых, трудовой ресурс или объем рабочей силы агрегировались по принципу:

$$X_i = \sum_{j \in R_i} X_{ij},$$

Где:

X_{ij} - значение показателя для района j ,

R_i - множество районов региона i ,

X_i - итоговое региональное значение.

Показатели, выраженные в процентах (например, уровень безработицы) – относительные показатели, усреднялись простым средним по районам:

$$Y_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j \in R_i} Y_{ij},$$

Где:

n_i - число районов, входящих в регион.

Применение двухэтапной схемы агрегации данных, разработанной авторами статьи обеспечивает корректную оценку масштабов рынка труда каждой области и позволяет нивелировать смещение оценок показателей рынка труда в пользу более густонаселенных районов.

Заметим, что если источник уже содержал данные по областям, то эти данные включались без применения двухэтапной схемы агрегации. В результате были подготовлены данные по 14 административным регионам, включая город Ташкент как отдельную территориальную единицу.

Результаты агрегации данных представлены в виде таблицы, где

X_1 – показатель трудовой активности региона;

X_2 – показатель доли экономически активного населения в общей численности населения трудоспособного возраста (labour force participation rate, LFPR)

X_3 – абсолютный показатель, характеризующий реальный масштаб занятости.

X_4 – показатель, отражающий структуру рабочей силы региона.

X_5 – обобщённый показатель трудового потенциала региона

Таблица 1.

Основные показатели рынка труда регионов Республики Узбекистан (2023 год)¹

Code	Регион	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
1703	Андижанская область	70,6	75,9	1799,6	1788,3	3 260 316,1
1706	Бухарская область	68,7	73,4	1089,2	1083,1	3 167 804,7
1708	Джизакская область	66,3	71,5	799,4	795,6	2 944 351,6
1710	Кашкадарьинская область	61,9	66,8	1826,7	1817,5	2 940 211,7
1712	Навоийская область	69,8	74,5	584,5	579,9	5 003 204,7
1714	Наманганская область	65,9	70,8	1603,9	1595,2	2 786 310,6
1718	Самаркандская область	65,0	69,7	2167,6	2155,8	2 853 458,5
1722	Сурхандарьинская область	63,8	68,8	1486,0	1479,9	2 958 415,0
1724	Сырдарьинская область	63,8	68,8	492,2	488,7	3 058 493,4
1726	город Ташкент	82,3	87,0	1991,2	1947,5	6 047 077,3
1727	Ташкентская область	72,2	77,5	1640,7	1620,7	3 673 115,7
1730	Ферганская область	68,4	73,6	2121,7	2111,2	2 853 148,9
1733	Хорезмская область	66,9	71,6	1064,3	1056,6	3 141 988,7
1735	Республика Каракалпакстан	62,9	67,7	1072,6	1065,4	3 264 159,2

¹ Источник: разработано авторами

В результате предварительной обработки была сформирована таблица, в которой строки соответствуют административным регионам Узбекистана, а столбцы — выбранным индикаторам регионального рынка труда.

Данные из этой таблицы будут использоваться далее для:

- нормализации признаков;
- выделения главных компонент;
- расчёта интегрального показателя «трудовой массы» региона;
- построения гравитационной модели межрегиональных взаимодействий

на рынке труда Республики Узбекистан.

В качестве эмпирической основы анализа использовались статистические данные по пяти основным индикаторам рынка труда регионов Республики Узбекистан за 2023 год (см. табл. 1). Для обеспечения сопоставимости данных все исходные значения были стандартизированы, после чего проведён анализ методом главных компонент (РСА) с использованием библиотек языка R/Python. Такой подход позволяет агрегировать совокупность разнородных показателей и сформировать интегральную характеристику трудового потенциала региона, используемую далее в модифицированной гравитационной модели.

График круговой корреляции переменных, представленный на рисунке 1, демонстрирует вклад каждого показателя труда в формирование первых двух главных компонент РСА. Согласно вычислениям, первая компонента (Dim1) объясняет 59,2 % общей вариации данных, а вторая компонента (Dim2) — 37,1 %. Таким образом, совокупный вклад двух компонент составляет 96,3 %, что свидетельствует о крайне низком уровне потерь информации (менее 4 %). Данный результат позволяет интерпретировать Dim1 и Dim2 как компактное, но информативное представление структуры регионального рынка труда Узбекистана.

Анализ направлений и длин векторов показывает, что показатели X_1 (трудовая активность) и X_2 (LFPR) формируют общий кластер и имеют сильную положительную корреляцию, отражая синхронность поведения индикаторов участия населения в экономической деятельности. Значения X_3 (масштаб занятости) и X_4 (структура рабочей силы) группируются в другом направлении, указывая на их взаимозависимость и связь с фактическими экономическими процессами занятости. Показатель X_5 (интегральный трудовой потенциал) занимает промежуточное положение, коррелируя как с поведенческими, так и со структурными характеристиками рынка труда.

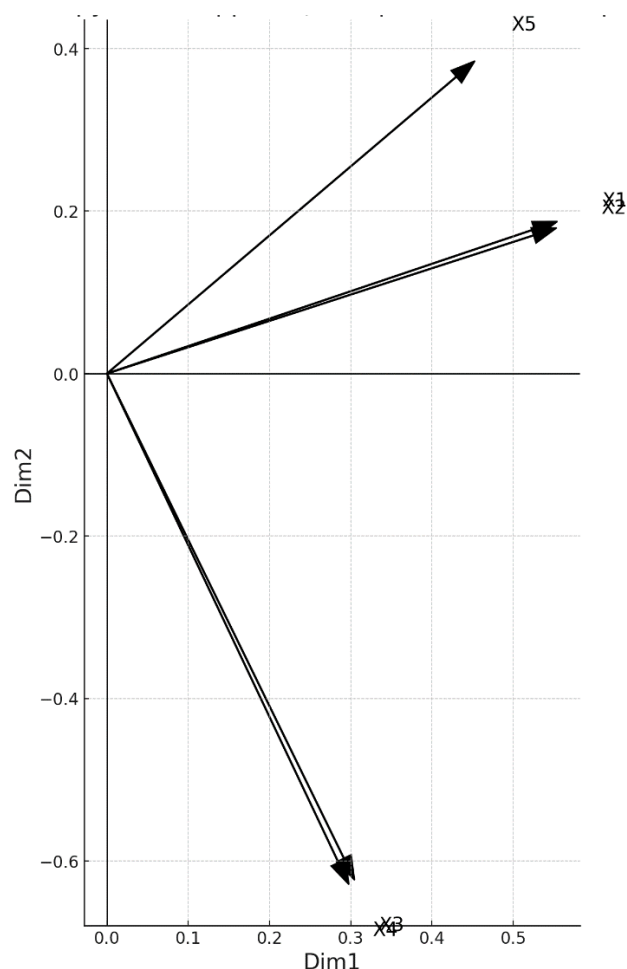


Рисунок 1. Круговая корреляция переменных в методе главных компонент (РСА)

Для построения гравитационной модели трудовых взаимодействий требуется агрегировать влияние всех факторов в единый показатель — «трудовую массу» региона. На основании результатов РСА интегральная трудовая масса рассчитывалась по формуле:

$$M_i = 0.592 \cdot \text{Dim1}_i + 0.371 \cdot \text{Dim2}_i,$$

где коэффициенты равны долям объяснённой дисперсии соответствующих компонент. Поскольку значение M_i может принимать отрицательные величины, была применена стандартная процедура линейного нормирования:

$$M_{\text{norm}} = \frac{M_i - M_{\text{min}}}{M_{\text{max}} - M_{\text{min}}} + 0.1$$

где постоянное смещение 0.1 предотвращает появление крайних значений 0 и 1 для регионов с минимальной и максимальной трудовой массой.

Полученный показатель $M_{\text{потн}}$ используется далее, как интегральная характеристика способности региона генерировать и привлекать трудовые ресурсы.

Для оценки силы взаимосвязей между регионами применена модифицированная гравитационная модель:

$$T_{ij} = G \cdot \frac{M_i^{\text{norm}} \cdot M_j^{\text{norm}}}{D_{ij}^{\beta}},$$

где

- D_{ij} - дорожное расстояние между административными центрами регионов (в километрах),
- $G = 1000$ - масштабирующий коэффициент,
- $\beta = 2$ - параметр, отражающий убывание взаимодействия с изменением расстояния.

Матрица T отражает интенсивность трудовых связей между всеми парами регионов Республики Узбекистан. Более высокие значения T_{ij} указывают на формирование межрегиональных экономических кластеров, обладающих высокой взаимной трудовой активностью.

Наиболее сильные трудовые связи ожидаемо выявлены между:

- городом Ташкентом и Ташкентской областью - как крупнейшим центром трудового притяжения;
- регионами Ферганской долины (Андижан - Фергана - Наманган);
- Самаркандом и соседними территориями.

Наиболее слабые связи характерны для удалённых регионов с меньшими показателями трудовой активности, таких как Республика Каракалпакстан, Навоийская и Джиззакская области.

Показатель суммарного влияния региона в системе определяется через:

$$R_i = \sum_{j=1}^n T_{ij}, P_i = 2R_i$$

Данный показатель отражает «трудовую центральность» региона, т.е. его способность:

- привлекать рабочую силу,
- участвовать в межрегиональных трудовых взаимодействиях,
- формировать трудовые потоки в национальной экономике.

По результатам анализа наибольшую силу притяжения демонстрируют:

1. город Ташкент - ведущий трудовой центр Узбекистана;
2. Ташкентская область - регион с высокой вовлечённостью в экономическую активность;
3. Самаркандская область - крупный центр роста и миграционного притяжения;
4. Ферганская долина (Андижан, Фергана, Наманган) - устойчивый трудовой кластер страны.

Менее выраженные показатели характерны для:

- Республики Каракалпакстан,
- Навоийской области,
- Сурхандарьинской и Сырдарьинской областей.

Выявленная структура взаимодействий подтверждает существование в Узбекистане нескольких устойчивых центров концентрации трудовых ресурсов. Наиболее сильные связи формируются вокруг городского ядра (г. Ташкент) и в пределах Ферганской долины — традиционного демографически и экономически активного региона.

Слабые межрегиональные связи свидетельствуют о нехватке инфраструктурного и экономического развития для трудовой мобильности населения в периферийных регионах. Таким образом, результаты расчётов могут быть использованы для:

- разработки программ регионального развития;
- оптимизации распределения трудовых ресурсов;
- выявления дисбалансов в экономической активности регионов;
- повышения эффективности межрегиональной трудовой интеграции.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Применение модифицированной гравитационной модели позволило перейти от описательного анализа регионального рынка труда к формализованной количественной оценке межрегиональных взаимодействий.

Интеграция метода главных компонент (РСА) и алгоритма DEMATEL обеспечила формирование целостной аналитической конструкции, позволяющей учитывать как структурные характеристики рынка труда, так и пространственный фактор, что существенно расширяет аналитические возможности традиционных подходов к изучению региональной занятости.

Сформированная интегральная характеристика «трудовой массы» региона адекватно отражает многомерную природу регионального рынка труда.

Использование пяти ключевых индикаторов и их агрегация с помощью РСА обеспечили высокий уровень сохранения информации (96,3 % дисперсии), что свидетельствует о корректности выбора показателей и обоснованности применения интегрального показателя в качестве экономической «массы» в гравитационной модели.

Рынок труда Республики Узбекистан характеризуется выраженной пространственной неоднородностью и высокой степенью централизации трудовых взаимодействий.

Результаты моделирования подтвердили наличие устойчивых центров притяжения рабочей силы, прежде всего города Ташкента, Ташкентской области, Самаркандской области и регионов Ферганской долины, вокруг которых формируются наиболее интенсивные межрегиональные трудовые связи.

Пространственный фактор оказывает значимое влияние на интенсивность межрегиональных трудовых взаимодействий.

Использование реальных дорожных расстояний между административными центрами регионов показало, что удалённость существенно снижает силу трудовых связей, особенно для периферийных территорий, что подтверждает наличие инфраструктурных и транспортных ограничений трудовой мобильности населения.

Выявлены регионы с пониженной включённостью в национальную систему трудовых взаимодействий, формирующие периферию рынка труда.

Республика Каракалпакстан, Навоийская, Сырдарьинская и Сурхандарьинская области характеризуются низкими значениями показателя трудовой центральности, что указывает на структурные ограничения их трудового потенциала и повышенные риски сохранения региональных дисбалансов занятости.

Полученные результаты обладают высокой практической значимостью для разработки и корректировки региональной политики занятости.

Предложенный инструментарий может быть использован для мониторинга диспропорций на рынке труда, обоснования мер по развитию инфраструктуры трудовой мобильности, а также для формирования дифференцированных программ стимулирования занятости и экономической активности в периферийных регионах страны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Anderson J. A theoretical foundation for the gravity equation // *The American Economic Review*. 1979. Vol. 69, № 1. P. 106-116.
2. Anderson J., Yotov Y., Vesselovsky M. Gravity with scale effects // *Journal of International Economics*. 2016. Vol. 100. P. 174-193.
3. Anderson J.E., Yotov Y.V. (2011). Terms of Trade and Global Efficiency Effects of Free Trade Agreements, 1990 - 2002. NBER Working Paper 17003.
4. Bergstrand J. The generalized gravity equation, monopolistic competition, and the factor-proportions theory in international trade // *The review of economics and statistics*. 1989. Vol. 71, № 1. P. 143-153.
5. Egger P., Bergstrand J. Gravity Equations and Economic Frictions in the World Economy. 2013. P. 1-49.
6. Baldwin R., DiNino V. (2006). Euros and Zeros: The Common Currency Effect on Trade in New Goods. Center for Economic Policy Research Discussion Papers, DP. No. 5973.
7. Crazet M., Koenig P. Structural gravity equations with intensive and extensive margins // CEPII, Working Paper. 2008. P. 1-33.
8. Evenett S., Keller W. On theories explaining the success of the gravity equation // *Journal of political economy*. 2001. P. 1-43.
9. Silva J., Tenreyro S. The log of gravity // *Review of Economics and Statistics*. 2006. P. 641-658.
10. Каукин А., Идрисов Г. Гравитационная модель внешней торговли России // *Экономическая политика*. 2013. № 4. С. 133-154. EDN: QZMTXJ
11. Науменко, Р. В. Перспективы применения гравитационных уравнений в билатеральных экономических отношениях России и Индии / Р. В. Науменко // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление*. – 2017. – Т. 3(69), № 3. – С. 89-100. – EDN XUZVDN.

12. Mitze, T., Alecke, B., & Untiedt, G. (2010). Trade-FDI Linkages in a Simultaneous Equations System of Gravity Models for German Regional Data. *International Economics*, 122, 121-162. [https://doi.org/10.1016/S2110-7017\(13\)60032-3](https://doi.org/10.1016/S2110-7017(13)60032-3)

13. Yatin, L. (2014). Structure and evolution of economic linkage network at county level in Central Plains Economic Zone. *Geographical Research*.

14. Yuqi, L. (2009). Strength and Direction of Regional Economic Linkage in Jiangsu Province Based on Gravity Model. *Progress in geography*.

15. Zhiyuan, W., & Xuemeng, W. (2023). Regional Economic Linkages and Evolution along the New Western Land and Sea Corridor. *Information Systems and Economics*. <https://doi.org/10.23977/infse.2023.040201>.

16. Chuang-lin, F. (2010). Industrial division and linkage among regions of China. *Geographical Research*.

17. Мелентьев, Б. В. Межрегиональный подход к оценке развития экономики отдельных районов / Б. В. Мелентьев // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. – 2014. – № 1. – С. 55-59. – EDN VKDRRV.

18. Белоусова, А. В. Моделирование экономических эффектов изменения параметров внешней среды региона / А. В. Белоусова // Регионалистика. – 2017. – Т. 4, № 3. – С. 14-25. – EDN YUFIBB.

19. Назаров, Д. М. Экономика 2.0: неоклассика, цифровая трансформация и эволюционная экономика / Д. М. Назаров // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2023. – № 4(142). – С. 7-16. – EDN AICYAQ.

20. Назаров Д.М. Гравитационная модель: оценка силы экономических связей между регионами в Уральском федеральном округе // Экономический анализ: теория и практика. – 2024. – Т. 23, № 11. – С. 2010 – 2027. <https://doi.org/10.24891/ea.23.11.2010>



Marketing

ilmiy, amaliy va ommabop jurnali

Muharrir:

Ingliz tili muharriri:

Rus tili muharriri:

Musahhih:

Sahifalovchi va dizaynerlar:

Xakimov Ziyodulla Axmadovich

Tursunov Boburjon Ortiqmirzayevich

Kaxramonov Xurshidjon Shuxrat o'g'li

Karimova Shirin Zoxid qizi

Sadikov Shoxrux Shuxratovich

Abidjonov Nodirbek Odijon o'g'li

2026-yil, yanvar, 1-son

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar mas'ul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelavermasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

Mazkur jurnalda maqolalar chop etish uchun quyidagi havolalarga murojaat qilish mumkin. Ilmiy maqola, ommabop maqola, reklama, hikoya va boshqa ilmiy-ijodiy materiallar yuborishingiz mumkin.

Materiallar va reklamalar pullik asosda chop etiladi.

Elektron pochta:

info@marketingjournal.uz

Tel.:

+998977838464, +998939266610

Jurnalning rasmiy sayti: <https://marketingjournal.uz>

Marketing jurnali O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi **Oliy attestatsiya komissiyasi rayosatining 2024-yil 04-oktabrdagi 332/5 sonli qarori** bilan milliy ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan



"Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnali 2024-yil 15-martdan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan **C-5669517** reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan. **Litsenziya raqami: №240874**



"Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnalining xalqaro darajasi: **9710**. GOCT 7.56-2002 " Seriyali nashrlarning xalqaro standart raqamlanishi" davlatlataro standartlari talablari. **Berilgan ISSN tartib raqami: 3060-4621**