



Вариативный кластерный анализ занятости населения в городах Российской Федерации

Цель исследования заключается в анализе социально-экономических факторов занятости населения в городских округах Российской Федерации. В рамках исследования проводится кластерный анализ городов по двум вариантам: (1) на основе факторных показателей занятости и (2) с использованием как результативных, так и факторных показателей занятости. В обоих случаях проводится статистическое обоснование учета лагов запаздывающего влияния факторных показателей на результативные. Применение данного вариативного подхода в кластеризации позволяет выявить статистически однородные группы городов, соответственно, без учета и с учетом индивидуальных эффектов факторного влияния на занятость и на основе этого обосновать индикаторы регулирования занятости в городах Российской Федерации.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели на основе данных муниципальной статистики, предусмотренных Федеральным планом статистических работ, была разработана система показателей, включающая количественные и качественные оценки уровня социально-экономических факторов занятости населения. В исследовании проведен кластерный анализ с использованием иерархического метода (Уорда) и итеративного метода (k-средних).

Результаты. В результате кластерного анализа были выделены статистически однородные подгруппы городов, которые разли-

чаются по уровню занятости населения, административному составу, набору и характеру влияния факторных показателей на занятость. На основе сравнительного анализа двух вариантов кластеризации доказано, что выявление значимых факторов занятости на муниципальном уровне (по городским муниципальным образованиям) возможно при кластеризации с применением как результативных, так и факторных показателей, а также с учетом временных лагов их взаимосвязи. Кластеризация городов лишь по факторным показателям не обеспечивает учета индивидуальных особенностей взаимозависимости исследуемых показателей в городах, что приводит к грубым статистическим оценкам и скрытости латентных взаимосвязей, учет которых необходим для регулирования занятости.

Заключение. Исследование выявило, что статистически однородные кластеры городов имеют специфику административного состава, что предопределяет особенности многофакторных регрессионных моделей занятости, параметры которых рекомендованы к использованию для разработки мер по регулированию занятости и социально-экономического развития городов.

Ключевые слова: городской округ, занятость населения, система показателей, кластерный анализ, регрессионная модель, административный состав.

Ilya A. Zalmanov

GBU "Analytical Center", Moscow, Russia

Variable Cluster Analysis of Employment in the Cities of the Russian Federation

Purpose of the study. The purpose of the study is to analyze the socio-economic factors of employment in the urban districts of the Russian Federation. Within the framework of the study, a cluster analysis of cities is carried out in two variants: (1) based on factor indexes of employment and (2) using both performance and factor indexes of employment. In both cases, a statistical justification is provided for taking into account the lags of the delayed impact of factor indexes on performance ones. The use of this variable approach in clustering allows us to identify statistically homogeneous groups of cities, respectively, without taking into account and taking into account the individual effects of the factor influence on employment and, on this basis, to justify the indexes of employment regulation in the cities of the Russian Federation.

Materials and methods. To achieve this goal, a system of indexes was developed based on the data of municipal statistics provided by the Federal Plan of Statistical Work, including quantitative and qualitative assessments of the level of socio-economic factors of employment. The study conducted a cluster analysis using the hierarchical method (Ward's method) and the iterative method (k-means).

Results. As a result of the cluster analysis, statistically homogeneous subgroups of cities were identified that differ in the

level of employment, administrative composition, set and nature of the influence of factor indexes on employment. Based on a comparative analysis of two clustering options, it was proven that identifying significant employment factors at the municipal level (by urban municipalities) is possible with clustering using both performance and factor indexes, as well as taking into account the time lags of their relationship. Clustering of cities only by factor indexes does not provide for taking into account the individual characteristics of interdependence of the studied indexes in cities, which leads to rough statistical estimates and the concealment of latent interrelations, the consideration of which is necessary for regulating employment.

Conclusion. The study revealed that statistically homogeneous clusters of cities have specific administrative composition, which predetermines the characteristics of multifactor regression models of employment, the parameters of which are recommended for use in developing measures to regulate employment and the socio-economic development of cities.

Keywords: urban district, employment, system of indexes, cluster analysis, regression model, administrative composition.

Введение

Социально-экономическое развитие городов является важным фактором, влияющим на уровень занятости населения и общий экономический потенциал региона. В современных условиях урбанизации и глобализации статистический анализ данных становится необходимым инструментом для понимания и управления этими процессами. Одной из актуальных задач является разработка и применение методов анализа, которые позволили бы объективно оценить и сравнить социально-экономическое развитие городов.

В рамках данного исследования была разработана система показателей муниципальной статистики, включающая количественные и качественные оценки факторов, влияющих на уровень занятости населения в городских округах Российской Федерации. Дескриптивный анализ показал, что предложенная система статистических показателей достаточно представительна и многообразна, однако значения показателей системы преимущественно неоднородны, что требует проведения группировки данных и объединения городских округов в кластеры.

Для решения задач многофакторного статистического моделирования уровня занятости на предварительном этапе были протестированы результаты кластеризации городов по двум основным вариантам: (1) на основе факторных показателей занятости и (2) с использованием как результативных, так и факторных показателей занятости, а также с учетом лагов запаздывающего влияния факторных показателей на результативные.

В результате иерархического кластерного анализа с использованием евклидовой метрики и метода Уорда, а также обоснования «плато» от-

сечения кластерного деления были сформированы гипотезы о числе выделяемых кластеров, которые затем тестировались методами k-средних. Релевантные результаты кластерного разбиения исследуемой совокупности городов были использованы для построения и сравнительного анализа многофакторных регрессионных моделей занятости населения и обоснования индикаторов регулирования занятости на уровне городских образований. по кластерам городов.

Результаты данного исследования могут быть использованы для разработки эффективных мер по регулированию занятости и улучшению социально-экономического развития городов. Выявление значимых показателей, влияющих на занятость населения, позволяет более точно прогнозировать и управлять этими процессами, что является важным шагом на пути к устойчивому развитию городов.

Материалы и методы

Исследования социально-экономического развития городов в различных аспектах, включая закономерности рынка труда, с применением методов статистического кластерного анализа представлены в ряде научных публикаций, хотя их число значительно меньше, чем число аналогичных публикаций, содержащих результаты кластерного анализа регионов и стран. В качестве примеров исследований по городам можно привести статью Смирнова И.А. и др. «Задача кластеризации городов Севера России по социально-демографическим данным» [1], опубликованные материалы доклада Purevjargal E. «Кластерный анализ умных городов в сфере мобильности и транспорта» НИУ «Высшая школа экономики» [2], а также публикацию отчета «Типология городов России по показателям ин-

дексов качества жизни и качества среды» по проекту, выполненному представителями Фонда «Институт экономики города» [3], статью Kenger O.N., Kenger Z.D. и других «Clustering of Cities Based on Their Smart Performances: A Comparative Approach of Fuzzy C-Means, K-Means, and K-Medoids» [4].

Непосредственно применению методов кластерного анализа для выделения однородных групп городов по показателям рынка труда (а именно: результативным и факторным показателям безработицы в городах Оренбургской области) посвящена статья Портновой Л.В. «Кластерный подход к анализу регистрируемой безработицы в регионе» [5].

Анализ приведенных выше в качестве примеров и других литературных источников, представляющих результаты кластеризации городов по показателям муниципальной статистики, приводит к выводу о недостаточности внимания исследователей к выявлению однородных групп городов по характеристикам занятости населения, а также к необходимости обоснования системного подхода к кластеризации ввиду многообразия их представления в указанных публикациях.

В качестве информационной базы настоящего исследования использованы данные по 181 городскому муниципальному образованию Российской Федерации с численностью населения от 3000 чел. до 1 млн 600 тыс. чел., что составляет около 15 % всех городов по данным за 2022 г. Состав анализируемой совокупности городов и перечень используемых в расчетах показателей (табл. 1) обусловлен возможностью формирования сбалансированной панели, то есть набора данных, в котором по каждой единице совокупности (городу) имеются данные за каждый год исследования. Представленные в данной пу-

Таблица 1 (Table 1)

Показатели исследования занятости в городах Российской Федерации с учетом пространственной автокорреляции
Indexes of the study of employment in the cities of the Russian Federation taking into account spatial autocorrelation

Тип	Код	Наименование показателя	Ед. изм.
Результативный показатель	R_1	Уровень занятости населения в трудоспособном возрасте	%
Факторные показатели деятельности организаций	Pr_1	Удельный вес прибыльных организаций в общем числе организаций	%
	Bud_1	Задолженность по платежам в бюджет из общей суммы кредиторской задолженности в расчете на одну организацию	тыс. руб.
	Inv_1	Инвестиции в основной капитал, осуществляемые организациями, находящимися на территории муниципального образования (без субъектов малого предпринимательства), в расчете на душу населения	тыс. руб.
	Gr_1	Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами (без субъектов малого предпринимательства) в расчете на одну организацию	тыс. руб.
	Ob_1	Оборот розничной торговли (без субъектов малого предпринимательства), в расчете на душу населения	тыс. руб.
Факторные показатели масштаба города и трудовых ресурсов	D_1	Оценка численности населения на 1 января текущего года	чел.
	D_4	Численность населения в трудоспособном возрасте на 1 января текущего года	чел.
	R_6	Среднесписочная численность работников организаций (без субъектов малого предпринимательства)	чел.
Качественный признак	Ct_1	Качественный признак города: региональный центр / моногород / иной город	код

бликации результаты исследования получены на основе данных по городам за два года (2021 и 2022 гг.), поскольку расширение временного периода наблюдения существенно уменьшает объем сбалансированной панели как по количеству городов, так и по числу «сквозных» показателей официальной муниципальной статистики [6]. Вместе с тем, сформированный с учетом этих ограничений информационный массив позволил получить достоверные результаты и сделать обоснованные выводы, представленные ниже.

Задача кластеризации городов с целью оценки влияния факторных показателей, представленных в таблице 1, на результативный показатель занятости населения определяет необходимость ответа на ряд методологических вопросов:

1. Следует ли проводить кластеризацию лишь по факторным показателям? Или целесообразно ее осуществлять с применением как результативного, так и факторных показателей?

2. Возможно ли (и с какой целью) проведение кластеризации на основе как относительных, так и абсолютных показателей?

3. Должна выполняться кластеризация по данным за один год? Или возможно использование значений показателей за различные годы, и в чем состоит содержательный смысл данного подхода?

Ответ на *первую группу* вопросов может исходить из смысла решаемой задачи: проведение методами кластерного анализа многомерной группировки городов с целью оценки влияния факторных показателей на результативный. Согласно этому смыслу кластеризацию следует проводить по «варианту 1» (рис. 1), а именно: по факторным показателям занятости в городах. Затем на основе оценки доли дисперсии зависимой переменной по всей

совокупности городов, объясняемой кластерным распределением городов по факторным показателям, оценивать степень зависимости результативной переменной занятости населения от факторных показателей.

Вместе с тем, имеет определенный логический смысл кластеризация по «варианту 2» (рис.1): с включением как результативного, так и факторных показателей. При этом решается задача выделения однородных групп городов по характеристикам закономерностей влияния факторных показателей на результативный. Это позволяет провести типологизацию городов по особенностям выделенных и оцененных закономерностей взаимосвязей показателей.

Примерами, подтверждающими применение соответствующих выделенным вариантам методических подходов к кластеризации, являются работы: по первому подходу – статья Созиновой А.А., Ряттель А.В., Савельевой Н.К., Метелевой О.А. «Кластерный подход к оценке показателей рынка труда: кроссрегиональное сравнение» [7]; по второму – статья авторов Буйтек Э.К., Калиева С.А. «Применение метода кластерного анализа в оценке уровня безработицы в Казахстане» [8], а также публикация Ворогушина Е. «Кейс: разработка системы кластеризации городов для повышения прозрачности оплаты труда» [9].

При том, что в опубликованных работах, используется

один из двух обозначенных подходов, имеет смысл их комплексного использования, что схематично представлено объединяющей двунаправленной стрелкой на рис. 1.

Ответ на *вторую группу* вопросов (о возможности включения в кластеризацию как относительных, так и абсолютных показателей) может быть положительным в том случае, если задачей исследования является включения «эффекта масштаба» в анализируемые взаимосвязи. Данный подход позволяет учесть влияние «центров притяжения» на исследуемые взаимосвязи, или «обнаружения городских горячих точек, т.е. регионов, где городские события (...) происходят с более высокой плотностью, чем в остальной части набора данных...» [10].

В указанной выше статье «Кластерный подход к оценке показателей рынка труда: кроссрегиональное сравнение» (Созинова А.А. и др.), а также в работе Орловой И.В., Филоновой Е.С. «Кластерный анализ регионов Центрального федерального округа по социально-экономическим и демографическим показателям» [11] в процедуры кластеризации наряду с относительными включены абсолютные показатели, соответственно: численность рабочей силы и численность населения. Это позволило авторам получить сравнительные выводы о характеристике взаимозависимости показателей по кластерам, включающим регионы, отличающиеся по масштабам и потенциалу «центров притяжения» экономической и социальной активности.

В настоящем исследовании занятости населения городов с применением статистических методов кластерного анализа реализован данный подход путем включения в расчеты абсолютных показателей, обозначенных D_1 , D_4 , R_6 (табл. 1). При этом для применения данного подхода была выполнена



Рис.1. Варианты кластеризации городов по показателям занятости, соответствующие альтернативным методическим подходам оценивания связи результативных и факторных переменных.

Fig.1. Variants of clustering of cities by employment indexes, corresponding to alternative methodological approaches to assess the relationship between the resultant and factor variables.

нормализация всех переменных методом Z-преобразования [12], позволяющая при сохранении взаимного расположения единиц в многомерном пространстве привести разноименные переменные к единому (относительному) виду.

Ответы на *третью группу* вопросов о включении в кластерный анализ значений переменных, относящихся к различным временным точкам, зависят от конкретизации задачи исследования. Возможны следующие варианты:

(1) оценивание корреляционных взаимосвязей показателей в текущем периоде — без учета эффекта «причинности». В этом случае и значения и результативных, и факторных показателей включаются в кластерный анализ по состоянию на одну и ту же временную точку (в нашем случае — год).

(2) включение в кластерный анализ эффекта причинно-следственных связей, проявляющихся во временных интервалах, выходящих за границы временных точек наблюдения (например, с лагом в два и более лет при использовании в анализе годовых исходных данных). В этом случае в кластерный анализ включаются результативные переменные

по состоянию на анализируемый (текущий) год, а факторные — оцененные по текущему и предыдущим годам (с предварительно оцененными лагами запаздывающего влияния).

(3) включение в кластерный анализ помимо эффектов причинности, указанных в предыдущем пункте, эффекта авторегрессии результативной переменной, что позволит получить статистически однородные группы единиц с учетом инерционности, то есть распределённости во времени характеристик близости значений показателей. В этом случае и результативные, и факторные показатели включаются в кластерный анализ с учетом лагов запаздывающего влияния.

Данные гипотетически заданные варианты требуют сравнительной статистической оценки по качеству полученных кластеров, что демонстрируется ниже при изложении кластерного анализа городов России по показателям занятости населения.

Результаты исследования

Применение иерархического кластерного анализа с использованием евклидовой метрики расстояния и метода Уорда

(Wards's method) [13] позволило получить дендрограмму распределения городов по представленным выше вариантам:

1-й вариант. Кластеризация городов по факторным показателям занятости населения, включая:

«1а» кластеризацию с использованием факторных переменных без учета лагов их запаздывающего влияния;

«1б» — соответственно, с учетом лагов запаздывающего влияния (рис. 2).

2-й вариант. Кластеризация городов по результативным и факторным показателям занятости населения, включая аналогично предыдущему варианту:

«2а» кластеризацию с использованием результативных и факторных переменных без учета лагов их запаздывающего влияния;

«2б» — соответственно, с учетом лагов запаздывающего влияния (рис. 3).

Для определения числа кластеров, на котором необходимо «остановиться» при проведении иерархического кластерного анализа, целесообразно использовать принцип выбора «плато отсечения», описанном, в частности, в статье Czyż SH, Toriola AL, Starościak W, Lewandowski M, Paul Y, Oyeyemi AL. “Physical Fitness, Physical Activity, Sedentary Behavior, or Diet-What Are the Correlates of Obesity in Polish School Children?” [14]. В соответствии с данным принципом, если мера расстояния между двумя кластерами увеличивается скачкообразно, процесс объединения в новые кластеры необходимо остановить. В противном случае будут объединены кластеры, находящиеся на большом расстоянии друг от друга.

Как следует из данных рис. 2, «плато» разделения городов на три кластера по

варианту «1а» соответствует меньшему межкластерному расстоянию (в интервале от 55 до 60 единиц общего расстояния), чем при разделении на три кластера по варианту «1б» («плато» отсечения соответствует интервалу от 65 до 70). Следовательно, для последующего анализа целесообразно использовать вариант «1а» — разделение городов на три кластера с использованием факторных переменных занятости населения без учета лагов их запаздывающего влияния.

Анализ результатов кластеризации городов по результативным и факторным показателям занятости позволяет сделать вывод о необходимости использования в последующем исследовании варианта «2б» — кластеризации городов по результативным и факторным показателям занятости населения с учетом лагов запаздывающего влияния. Вы-

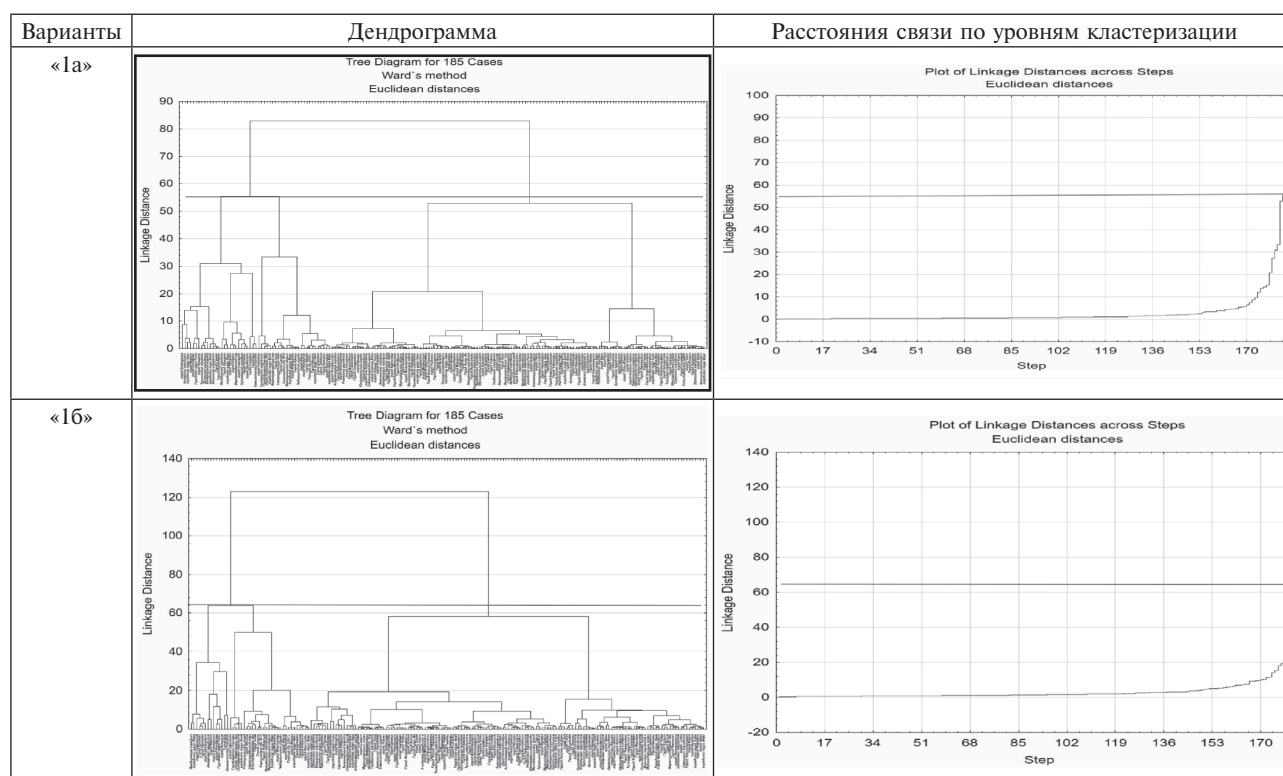


Рис. 2. Результаты 1-го варианта кластеризации городов по показателям занятости населения:

«1а» — на основе факторных переменных без учета лагов их запаздывающего влияния;

«1б» — с учетом лагов запаздывающего влияния.

Fig. 2. Results of the first variant of clustering of cities by employment indexes:

“1a” — based on the factor variables without taking into account the lags of their delayed impact;

“1b” — taking into account the lags of delayed impact.

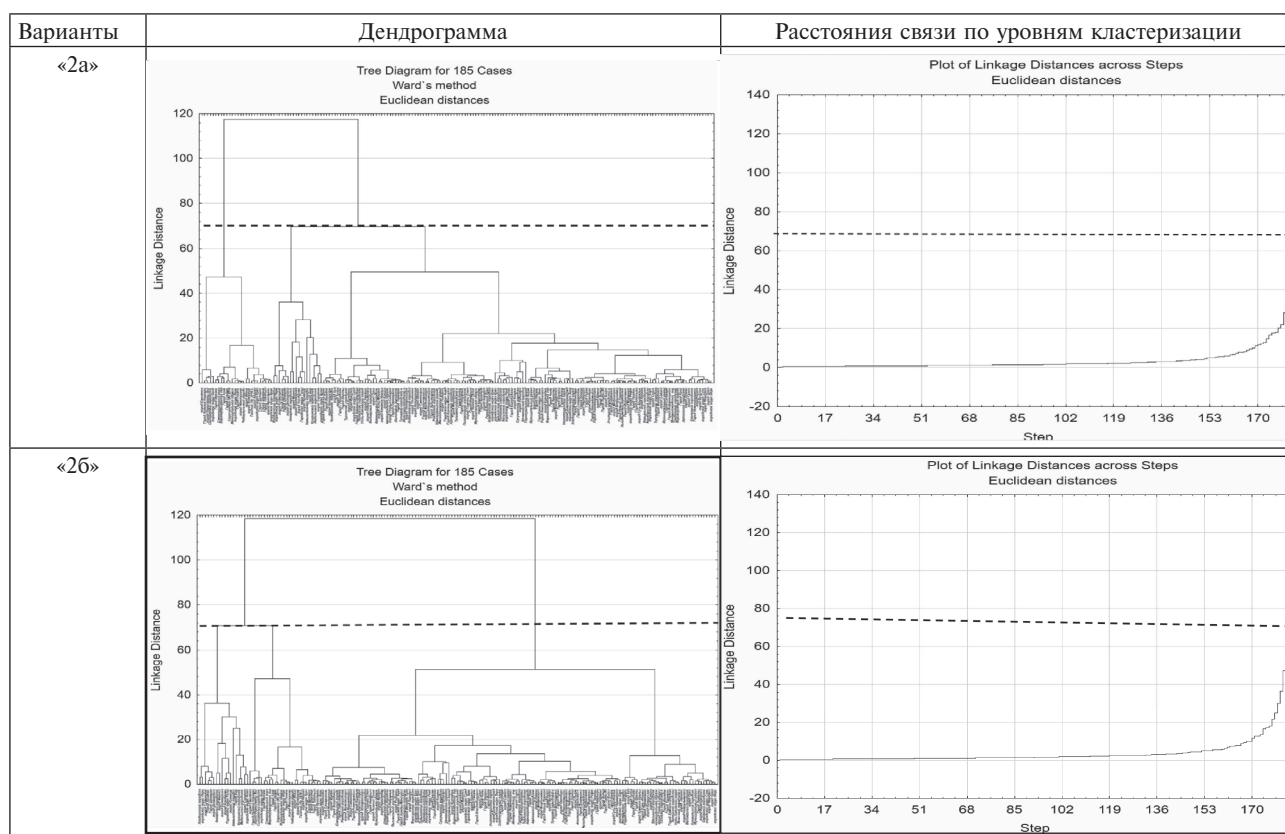


Рис. 3. Результаты 2-го варианта кластеризации городов по показателям занятости населения; варианты: «1а» — на основе результирующей и факторных переменных без учета лагов их запаздывающего влияния; «1б» — с учетом лагов запаздывающего влияния.

Fig. 3. Results of the second variant of clustering of cities by employment indexes; variants: “1a” — based on the resultant and factor variables without taking into account the lags of their delayed impact; “1b” — taking into account the lags of delayed impact.

бор данного варианта обусловлен тем, что при одинаковом «плато» отсечения трех кластера (на расстоянии около 70 (рис. 3) — отмечено сплошной и пунктирной линиями), разделение на предыдущей ступени — четыре кластера дает более гомогенный результат по кластерам для варианта «2б».

С учетом установленной иерархическими методами анализа целесообразности разделения городов на три кластера по факторным показателям занятости (вариант «1а») была выполнена их кластеризация методом k -средних. Результаты данного этапа позволили провести сравнительный анализ средних значений кластерообразующих переменных, на основе которого установлено, что две факторные переменные («Инвестиции в основной капитал, осуществляемые ор-

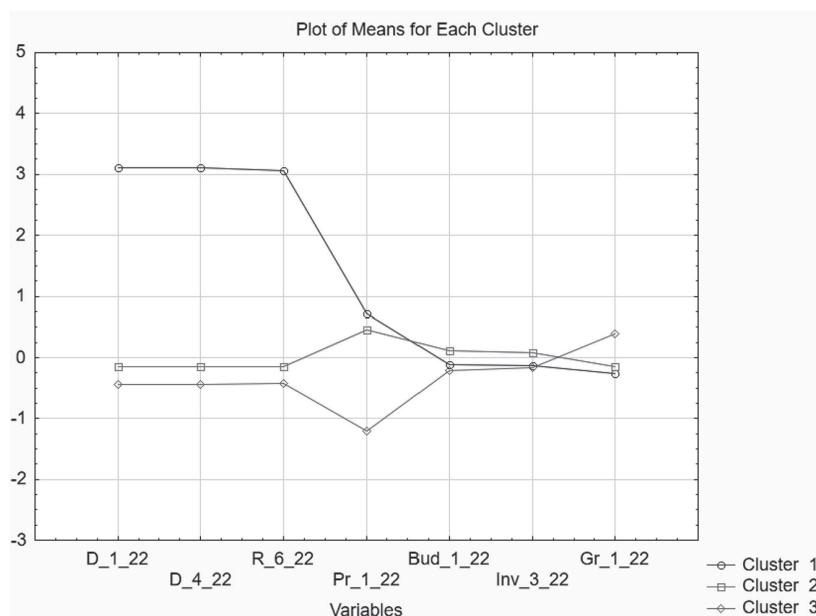


Рис. 4. Средние значения кластерообразующих переменных при разделении городов на три кластера по факторным показателям занятости населения: вариант «1а» — без учета лагов запаздывающего влияния.

Fig. 4. Average values of cluster-forming variables when dividing cities into three clusters by factor indexes of employment: variant “1a” — without lags of delayed impact.

Таблица 2 (Table 2)

Показатели описательной статистики по результатам кластерного анализа: вариант «1а» — кластеризация городов по факторным показателям занятости населения без учета лагов их запаздывающего влияния, 2022 г.

Indexes of descriptive statistics based on the results of cluster analysis: option “1a” — clustering of cities by factor indexes of employment without taking into account the lags of their delayed impact, 2022.

Совокупность городов	Число единиц	Среднее значение зависимой переменной (уровень занятости населения, %)	Дисперсия	Коэффициент вариации, %
Общая	185	42,8	138,56	27,5
Кластер 1	162	42,3	154,98	29,5
Кластер 2	9	54,7	128,63	20,7
Кластер 3	14	44,4	30,77	12,5

ганизациями, находящимися на территории муниципального образования (без субъектов малого предпринимательства), в расчете на душу населения, тыс. руб.» и «Оборот розничной торговли (без субъектов малого предпринимательства, в расчете на душу населения, тыс. руб.)) не относится к кластерообразующим, поскольку их средние значения по выделенным кластерам городов практически совпадают (рис. 4).

По результатам дескриптивного статистического анализа (табл. 2) трех кластеров городов, выделенных по факторным показателям занятости (вариант кластеризации «1а»), дана оценка эмпирического корреляционного отношения, характеризующего степень статистической связи зависимой переменной (уровня занятости населения в городах) и факторных переменных. Эмпирическое корреляционное отношение рассчитан как корень квадратный из эмпирического коэффициента детерминации, в числителе которого — дисперсия групповых средних зависимой переменной; в знаменателе — общая дисперсия [15].

Эмпирическое корреляционное отношение по данным таблицы 2 составляет:

$$\begin{aligned}
 KO &= \sqrt{\frac{(42,3 - 42,8)^2 * 162 + (54,7 - 42,8)^2 * 9 + (44,4 - 42,8)^2 * 14}{138,56}} = \\
 &= \sqrt{\frac{185}{138,56}} = 0,225.
 \end{aligned}$$

Можно сделать вывод: хотя выделенные кластеры городов по факторным показателям занятости населения статистически однородны (коэффициент вариации менее 33%), установленная на их основе статистическая взаимосвязь результативного показателя занятости и факторных показателей оценивается как слабая (в соответствии с градациями силы статистической связи таблицы Чеддока) [16].

Разделение городов на три кластера по результативным и факторным показателям занятости с учетом годового лага запаздывающего влияния (вариант «1 б») методом *k*-средних позволило получить более равномерное распределение по сравнению с предыдущим вариантом кластеризации: в состав первого кластера вошли 110 городов, второго — 62 го-

рода, третьего — 13 городов. Показатели описательной статистики по выделенным на данном этапе кластерам городов представлены в табл. 3. Можно сделать вывод о статистической однородности выделенных кластеров на основании того, что коэффициент вариации по каждому из них меньше 33%.

Сформированные кластеры отличаются составом городов

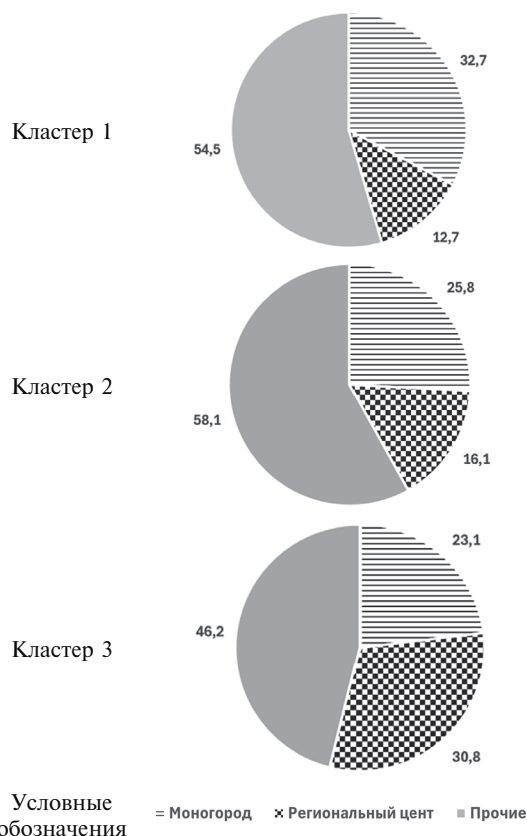


Рис. 5. Административный состав кластеров городов, 2022 г.

Fig. 5. Administrative composition of city clusters, 2022

Таблица 3 (Table 3)

Показатели описательной статистики по варианту кластеризации 2 «б» — по результативным и факторным показателям занятости населения с учетом годовых лагов запаздывающего влияния, 2022 г.
Indexes of descriptive statistics for clustering option 2 “b” — by performance and factor indexes of employment, taking into account annual lags of delayed impact, 2022

Совокупность городов	Число единиц	Среднее значение зависимой переменной (уровень занятости населения, %)	Дисперсия	Коэффициент вариации, %
Общая	185	42,8	138,56	27,5
Кластер 1	110	42,6	156,51	29,4
Кластер 2	62	43,3	171,43	30,21
Кластер 3	13	44,8	30,89	12,42

Таблица 4 (Table 4)

Параметры линейных многофакторных регрессионных моделей занятости населения по кластерам городов (выделенных по варианту 1 «б»), 2022 г.

Parameters of linear multifactor regression models of population employment by clusters of cities (selected under option 1 “b”), 2022.

Кластеры городов	Свободный член уравнения	Факторные показатели (наименования показателей представлены в табл. 1)				Коэффициент детерминации
	a_0	Bud_1_21	R_6_21	Bud_22	Inv_3_22	
Кластер 1	40,08	0,00001	—	—	0,0029	0,18
Кластер 2	36,01	—	—	0,00013	0,0042	0,49
Кластер 3	34,72	—	0,00002	—	0,0518	0,52

по административному признаку: последовательным (в соответствии с номером кластера) увеличением доли региональных центров и уменьшением доли моногородов (рис. 5).

Этап регрессионного моделирования (табл. 4) позволил также выявить своеобразие количественных закономерностей влияния факторов на уровень занятости населения в выделенных кластерах городов.

Сравнение параметров многофакторных регрессионных моделей приводит к следующим выводам:

В каждом из трех кластеров городов занятость населения находится в прямой связи от уровня инвестиций в основной капитал в расчете на душу населения. При этом в наибольшей степени инвестиции предопределяют занятость в городах третьего кластера (с наибольшей долей региональных центров). Отклик переменной «занятость населения» на данный факторный показатель в городах этого кластера более, чем в 10 раз выше, чем в городах второго кластера и более, чем в 20 раз — в городах первого кластера (с наименьшей долей региональных центров).

Города третьего кластера являются «центрами притяжения» занятости вследствие эффекта масштаба экономики, о чем свидетельствует положительный статистически значимый параметр при переменной R_6 «Среднесписочная численность работников организаций (без субъектов малого предпринимательства), чел.». По первому и второму кластерам городов влияние этого абсолютного показателя, характеризующего размер рынка труда, на показатель занятости населения оказалось статистически незначимым.

Для первого и второго кластеров с долей моногородов, превышающих четверть, а прочих городов — половину кластерного состава, характерно прямое влияние на уровень занятости факторного

показателя Bud_1 «Задолженность по платежам в бюджет из общей суммы кредиторской задолженности в расчете на одну организацию, тыс.руб.». Прямое влияние фактора задолженности организаций по платежам в бюджет (как в текущем периоде, так и с учетом временного лага в один год) на уровень занятости свидетельствует об относительно низком уровне рыночной эффективности производств в этих городах и преобладании экстенсивных (трудозатратных) факторов их развития.

Полученные модели статистически значимы по F-критерию Фишера-Снедекора. При этом коэффициент детерминации не превышает 52%. Можно сделать вывод о корректном модельном отражении закономерностей учтенного факторного влияния на занятость населения по кластерам городов, но при этом — о существенной вариации относительно выявленных закономер-

ностей (особенно по первому кластеру, городов), что требует продолжения исследования на внутрикластерном уровне.

Заключение

В ходе проведенного исследования был осуществлен многомерный статистический анализ социально-экономических факторов, влияющих на занятость в городских округах Российской Федерации. Разработанная система показателей муниципальной статистики является эффективной для выделения групп городов, отличающихся выявленными и оцененными закономерностями влияния факторных показателей экономического развития на уровень занятости населения.

Доказано, что выявление значимых факторов занятости на муниципальном уровне (по городским муниципальным образованиям) требует их предварительной кластеризации с применением как результативных,

так и факторных показателей, а также с учетом временных лагов их взаимосвязи. Установлено, что кластеризация городов по факторным показателям не обеспечивает учета индивидуальных статистических эффектов взаимозависимости исследуемых показателей в городах, что приводит к скрытости латентных взаимосвязей, учет которых необходим для регулирования занятости

Полученные результаты могут быть использованы для разработки эффективных мер по регулированию занятости и улучшению социально-экономического развития городов. В дальнейшем, на основе выявленных показателей, можно проводить более глубокий анализ и разрабатывать индивидуальные стратегии развития для каждого города, что будет способствовать повыше-

нию уровня жизни населения и устойчивому экономическому росту.

Таким образом, проведенное исследование внесло значительный вклад в понимание социально-экономических процессов, влияющих на занятость в городах, и предоставило полезные инструменты для дальнейшего анализа и управления этими процессами.

Литература

1. Смирнов И.А., Малафеев О.А., Голубков В.В., Яковец Т.Ю. Задача кластеризации городов Севера России по социально-демографическим данным [Электрон. ресурс] // Сборник научных трудов секции третьей Евразийской научно-технологической конференции «Сопряжение Большого евразийского партнерства и инициативы «Один пояс – один путь»: Арктические стратегии, программы, проекты». СПб.: Издательство ВВМ, 2020. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42462050>.
2. Энхбат П. Кластерный анализ умных городов в сфере мобильности и транспорта. Доклад на VII научном семинаре «Инновационное развитие экономики отдельных стран и регионов: международные сравнения» НИУ «Высшая школа экономики» 12 декабря 2022 г. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://wec.hse.ru/mirror/pubs/share/802506466.pdf>.
3. Фонд «Институт экономики города» Типология городов России по показателям индексов качества жизни и качества среды, 2022 г. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.urbaneeconomics.ru/sites/default/files/tipologiya-22.12.pdf>.
4. Kenger O.N., Kenger Z.D. Clustering of Cities Based on Their Smart Performances: A Comparative Approach of Fuzzy C-Means, K-Means, and K-Medoids, 2023 DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3333753.
5. Портнова Л.В. Кластерный подход к анализу регистрируемой безработицы в регионе // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. 2023. № 20(1). С. 89–93. DOI: 10.21686/2413-2829-2023-1-89-93.
6. БД ПМО. Раздел 1.33 «Муниципальная статистика» Федерального плана статистических работ (утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 мая 2008 г. № 671-р с последующими изменениями).
7. Созинова А.А., Ряттель А.В., Савельева Н.К., Метелева О.А. Кластерный подход к оценке показателей рынка труда: кроссрегиональное сравнение [Электрон. ресурс] // Экономика труда. 2022. Т. 9. № 10. С. 1509–1526. Режим доступа: <https://1economic.ru/lib/116372>. DOI: 10.18334/et.9.10.116372.
8. Буйтек Э.К., Калиева С.А. Применение метода кластерного анализа в оценке уровня безработицы в Казахстане [Электрон. ресурс] // Central Asian Economic Review. 2020. № 1. С. 87–99. Режим доступа: <https://caer.narxoz.kz/jour/article/view/84/83>.
9. Ворогушин Е. «Кейс: разработка системы кластеризации городов для повышения прозрачности оплаты труда» PWC [Электрон. ресурс]. Режим доступа: https://assets.dm.ux.sap.com/ru-hr-digital-transformation-retail/pdfs/vorogushin_pwc.pdf.
10. Eugenio Cesario E., Lindia P., Vinci A. A scalable multi-density clustering approach to detect city hotspots in a smart city // Future Generation Computer Systems. 2024. Т. 157. С. 226–236. DOI: 10.1016/j.future.2024.03.042 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X24001122>.
11. Орлова И.В., Филонова Е.С. Кластерный анализ регионов Центрального федерального округа по социально-экономическим и демографическим показателям [Электрон. ресурс] // Статистика и экономика. 2015. № 5. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/klasternyy-analiz-regionov-tsentralnogo-federalnogo-okruga-po-sotsialno-ekonomicheskimi-i-demograficheskim-pokazatelyam>.
12. Нормализация Z-оценки: определения и примеры [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.codecamp.ru/blog/z-score-normalization/>.
13. Ward J.H. Hierarchical grouping to optimize an objective function // J. of the American Statistical Association. 1963. 236 с.
14. Czyż SH, Toriola AL, Starościk W, Lewandowski M, Paul Y, Oyeyemi AL. Physical Fitness, Physical Activity, Sedentary Behavior, or Diet-What Are the Correlates of Obesity in Polish School Children? // Int J Environ Res Public Health. 2017. № 14 (6). С. 664. DOI: 10.3390/ijerph14060664.
15. Эмпирическое корреляционное отношение [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/9336236/page:11/>.
16. Шкала Чеддока [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://math.semestr.ru/corel/cheddok.php>.

References

1. Smirnov I.A., Malafeyev O.A., Golubkov V.V., Yakovets T.Yu. The problem of clustering cities in the North of Russia based on socio-demographic data [Internet]. Sbornik nauchnykh trudov sektsii tret'yey Yevraziyskoy nauchno-tekhnologicheskoy konferentsii «Sopryazheniye Bol'shogo yevraziyskogo partnerstva i initsiativy «Odin poyas - odin put'»: Arkticheskiye strategii, programmy, proyekty» = Collection of scientific papers of the section of the third Eurasian scientific and technological conference "Connection of the Greater Eurasian Partnership and the One Belt - One Road Initiative: Arctic strategies, programs, projects". Saint Petersburg: VVM Publishing House; 2020. Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42462050>. (In Russ.)
2. Enkhbat P. Cluster analysis of smart cities in the field of mobility and transport. Doklad na VII nauchnom seminare «Innovatsionnoye razvitiye ekonomiki ot del'nykh stran i regionov: mezhdunarodnyye sravneniya» NIU «Vysshaya shkola ekonomiki» 12 dekabrya 2022 g. = Report at the VII scientific seminar "Innovative development of the economy of individual countries and regions: international comparisons" National Research University "Higher School of Economics" on December 12, 2022 [Internet]. Available from: <https://wec.hse.ru/mirror/pubs/share/802506466.pdf>. (In Russ.)
3. Fond «Institut ekonomiki goroda» Tipologiya gorodov Rossii po pokazatelyam indeksov kachestva zhizni i kachestva sredy, 2022 g. = Institute for Urban Economics Foundation Typology of Russian Cities Based on Quality of Life and Quality of Environment Indices, 2022 [Internet]. Available from: <https://www.urbanecomomics.ru/sites/default/files/tipologiya-22.12.pdf>. (In Russ.)
4. Kenger O.N., Kenger Z.D. Clustering of Cities Based on Their Smart Performances: A Comparative Approach of Fuzzy C-Means, K-Means, and K-Medoids; 2023 DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3333753.
5. Portnova L.V. Cluster Approach to the Analysis of Registered Unemployment in the Region. Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova = Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics. 2023; 20(1): 89-93. DOI: 10.21686/2413-2829-2023-1-89-93. (In Russ.)
6. BD PMO. Razdel 1.33 «Munitsipal'naya statistika» Federal'nogo plana statisticheskikh rabot (utverzhden rasporyazheniyem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 6 maya 2008 g. № 671-r s posleduyushchimi izmeneniyami) = DB PMO. Section 1.33 "Municipal Statistics" of the Federal Statistical Work Plan (approved by the Order of the Government of the Russian Federation of May 6, 2008 No. 671-r with subsequent amendments). (In Russ.)
7. Sozinova A.A., Ryattel' A.V., Savel'yeva N.K., Meteleva O.A. Cluster approach to assessing labor market indicators: cross-regional comparison [Internet]. Ekonomika truda = Labor Economics. 2022; 9; 10: 1509-1526. Available from: <https://1econom-ic.ru/lib/116372>. DOI: 10.18334/et.9.10.116372. (In Russ.)
8. Buytek E.K., Kaliyeva S.A. Primeneniye metoda klasternogo analiza v otsenke urovnya bez-rabotitsy v Kazakhstane [Internet]. Central Asian Economic Review. 2020; 1: 87-99. Available from: <https://caer.narxoz.kz/jour/article/view/84/83>.
9. Vorogushin Ye. «Keys: razrabotka sistemy klasterizatsii gorodov dlya povysheniya prozrachnosti oplaty truda» PWC = "Case: development of a city clustering system to increase wage transparency" PWC [Internet]. Available from: https://assets.dm.ux.sap.com/ru-hr-digital-transformation-retail/pdfs/vorogushin_pwc.pdf. (In Russ.)
10. Eugenio Cesario E., Lindia P., Vinci A. A scalable multi-density clustering approach to detect city hotspots in a smart city. Future Generation Computer Systems. 2024; 157: 226-236. DOI: 10.1016/j.future.2024.03.042 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X24001122>.
11. Orlova I. V., Filonova Ye. S. Cluster analysis of regions of the Central Federal District by socio-economic and demographic indicators [Internet]. Statistika i ekonomika = Statistics and Economics. 2015; 5. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/klasternyy-analiz-regionov-tsentralnogo-federalnogo-okruga-po-sotsialno-ekonomicheskim-i-demograficheskim-pokazatelyam>. (In Russ.)
12. Normalizatsiya Z-otsenki: opredeleniya i primery = Z-score normalization: definitions and examples [Internet]. Available from: <https://www.codecamp.ru/blog/z-score-normalization/>. (In Russ.)
13. Ward J.H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. J. of the American Statistical Association. 1963. 236 p.
14. Czyż SH, Toriola AL, Starościak W, Lewandowski M, Paul Y, Oyeyemi AL. Physical Fitness, Physical Activity, Sedentary Behavior, or Diet-What Are the Correlates of Obesity in Polish School Children? Int J Environ Res Public Health. 2017; 14(6): 664. DOI: 10.3390/ijerph14060664.
15. Empiricheskoye korrelyatsionnoye otnosheniye = Empirical correlation ratio [Internet]. Available from: <https://studfile.net/preview/9336236/page:11/>. (In Russ.)
16. Shkala Cheddoka = Chaddock scale [Internet]. Available from: <https://math.semestr.ru/corel/cheddok.php>. (In Russ.)

Сведения об авторе

Ирина Васильевна Корчагина

К.э.н., директор Института экономики и управления

*Кемеровский государственный университет,
Кемерово, Россия*

Эл. почта: korcagina-i@mail.ru

Information about the author

Irina V. Korchagina

*Cand. Sci. (Economics), Director of the Institute of
Economics and Management*

*Kemerovo State University,
Kemerovo, Russia*

E-mail: korcagina-i@mail.ru