



Математические и инструментальные методы экономики

Научная статья

УДК 33.338

DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2023.2/11093>

JEL: J21; J23; J38

Кластерный анализ отраслей российского рынка труда

С. О. Николенко¹, Н. А. Моисеев^{2✉}, Е. И. Смирнова⁵

^{1, 2, 5} Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова,
Стремянный пер., 36, 117997, Москва, Российская Федерация

Предмет. В условиях значительных перемен, когда компании приостанавливают или полностью прекращают свою деятельность на территории РФ, возникают перебои с поставками комплектующих и логистические проблемы, встают вопросы планирования. Всё еще необходимо выстраивать планы по финансовой поддержке отраслей, которые в большей мере могут пострадать от происходящих изменений. Данные перемены влияют не только на объемы производства, но и на занятость и оплату труда работников секторов. Для принятия наиболее эффективных решений необходим комплексный анализ динамики развития. В статье рассмотрены взаимосвязи между отраслями экономики на основе среднего уровня заработных плат, что является важным фактором, отражающим вектор развития сектора.

Цели. Исследование специфики российского рынка труда на основе среднего уровня заработных плат по отраслям. Определение схожих секторов экономики.

Методология. В процессе изучения использовалась классификация экономических отраслей, основанная на методологии, разработанной Федеральной службой государственной статистики. В работе термины «сектор экономики» и «отрасль экономики» используются как синонимы. Применялись следующие методы научного познания: измерение, описание, моделирование. Исследование построено на изучении актуальной научной литературы – как отечественной, так и зарубежной.

Результаты. Показана группировка экономических отраслей на основе таких характеристик, как цепной темп прироста, средний прирост, минимальное и максимальное значение, стандартное отклонение и размах изучаемого временного ряда. Сформированные кластеры, в свою очередь, отражают специфику включенных в них отраслей, что подкрепляет результаты проведенного анализа.

Выводы. В ходе анализа было выявлено три кластера, отрасли которых разделяют общую динамику развития. Первый кластер включает в себя экономические отрасли, входящие в первичный сектор экономики. Во втором кластере можно выделить отрасли, поддерживаемые государством, а третий отражает отрасли, входящие в промышленный сектор.

Ключевые слова: анализ, направления развития рынка труда, анализ вектора развития экономического сектора, рынок труда.

Для цитирования: Николенко, С. О., Моисеев, Н. А., Смирнова, Е. И. (2023) Кластерный анализ отраслей российского рынка труда. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление.* (2), 31–42. DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2023.2/11093>

Введение

Рынок труда является важной для развития страны структурой, которая, как отмечено в работе Н. Ко и Е. Вае, непосредственно влияет на благосостояние населения (Ko & Bae, 2020).

Однако в течение последних нескольких месяцев происходят значительные изменения на рынке труда. А. А. Волошин подчеркивает, что в связи происходящими изменениями иностранные и российские компании приостанавливают или полностью прекращают свою деятельность на территории РФ, перебои с поставками комплектующих и логистические проблемы безусловно влияют на структуру рынка труда в стране (Волошин, 2022).

Также можно ожидать существенных изменений в структуре занятости. В частности, можно прогнозировать увеличение спроса на ИТ-специалистов в связи с эмиграцией специалистов в последние 6 месяцев, сокращение рабочих мест в отраслях, либо в значительной степени зависимых от поставок из-за рубежа (автопром, бытовая техника), либо ориентированных на внешний рынок (металлургия, производство удобрений) (Волошина et al., 2022).

Все изменения, описанные выше, будут непосредственно влиять не только на количество рабочих мест на рынке труда, но и на уровень заработных плат, который будет отражать изменившиеся запросы компаний на рабочую силу.

В статье J. E. Stiglitz было отмечено, что на масштаб последствий будет воздействовать как эффективность адаптации компаний к изменениям на рынке (изменение логистических цепочек поставок, замещение импортных комплектующих и т. д.), так и введение оптимальных государственных программ по регуляции рынка труда (поддержка отраслей, наиболее подверженных изменениям, финансирование программ по повышению квалификации профессионалов и т. д.) (Stiglitz, 2021).

Данные механизмы поддержки критичны для развития экономики, так как изменения на потребительском рынке непосредственно влияют как на предложение со стороны компаний, так и на спрос потребителей, воздействуя на объем средств, который люди способны накапливать и реинвестировать.

В контексте государственной поддержки необходимо понимать схожесть изменений в различных экономических отраслях для

принятия наиболее эффективных решений, направленных на восстановление экономики.

Существуют различные подходы к рассмотрению сферы труда и оценки текущего вектора развития. К таким подходам можно отнести изучение гендерного разрыва в оплате труда, применяемых государственных программ, влияния внешних факторов, а также спроса на труд.

В работе С. М. Sloane, Е. G. Hurst, D. A. Black раскрывается влияние выбранной в университете специализации и последующей работы на гендерный разрыв в заработной плате (Sloane et al., 2021). На основе проведенного исследования было показано, что вышеперечисленные факторы влияют лишь на 60 % гендерного разрыва в заработной плате.

В статье Т. Hagen с использованием различных региональных источников данных для Восточной Германии оцениваются три крупнейшие программы активной политики на рынке труда (ALMP): схемы создания рабочих мест (JCS), схемы структурной перестройки (SAS) и общественное обучение (PT) (Hagen, 2005). Подход, основанный на кривой Бевериджа, не указывает на какие-либо долгосрочные эффекты активных политик на рынке труда на региональные уровни ищущих работу. Динамическая оценка спроса на рабочую силу показала, что общественное обучение (PT) не влияет на занятость, а схемы создания рабочих мест (JCS) приводят к замещению постоянной занятости.

В своей работе Z. Li, B. Lin освещают влияние внешних факторов на уровень занятости (Li & Lin, 2022). С 2013 по 2017 г. в ответ на национальное загрязнение воздуха в Китае была реализована политика "Clean Air Action". Чтобы оценить политическое влияние экологического регулирования на спрос на рабочую силу, в статье проводится оценка политики путем разработки квази-естественного эксперимента. Основываясь на изменениях спроса на рабочую силу в различных регионах и секторах с 2008 по 2017 г., результаты экспериментов демонстрируют, что реализация Clean Air Action оказывает значительное негативное влияние на занятость в промышленности и динамические шоки концентрируются на заключительном этапе реализации политики.

В исследовании Y. Sun подчеркивается, что технологические изменения, ориентированные на высококвалифицированных специалистов, вызванные инновациями, сильно

изменили рынок труда (Sun, 2022). В работе было отмечено, что инновации положительно коррелируют с неравенством доходов с двух точек зрения: спроса на труд и предпринимательства. Во-первых, инновации могут изменить спрос на высококвалифицированный и низкоквалифицированный труд, тем самым изменяя структуру надбавок за квалификацию и заработной платы, что повлияет на неравенство доходов. Во-вторых, развивающееся предпринимательство позволяет предпринимателям накапливать больше богатства благодаря более высокой финансовой отдаче от инноваций, а также более высокому стимулу экономить больше денег.

Также одной из таких работ является анализ уровня заработных плат. В работе S. Greenlaw и T. Taylor данный фактор назван одним из наиболее значимых при оценке спроса на профессиональные навыки и общественного запроса на удовлетворение определенных потребностей (Greenlaw & Taylor, 2016).

Динамика роста заработных плат отражает многие процессы как на рынке труда, так и в обществе в целом. Чем больше разница в динамике роста заработных плат между различными социальными классами, тем выше разобщенность в обществе, тем более, как подчеркивалось в статье И. А. Курбатовой и Н. П. Пермяковой, если различие в оплате труда не отражает общественные запросы населения (Курбатова & Пермякова, 2015).

Данная проблематика особенно актуальна в настоящее время, когда необходимо обеспечить стабильность рынка труда (Маслова et al., 2022). Критично также изучение схожести в динамике роста уровня заработных плат по основным экономическим отраслям, предоставляющее возможность определять взаимосвязи между трендами, которые ранее были не очевидны.

Вопросы, связанные с группировкой экономических отраслей, рассматривали K. H. Anderson, J. S. Butler, F. A. Sloan (Anderson et al., 1987). Анализ проводился на основе данных, собранных за 1968–1980 гг. Целью статьи была проверка двойного рынка труда (dual labor market theory), которая говорит о разделении отраслей на две группы (первичные и вторичные) на основе определенных характеристик. В рамках данной работы теория не была подтверждена, однако было выдвинуто предположение о разделении отраслей на основе профессий, от-

носящихся к офисной работе или умственному труду, и профессий, связанных с физическим трудом. В данной работе разделение отраслей выносится за рамки вышеперечисленных группировок и переходит в область с менее очевидными взаимосвязями, разделяя сектора с использованием метода кластерного анализа.

Также часто кластеризация отраслей экономики привязана к географическому фактору.

В работе В. Ю. Ершовой кластер определяется как обобщенное объединение сообществ, организаций, фирм, предприятий, образовательных учреждений и т. п. в один конгломерат или ассоциацию по экономическим, социальным, географическим и промышленным показателям, которые способствуют дальнейшему развитию, повышению конкурентоспособности и привлекательности, разработки и дальнейшему внедрению новых технологий для эффективного развития всех отраслей региона (Ершова, 2012).

В статье также отмечается, что на практике выделяются две модели кластерной политики.

1. Первая модель – англо-саксонская (США, Австралия, Великобритания). В рамках этой модели кластер рассматривается как рыночный организм, а государство – институт, способствующий избавлению от барьеров на пути развития отрасли или страны в целом. Особенностью данного подхода является разработка и внедрение программ развития компаниями и региональными властями.

2. В рамках второй модели, которая широко используется в европейский и некоторых азиатских странах, важную роль играет федеральная политика по развитию и продвижению кластера. Она включает в себя ряд мер, характеризующихся приоритизацией кластеров и введением финансирования проектов.

А. П. Гарнов и В. Ю. Гарнова отмечают важность государственной поддержки для развития кластеров, в особенности на этапе реализации инновационных элементов. В их работе были выделены направления государственной кластерной политики в России, которые позволят государству наиболее эффективно участвовать в развитии отраслей:

1) повышение эффективности использования инвестиционных ресурсов и ведения инвестиционных проектов;

2) создание условий для конструктивного диалога внутри кластера и усиления взаимодействия между акторами внутри него;

3) формирование потребительских предпочтений, развитие родственных секторов экономики;

4) обеспечение населения необходимыми навыками для более эффективного развития отраслей;

5) устранение торговых барьеров, осуществление инвестиционных и инфраструктурных проектов (Гарнов & Гарнова, 2016).

Материалы и методы исследования

Анализ взаимосвязей экономических отраслей был проведен на основе показателей, базирующихся на данных Росстата о среднем уровне заработных плат по отраслям.

Временной интервал исследования – 2010–2021 гг. Данный промежуток позволяет сделать выводы о последних тенденциях развития отраслей на рынке труда.

Для проведения кластерного анализа в работе был использован метод К-средних для временных рядов (TimeSeriesKmeans), в то время как для подбора количества кластеров – «метод локтя» и «коэффициент силуэта».

«Метод локтя» используется для нахождения оптимального количества кластеров с помощью перебора различного разбиения объектов на кластеры с целью минимизации суммы ошибок внутри каждого кластера (J) и вычисляется по формуле

$$J = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^K (x_{ij} - c_j)^2, \quad (1)$$

где c_j – центроид j -го кластера, x_{ij} – i -й элемент j -го кластера.

Также для определения оптимального числа кластеров был использован коэффициент силуэта, который вычисляется по формуле

$$S = \frac{b - a}{\max(a, b)}, \quad (2)$$

где a – среднее внутрикластерное расстояние, b – среднее расстояние до ближайшего кластера.

Для определения качества кластеризации был использован индекс Калински – Харабаса, рассчитываемый по формуле (3). Индекс представляет собой отношение суммы дисперсии между кластерами и дисперсии внутри кластера для всех кластеров (где дисперсия определяется как сумма квадратов расстояний).

Для набора данных E размера n_E , который был сгруппирован в k -кластеры, оценка Калин-

ски – Харабаса s определяется как отношение средней дисперсии между кластерами и дисперсии внутри кластера:

$$s = \frac{\text{tr}(B_k)}{\text{tr}(W_k)} \times \frac{n_E - k}{k - 1}, \quad (3)$$

где $\text{tr}(B_k)$ является следом межгрупповой дисперсионной матрицы и $\text{tr}(W_k)$ является следом матрицы дисперсии внутри кластера, определяемой следующим образом:

$$W_k = \sum_{q=1}^k \sum_{x \in C_q} (x - c_q)(x - c_q)^T,$$

$$B_k = \sum_{q=1}^k n_q (c_q - c_E)(c_q - c_E)^T,$$

где C_q – набор точек в кластере q , c_q – центр кластера q , c_E – центр E , n_q – количество точек в кластере q .

После определения количества кластеров был использован метод К-средних для временных рядов (TimeSeriesKmeans), который является одним из часто используемых методов кластеризации. Также были применены следующие методы: распространения близости (Affinity Propagation), К-средних (Kmeans), иерархической кластеризации (Agglomerative Clustering). Алгоритм работы TimeSeriesKmeans итерационный и заключается в переборе различных способов разбиения объектов на кластеры, каждый раз пересчитывая среднеквадратическое отклонение на точках каждого кластера.

Результаты

В рамках данной работы были изучены изменения, происходящие на российском рынке труда, проведен корреляционный анализ, сформированы кластеры, включающие в себя основные экономические отрасли, выделенные на основе данных Росстата.

В анализ были включены цепные коэффициенты прироста уровней заработных плат по 28 отраслям за 2010–2021 гг. (см. приложение 1). Этот подход позволяет нормализовать данные и нивелировать влияние масштаба на результат работы. Также для более расширенного анализа были включены дополнительные характеристики, а именно средний коэффициент прироста, максимальный и минимальный коэффициент прироста, стандартное квадратичное отклонение и размах.

В рамках корреляционного анализа было определено, что в среднем отрасль имеет

значительную линейную связь (коэффициент корреляции Пирсона $\geq 0,65$) с тремя отраслями. Так, рыболовство и рыбоводство имеет сильную взаимосвязь с производством неметаллических минеральных продуктов, производством и распределением электроэнергии, газа и воды и строительством. В дальнейшем при рассмотрении кластерного анализа также использовались результаты корреляционного анализа, который находил свое отражение в характерном разделении отраслей на кластеры (приложения 1, 2).

Для более качественного изучения динамики оплаты труда был проведен кластерный анализ. Для подбора количества кластеров были использованы метод локтя и коэффициент «силуэт». В рамках анализа было отобрано три кластера, на которые были разделены экономические отрасли (рисунок).

В работе данные были кластеризованы четырьмя различными способами: K-средних (Kmeans), K-средних для временных рядов (TimeSeriesKmeans), иерархической кластеризации (Agglomerative Clustering), распространения близости (Affinity Propagation). Наилучший результат показал метод K-средних для временных рядов (TimeSeriesKmeans) на основе таких метрик, как критерий силуэта и критерий Калински – Харабаса (таблица). Он и был использован при дальнейшем анализе отраслей.

В результате проделанного кластерного анализа отрасли были разделены на три кластера, состоящих из девяти, пяти, и четырнадцать

отраслей соответственно (см. приложение 2). В работе было рассмотрено два метода визуализации кластеров: стохастическое вложение соседей с t -распределением (TSNE) и метод главных компонент (PCA), однако метод главных компонент сформировал кластеры более отчетливо (см. приложение 1).

Обсуждение результатов

На основе проделанного анализа можно увидеть, что сельское хозяйство и охота, рыболовство, обработка древесины, текстильное и швейное производства находятся в одном кластере. Стоит отметить, что вышеперечисленные отрасли относятся к первичному сектору экономики, который, как раскрыто в статье Е. В. Растяжникова, имеет общий вектор развития (Растяжникова, 2016).

Пик в росте заработных плат у данного кластера замечен в 2017 г., что может быть

Т а б л и ц а
Оценка качества кластерного анализа при использовании различных методов кластеризации

Критерии \ Методы	Силуэт	Калински-Харабас
Kmeans	0,20	6,62
TimeSeriesKmeans	0,20	8,02
Agglomerative clustering	0,22	7,93
AffinityPropagation	0,11	6,23

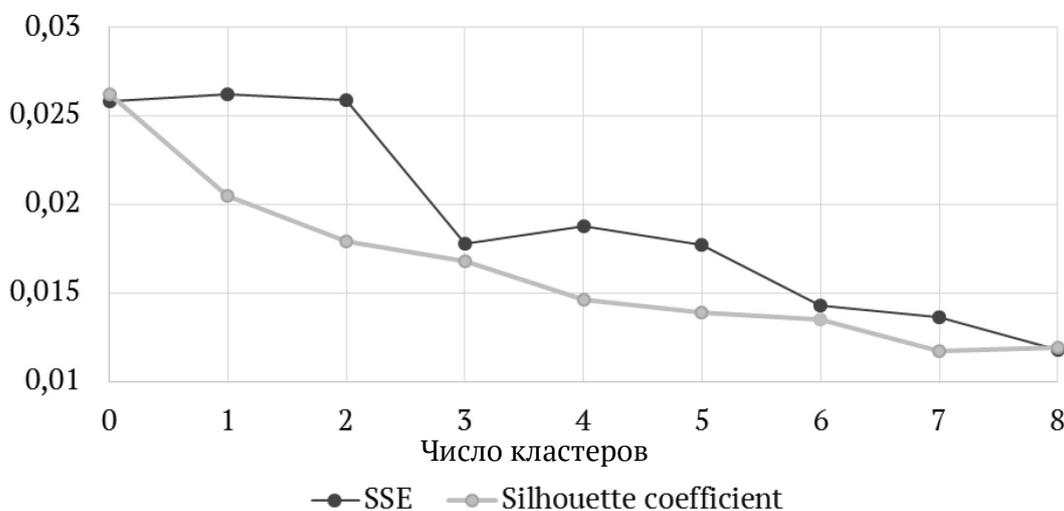


Рисунок. Визуализация метода локтя (SSE) и коэффициента «силуэт», используемых для подбора количества кластеров [составлено авторами]

связано с государственными инвестициями в первичный сектор. В статье Е. В. Николаевой и М. Н. Сердюковой было отмечено, что в 2017 г. на развитие сельского хозяйства из федерального бюджета направлены субсидии в сумме 143,9 млрд руб. (Николаева & Сердюкова, 2018).

Стоит подчеркнуть, что в 2017 г. продолжали вводиться ограничения на импорт и экспорт продукции в страны ЕС, данные запреты коснулись в том числе государственного сектора. Тогда же было выпущено Постановление Правительства РФ от 5 сентября 2017 г. № 1072, в котором в целях защиты внутреннего рынка и поддержки товаропроизводителей с 1 декабря 2017 г. по 1 декабря 2019 г. устанавливался запрет на допуск при государственных закупках отдельных видов деревообрабатывающей промышленности, производящейся вне территории РФ за исключением государств ЕАЭС. Е. О. Таппасханова, З. А. Мустафаева и Ф. Р. Бисчекова отмечают, что данное постановление в значительной степени увеличивало спрос на продукцию отечественного производителя, что способствовало увеличению свободных средств в секторе деревообрабатывающей промышленности (Таппасханова et al., 2018).

Во втором кластере были объединены такие отрасли, как государственное управление, образование, здравоохранение, а также производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака, производство и распределение электроэнергии, газа и воды. Следует подчеркнуть, что большая часть включенных в кластер отраслей в значительной степени финансируется и управляется государством. В. В. Коокуева при изучении финансирования образования отметила, что «основными источниками финансирования расходов на образование служат федеральный, региональные и муниципальные бюджеты. Незначительную роль играют внебюджетные средства от предпринимательской деятельности и средства спонсоров, а также добровольные пожертвования и целевые взносы» (Коокуева, 2013). В то время как в сфере здравоохранения основными источниками финансирования являются федеральный бюджет, бюджеты субъектов РФ, местные бюджеты и средства ОМС, дополнительными источниками выступают добровольное медицинское страхование и платные услуги, однако их доля незначительна (Алексеева & Швецова, 2016). Свободные средства, которые могут быть выделены на заработные платы, в значитель-

ной мере зависят от состояния государственного бюджета. Данная взаимосвязь могла послужить причиной схожести изменений в динамике заработных плат.

В третьем кластере оказались преимущественно сектора, связанные с химической промышленностью и производством (производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования, производство транспортных средств и оборудования, производство прочих неметаллических минеральных продуктов, химическое производство, производство кожи и целлюлозно-бумажное производство). В исследовании безработицы в условиях пандемии в 2021 г. указано, что повсеместно накладываемые ограничения в связи с распространением COVID-19 негативно сказались на объемах производства, что напрямую связано с уровнем заработных плат в этих отраслях (Искандарян & Фадеева, 2021). Кроме того, в 2022 г. давление на промышленный сектор увеличивается в связи с эскалацией конфликта на Украине и последовавшими антироссийскими санкциями и проблемами в цепочке поставок (Нцунг et al., 2022). Резко снизилось как число экспортных заказов, так и количество клиентов, продолживших сотрудничество. Снижение загрузки производственных мощностей и повлияло на сокращение штата и снижение заработных плат в большей части промышленного сектора. Негативные последствия воздействия на сектор подтверждаются отчетом по динамике промышленного производства (Каукин & Миллер, 2022): по итогам II квартала 2022 г. трендовая составляющая индекса промышленного производства показала спад – в основном из-за санкций, введенных рядом стран после начала спецоперации России на Украине в феврале 2022 г.

Заключение

В период неопределенности необходимо принимать наиболее эффективные решения, учитывая масштаб потенциальных последствий и их влияние на благосостояние населения. Стоит отметить, что вводимая политика должна выстраиваться с учетом известных взаимосвязей на рынке. Данная работа позволит расширить объем информации об экономических отраслях рынка труда РФ.

В результате проведенного анализа были изучены динамика развития рынка труда РФ, проблемы, с которыми сталкивается современ-

ный рынок, и их последствия, которые затронут структуру рынка труда и повлияют на уровень заработных плат.

Авторами были проведены корреляционный и кластерный анализы. Корреляционный анализ показал значительную зависимость каждой из рассматриваемых отраслей от трех других секторов, включенных в анализ. В рамках кластерного анализа было выделено три кластера, разделившего экономические отрасли на основании схожести в динамике заработных плат. Первый кластер объединил в себе по большей части экономические отрасли, входящие в первичный сектор экономики: сельское хозяйство,

рыболовство, текстильное и швейное производство. Второй кластер состоит из поддерживаемых государством отраслей: здравоохранение, государственное управление, образование. Последний выделенный кластер включает в себя промышленный сектор: химическое производство, целлюлозно-бумажное производство, производство резиновых и пластмассовых изделий и т. д. Данный анализ позволяет отслеживать изменения в отдельных отраслях и прогнозировать изменения в секторах, схожих с ним (находящихся в одном кластере), что позволит расширить анализ рынка труда и принимать наиболее оптимальные для рынка решения.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках проекта РНФ на тему: «Разработка системы оценки и оптимального планирования реализации государственных экономических проектов в условиях геополитических рисков» № 22-78-10150.

Список литературы

Алексеева, Е. С., Швецова, В. А. (2016) Генетическая карта здоровья населения. Финансирование и инновации в сфере здравоохранения. *Символ науки*. 11 (4), 2. [Alekseeva, E. S., Shvetsova, V. A. (2016) Genetic map of population health. Financing and innovation in healthcare. *Symbol of Science*. 11 (4), 2. (In Russian).]

Волошин, А. А. (2022) Проблемы и изменения на рынке труда России в ходе кризисов 2020 и первой половины 2022 гг. *Московский экономический журнал*. 7 (7). [Voloshin, A. A. (2022) The Problems and Changes on the Labor Market in Russia During the Crises in 2020 and the First Half of 2022. *Moscow Economic Journal*. 7 (7), 160–178. (In Russian).] https://doi.org/10.55186/2413046x_2022_7_7_445

Волошина, И. А., Джума, В. И., Мухина, И. И. (2022) Спрос на рабочую силу и востребованность профессий в 2021–2022 гг.: результаты анализа вакансий. *Социально-трудовые исследования*. 48 (3), 118–130. [Voloshina, I. A., Dzuma, V. I., Mukhina, I. I. (2022) Demand for Workforce and Professions in 2021–2022: Job Analysis Results. *Social & Labor Researches*. 48 (3), 118–130. (In Russian).] <https://doi.org/10.34022/2658-3712-2022-48-3-118-130>

Гарнов, А. П., Гарнова, В. Ю. (2016) Кластеризация экономики: способы повышения эффективности государственной промышленной. *Вестник РЭУ им. Г. В. Плеханова*. 6. [Garnov, A. P., Garnova, V. Yu. (2016) Cluster economy: ways of raising the efficiency of state industrial policy. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*. 6. (In Russian).]

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Ершова, В. Ю. (2012) Роль кластеров в развитии экономики. *Научные исследования в образовании*. 7. [Ershova, V. Yu. (2012) The role of clusters in economic development. *Nauchnye Issledovaniia v Obrazovanii*, 7. (In Russian).]

Искандарян, М. В., Фадеева, Е. А. (2021) Безработица в условиях пандемии. *Journal of Economy and Business*. 9 (1), 4–5. [Iskandaryan, M. V., Fadeeva, E. A. (2021) Unemployment in the context of the pandemic. *Journal of Economy and Business*. 9 (1), 4–5. (In Russian).] <https://doi.org/10.24412/2411-0450-2021-9-1-101-104>

Каукин, А. С., Миллер, Е. М. (2022) Динамика промышленного производства во втором квартале 2022 г. *Экономическое развитие России*. 9, 4–5. [Kaukin, A. S., Miller, E. M. (2022) Industrial Production Dynamics in Q2 2022. *Russian Economic Development*. 9, 4–5. (In Russian).]

Коокуева, В. В. (2013) Финансирование образования в Российской Федерации и в зарубежных странах. *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. 4 (142), 2. [Kookueva, V. V. (2013) Financing education in the Russian Federation and in foreign countries. *Financial Analytics: Science and Experience*. 4 (142), 2. (In Russian).]

Курбатова, И. А., Пермякова, Н. П. (2015) Проблемы реализации функций заработной платы в российской экономике. *Journal of New Economy*. 5 (61), 6–13. [Kurbatova, I. A., Permyakova, N. P. (2015) Problems of implementation of wage functions in the Russian economy. *Journal of New Economy*. 5 (61), 6–13. (In Russian).]

Маслова, Е. В., Колесникова, О. А., Окольных, И. В. (2022) Современные трансформации рынка труда России: вызовы и необходимая реакция управления. *Экономика труда*. 9 (4), 743–764. [Maslova, E. V., Kolesnikova, O. A., Okolelyh, I. V. (2022) Modern transformations of the Russian labour market: challenges and necessary management response. *Journal of Labor Economics*. 9 (4), 743–764. (In Russian).] <https://doi.org/10.18334/et.9.4.114459>

Николаева, Е. В., Сердюкова, М. Н. (2018) Анализ эффективности государственных программ поддержки малых форм организации сельскохозяйственного производства и сельскохозяйственной кооперации. *Вестник Челябинского государственного университета*. 8 (418), 121. [Nikolaeva, Ye. V., Serdyukova, M. N. (2018) The efficiency analysis of the state support programs for small forms of agricultural production and agricultural cooperation. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 8 (418), 121. (In Russian).]

Растянникова, Е. В. (2016) Первичный сектор экономики в странах БРИКС. *Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки*. 4, 194–197. [Rastyannikova, E. V. (2016) The primary sector of the economy in BRICS countries. *Institute of Oriental Studies of the Russian Academy of Sciences*, 4, 194–197. (In Russian).]

Таппасханова, Е. О., Мустафаева, З. А., Бисчекова, Ф. Р. (2018) Современное состояние и тенденции развития рынка мебельной продукции России. *KANT*. 3 (28), 259. [Tappaskhanova, E. O., Mustafaeva, Z. A., Bischekova, F. R. (2018) Current state and development trends of the Russian furniture market. *KANT*. 3 (28), 259. (In Russian).]

Anderson, K. H., Butler, J. S., Sloan, F. A. (1987) Labor market segmentation: a cluster analysis of job

groupings and barriers to entry. *Southern Economic Journal*. 53 (3), 571. <https://doi.org/10.2307/1058755>

Greenlaw, S. A., Taylor, T. (2017) *Principles of Economics 2e*. 12th Media Services.

Hagen, T. (2005) Three approaches to the evaluation of active labour market policy in East Germany using regional data. *SSRN Electronic Journal*. 3 (27). <https://doi.org/10.2139/ssrn.423402>

Huynh, T. L. D., Hoang, K., Ongena, S., Mamonov, M., Mishra, T., Nguyen, H., Pestova, A., Vu, T., Walther, T. (2022) The impact of foreign sanctions on firm performance in Russia. *CEPR Discussion Paper*. 17415, 17.

Ко, Н., Бae, Е. (2020) Effects of active labour-market policies on welfare state finances. *Journal of International and Comparative Social Policy*. 36 (2), 200–216. <https://doi.org/10.1017/ics.2020.11>

Li, Z., Lin, B. (2022) Analyzing the impact of environmental regulation on labor demand: A quasi-experiment from Clean Air Action in China. *Environmental Impact Assessment Review*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106721>

Sloane, C. M., Hurst, E. G., Black, D. A. (2021) College majors, occupations, and the gender wage gap. *Journal of Economic Perspectives*. 35 (4), 223–248. <https://doi.org/10.1257/jep.35.4.223>

Stiglitz, J. E. (2021) The proper role of government in the market economy: The case of the post-COVID recovery. *Journal of Government and Economics*. 1, 100004. <https://doi.org/10.1016/j.jge.2021.100004>

Sun, Y. (2022) The Effect of Changes in Labor Demand and Entrepreneurship on Income Inequality under Innovations. *Proceedings of the 2022 2nd International Conference on Enterprise Management and Economic Development (ICEMED 2022)*. 656 (5), 97–103. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.220603.201>

София Олеговна Николенко, студент, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва, Российская Федерация

E-mail: nikolenko.sofiya@list.ru

ORCID ID: 0009-0008-5506-8957

Никита Александрович Моисеев, д-р экон. наук, проф., Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва, Российская Федерация

E-mail: Moiseev.na@rea.ru

ORCID ID: 0000-0002-5632-0404

Елена Игоревна Смирнова, канд. экон. наук, доц., Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва, Российская Федерация

E-mail: Smirnova.ei@rea.ru

ORCID ID: 0000-0002-0311-3217

Поступила в редакцию 22.12.2022

Подписана в печать 04.03.2023

Приложения

Приложение 1

Экономические отрасли на основе классификации Росстата

Индекс	Экономические отрасли	Номер кластера
1	Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	1
2	Рыболовство, рыбоводство	1
3	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	3
4	Добыча полезных ископаемых, кроме топливно- энергетических	3
5	Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	2
6	Текстильное и швейное производство	1
7	Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви	3
8	Обработка древесины и производство изделий из дерева	1
9	Целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность	3
10	Химическое производство	3
11	Производство резиновых и пластмассовых изделий	3
12	Производство прочих неметаллических минеральных продуктов	3
13	Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	1
14	Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	3
15	Производство транспортных средств и оборудования	3
16	Прочие производства	3
17	Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	2
18	Строительство	3
19	Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	3
20	Гостиницы и рестораны	1
21	Транспорт и связь	1
22	Финансовая деятельность	3
23	Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	3
24	Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование	2
25	Образование	2
26	Здравоохранение и предоставление социальных услуг	2
27	Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	1
28	Деятельность экстерриториальных организаций	1

Приложение 2

Корреляционная матрица уровня заработных плат отраслей экономики

1	1,0	0,2	0,2	-0,1	-0,3	0,4	-0,1	0,1	0,5	0,1	0,3	0,3	0,5	0,2	0,2	0,1	-0,3	0,1	-0,2	0,6	0,7	-0,3	0,1	0,1	0,2	-0,2	0,3	0,2
2	0,2	1,0	-0,4	-0,5	-0,4	0,2	-0,4	0,0	-0,5	-0,4	-0,6	-0,7	0,1	-0,5	-0,6	-0,4	-0,7	-0,7	-0,5	0,1	0,0	-0,6	-0,3	-0,4	-0,3	-0,5	-0,1	0,1
3	0,2	-0,4	1,0	0,5	0,5	-0,5	0,7	-0,4	0,4	0,4	0,1	0,4	-0,3	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,4	0,0	0,3	0,1	0,4	0,4	0,3	0,6	-0,3	-0,2
4	-0,1	-0,5	0,5	1,0	0,8	-0,5	0,3	0,0	0,6	0,8	0,4	0,5	0,0	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,3	-0,3	0,0	0,5	0,1	0,4	0,1	0,4	-0,5	-0,2
5	-0,3	-0,4	0,5	0,8	1,0	-0,7	0,3	-0,3	0,2	0,6	0,1	0,2	-0,3	0,7	0,6	0,4	0,9	0,2	0,1	-0,5	-0,3	0,2	-0,3	0,4	0,2	0,6	-0,5	0,0
6	0,4	0,2	-0,5	-0,5	-0,7	1,0	-0,3	0,6	0,2	-0,2	0,4	0,0	0,8	-0,2	0,0	-0,3	-0,6	0,0	0,0	0,7	0,6	-0,1	-0,1	-0,3	-0,1	-0,7	0,4	0,3
7	-0,1	-0,4	0,7	0,3	0,3	-0,3	1,0	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3	-0,4	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,7	0,1	0,2	0,4	0,2	0,0	0,1	0,3	-0,3	-0,2
8	0,1	0,0	-0,4	0,0	-0,3	0,6	0,1	1,0	0,2	0,4	0,3	0,2	0,7	0,2	0,4	0,2	-0,1	0,3	0,5	0,6	0,5	0,6	0,0	-0,2	-0,2	-0,7	0,0	0,3
9	0,5	-0,5	0,4	0,6	0,2	0,2	0,2	1,0	0,5	0,7	0,8	0,4	0,4	0,4	0,7	0,5	0,3	0,8	0,3	0,4	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	-0,1
10	0,1	-0,4	0,4	0,8	0,6	-0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	0,3	0,6	0,2	0,8	0,9	0,6	0,7	0,4	0,4	0,1	0,3	0,5	0,0	0,4	0,4	0,2	-0,3	0,1
11	0,3	-0,6	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,3	0,7	0,3	1,0	0,5	0,5	0,4	0,5	0,2	0,2	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,0	0,2	0,0	-0,1	0,1	0,1
12	0,3	-0,7	0,4	0,5	0,2	0,0	0,3	0,2	0,8	0,6	0,5	1,0	0,2	0,5	0,6	0,7	0,5	0,8	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,3	0,3	0,2
13	0,5	0,1	-0,3	0,0	-0,3	0,8	-0,4	0,7	0,4	0,2	0,5	0,2	1,0	0,1	0,3	-0,1	-0,4	0,2	0,0	0,5	0,6	0,1	0,0	-0,2	-0,2	-0,7	0,2	0,3
14	0,2	-0,5	0,6	0,7	0,7	-0,2	0,5	0,2	0,4	0,8	0,4	0,5	0,1	1,0	0,9	0,6	0,8	0,5	0,4	0,1	0,3	0,3	-0,1	0,3	0,3	0,3	-0,3	0,2
15	0,2	-0,6	0,5	0,8	0,6	0,0	0,4	0,4	0,7	0,9	0,5	0,6	0,3	0,9	1,0	0,6	0,7	0,7	0,5	0,2	0,4	0,6	0,1	0,3	0,2	0,2	-0,3	0,0
16	0,1	-0,4	0,4	0,6	0,4	-0,3	0,6	0,2	0,5	0,6	0,2	0,7	-0,1	0,6	0,6	1,0	0,6	0,6	0,5	0,3	0,3	0,4	0,1	0,4	0,3	0,3	-0,1	0,3
17	-0,3	-0,7	0,6	0,8	0,9	-0,6	0,6	-0,1	0,3	0,7	0,2	0,5	-0,4	0,8	0,7	0,6	1,0	0,5	0,4	-0,3	-0,2	0,5	0,0	0,4	0,3	0,6	-0,4	-0,1
18	0,1	-0,7	0,6	0,6	0,2	0,0	0,6	0,3	0,8	0,4	0,5	0,8	0,2	0,5	0,7	0,6	0,5	1,0	0,8	0,3	0,6	0,7	0,7	0,2	0,1	0,1	-0,1	-0,2
19	-0,2	-0,5	0,4	0,3	0,1	0,0	0,7	0,5	0,3	0,4	0,3	0,5	0,0	0,4	0,5	0,5	0,4	0,8	1,0	0,4	0,3	0,8	0,4	0,1	-0,1	-0,1	-0,3	0,0
20	0,6	0,1	0,0	-0,3	-0,5	0,7	0,1	0,6	0,4	0,1	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	-0,3	0,3	0,4	1,0	0,8	0,1	0,1	0,1	0,2	-0,4	0,4	0,4
21	0,7	0,0	0,3	0,0	-0,3	0,6	0,2	0,5	0,6	0,3	0,3	0,5	0,6	0,3	0,4	0,3	-0,2	0,6	0,3	0,8	1,0	0,1	0,5	0,0	0,2	-0,3	0,2	0,1
22	-0,3	-0,6	0,1	0,5	0,2	-0,1	0,4	0,6	0,4	0,5	0,4	0,4	0,1	0,3	0,6	0,4	0,5	0,7	0,8	0,1	0,1	1,0	0,3	0,0	-0,3	-0,2	-0,4	-0,3
23	0,1	-0,3	0,4	0,1	-0,3	-0,1	0,2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,0	0,7	0,4	0,1	0,5	0,3	1,0	0,0	0,0	0,1	0,0	-0,5
24	0,1	-0,4	0,4	0,4	0,4	-0,3	0,0	-0,2	0,3	0,4	0,2	0,6	-0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,8	0,7	0,4	0,3
25	0,2	-0,3	0,3	0,1	0,2	-0,1	0,1	-0,2	0,2	0,4	0,0	0,5	-0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	-0,1	0,2	0,2	-0,3	0,0	0,8	1,0	0,7	0,6	0,3
26	-0,2	-0,5	0,6	0,4	0,6	-0,7	0,3	-0,7	0,1	0,2	-0,1	0,3	-0,7	0,3	0,2	0,3	0,6	0,1	-0,1	-0,4	-0,3	-0,2	0,1	0,7	0,7	1,0	0,1	-0,1
27	0,3	-0,1	-0,3	-0,5	-0,5	0,4	-0,3	0,0	0,1	-0,3	0,1	0,3	0,2	-0,3	-0,3	-0,1	-0,4	-0,1	-0,3	0,4	0,2	-0,4	0,0	0,4	0,6	0,1	1,0	0,4
28	0,2	0,1	-0,2	-0,2	0,0	0,3	-0,2	0,3	-0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,0	0,3	-0,1	-0,2	0,0	0,4	0,1	-0,3	-0,5	0,3	0,3	-0,1	0,4	1,0



Mathematical and Quantitative Methods

Original article

UDC 33.338

DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2023.2/11093>

JEL: J21; J23; J38

Cluster analysis of the Russian labour market sectors

S. O. Nikolenko¹, N. A. Moiseev^{2✉}, E. I. Smirnova³

^{1,2,3} Plekhanov Russian University of Economics,
36 Stremyannyi lane, 117997, Moscow, Russian Federation

Subject. In the face of significant change, with companies suspending or completely terminating their operations in the Russian Federation, there are supply and logistical challenges, and planning issues arise. It is still necessary to plan financial support for industries that are most likely to be affected by these changes. The changes affect not only the output, but also the employment and wages in the sectors. A comprehensive analysis of the developments is required to make the most effective decisions. In this study, we considered the relationship between sectors of the economy in terms of average wages, which is an important factor reflecting the development vector in the sector.

Objectives. The purpose of the study was to analyse the specific features of the Russian labour market, based on average wages by sector and to identify similar sectors.

Methodology. In the study, we used the classification of economic sectors based on the methodology developed by the Federal State Statistics Service. Throughout the study, the terms “economic sector” and “industry” are used as synonyms. The following scientific methods were used: measurement, description, and modelling. The research is based on reviewing topical scientific literature, both Russian and foreign.

Results. We grouped economic sectors based on characteristics such as chained rate of increase, average rate of increase, minimum and maximum value, standard deviation, and the range of the studied time series. The resulting clusters reflect the specific features of the industries included, which supports the results of the analysis.

Conclusions. The analysis revealed three clusters with industries sharing a common development dynamic. The first cluster includes industries that are part of the primary sector of the economy. The second cluster includes state-supported industries, while the third cluster represents industries that are part of the manufacturing sector.

Keywords: analysis, labour market trends, economic sector vector analysis, labour market.

For citation: Nikolenko, S. O., Moiseev, N. A., Smirnova, E. I. (2023) Cluster analysis of the Russian labour market sectors. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management. (2), 31–42.* DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2023.2/11093>

Conflict of Interest

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Sofiya O. Nikolenko, Student, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation

E-mail: nikolenko.sofiya@list.ru
ORCID ID: 0009-0008-5506-8957

Nikita A. Moiseev, Dr. Sci. (Econ.), Prof., Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation

E-mail: Moiseev.na@rea.ru
ORCID ID: 0000-0002-5632-0404

Elena I. Smirnova, Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof., Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation

E-mail: Smirnova.ei@rea.ru
ORCID ID: 0000-0002-0311-3217

Received 22.12.2022

Accepted 04.03.2023