



Банк России



ИНДИКАТОР ВЗАИМОСВЯЗИ РЫНКА ТРУДА И ИНФЛЯЦИИ

Серия докладов об экономических исследованиях

№ 96 / сентябрь 2022

Д. Орлов
Е. Постников

Дмитрий Орлов

Банк России, Департамент денежно-кредитной политики

E-mail: dmitryorlo888@gmail.ru

Евгений Постников

Банк России, Уральское главное управление, Отделение Челябинск

E-mail: postnikovea@yandex.ru

Авторы выражают признательность Генриху Пеникасу за полезные замечания и предложения.

Серия докладов Банка России проходит процедуру анонимного рецензирования со стороны членов Консультативного исследовательского совета Банка России и внешних рецензентов.

Все права защищены. Содержание настоящего доклада отражает личную позицию авторов и может не совпадать с официальной позицией Банка России. Любое воспроизведение представленных материалов допускается только с разрешения авторов.

Фото на обложке: национальный парк «Таганай» (Евгений Постников, Банк России)

Адрес: 107016, г. Москва, ул. Неглинная, 12
Телефон: +7 495 771-91-00, +7 495 621-64-65 (факс)
Официальный сайт Банка России: www.cbr.ru

Оглавление

Резюме	4
1. Введение	5
2. Обзор литературы по индикаторам рынка труда	7
3. Построение индикатора рынка труда.....	10
3.1. Методика	10
3.2. Кластеризация регионов по показателям рынка труда.....	10
3.3. Оценка влияния показателей рынка труда на инфляцию в кластерах	21
3.4. Расчет индикатора рынка труда (LMI)	25
4. Заключение	30
Литература	32
Приложение 1. Краткий анализ литературы о влиянии показателей рынка труда на инфляцию	35
Приложение 2. Краткий обзор современных методов кластеризации	36
Приложение 3. Веса регионов по вкладу в ИПЦ.....	38
Приложение 4. Описательная статистика переменных для регрессий	40
Приложение 5. Декомпозиция факторов инфляции в регрессионных моделях	41

РЕЗЮМЕ

Рынок труда тесно связан с инфляционными процессами, поэтому является значимым фактором при принятии решений по денежно-кредитной политике (ДКП). При этом российские регионы отличаются существенной разнородностью по показателям занятости, оплаты труда, миграционных потоков, возрастной структуры населения. Как следствие, изменения на рынке труда в разных регионах могут по-разному влиять на динамику цен. Так как политика центрального банка по таргетированию инфляции проводится в целом для страны, важно учитывать региональную гетерогенность при оценке влияния изменений на рынке труда в прирост инфляции.

В настоящей работе предлагается композитный индикатор вклада изменений на рынке труда в прирост инфляции – LMI (Labor Market Indicator). Для этого с целью учета разнородности по показателям рынка труда регионы сгруппированы в четыре кластера, четко различающиеся по социальным, демографическим и экономическим характеристикам. При этом показано, что влияние безработицы на инфляцию в России можно охарактеризовать как незначительное или умеренное. Рассчитанные ежеквартальные значения LMI в целом согласуются с фактическим характером влияния рынка труда на инфляционные процессы на всем исследуемом временном горизонте, что указывает на состоятельность оценок. Важные преимущества LMI – его интерпретируемость и возможность оценивать будущее влияние рынка труда на инфляцию на квартал вперед к известным статистическим данным, что дает возможность принимать более взвешенные решения по ДКП.

Ключевые слова: влияние рынка труда на инфляцию, региональная гетерогенность, кластерный анализ, метод главных компонент, безработица, заработная плата, регрессионный анализ.

JEL-классификация: C32, C38, E24, E31.

1. Введение

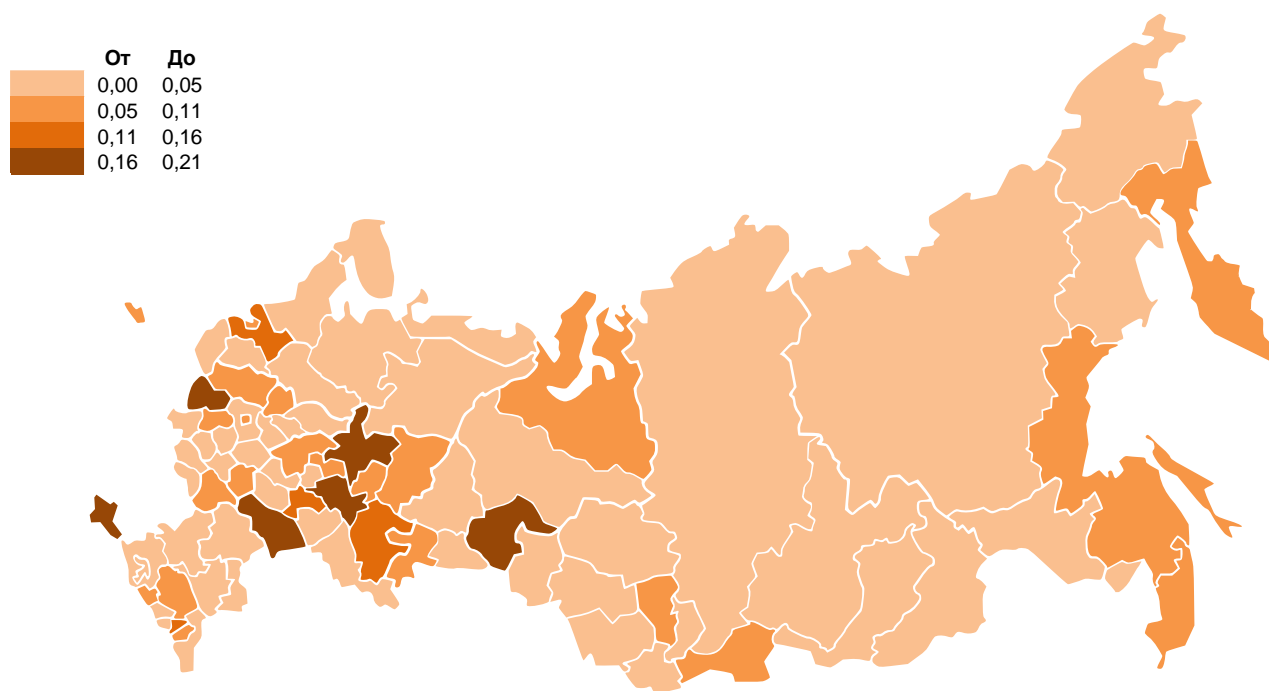
В настоящее время показатели, характеризующие изменение ситуации на рынке труда, представляют особый интерес. За короткий промежуток времени в 2020–2021 гг. произошел всплеск безработицы и такое же быстрое ее снижение. Из-за введенных в период пандемии коронавируса ограничений существенно сократились трудовые миграционные потоки. Образовавшаяся нехватка рабочей силы привела к неравномерному росту зарплаты в отдельных отраслях. Произошедшая разбалансировка рынков труда значимо повлияла на инфляционные процессы, поэтому, скорее всего, понадобится значительное время для нормализации (урегулирования) потоков рабочей силы.

Смягчению негативных последствий пандемии коронавируса и восстановлению российского рынка способствовали меры Правительства Российской Федерации и региональных органов власти по поддержке занятости, а также стимулированию доходов населения, включая увеличение размера выплат пособий по безработице, развитие самозанятости, содействие организации временных общественных работ, трудоустройству выпускников, молодежи, людей с ограниченными физическими возможностями, расширение возможностей трудоустройства граждан через дистанционный формат их взаимодействия с работодателями и службами занятости, разовые выплаты отдельным категориям граждан.

Инфляционное давление со стороны рынка труда формируется под влиянием различных взаимосвязанных факторов: динамики безработицы и заработных плат, баланса спроса и предложения рабочей силы, производительности труда, квалификации кадров. А заметное произошедшее перераспределение спроса и предложения труда (особенно в отраслях с низкоквалифицированным трудом) осложняет оценку влияния социально-демографических процессов на российскую экономику. При этом следует отметить, с одной стороны, гетерогенное по регионам влияние рынка труда на инфляционную динамику (рис. 1), с другой – потенциально возможное разнородное воздействие единой ДКП на регионы. В частности, к группе регионов с наибольшей степенью влияния рынка труда на инфляцию можно отнести Кировскую, Саратовскую, Смоленскую, Тюменскую области, Республику Татарстан. В группе с чуть более слабой связью находятся Ленинградская и Ульяновская области, Республики Башкортостан и Ингушетия. При этом внутри кластера регионы

могут различаться как по уровню безработицы, миграционным потокам, так и по размеру заработной платы. Поэтому важно учитывать региональную разнородность, так как структурные различия во многом определяют чувствительность инфляционных процессов к изменениям на рынке труда.

Рис. 1. Эластичность инфляции по разрыву безработицы в российских регионах в среднем за период 2011–2020 гг., %



Источник: расчеты авторов.

В настоящее время основным инструментом оценки взаимосвязи рынка труда с инфляцией является кривая Филлипса, учитывающая разрыв выпуска и разрыв безработицы. В то же время в России приспособление рынка труда к колебаниям экономической конъюнктуры происходит в большей степени не за счет изменения занятости, а за счет изменений в цене труда (подстройке заработных плат и премий), что не учитывается в кривой Филлипса и требует более тонкого подхода.

Отсюда возникает необходимость в таком индикаторе, который бы комплексно учитывал различные показатели рынка труда и был направлен на решение задачи количественной оценки влияния ключевых показателей рынка труда на инфляцию. Подобный композитный индикатор будет оценкой совокупного влияния рынка труда на инфляцию с учетом региональной разнородности и позволит повысить качество экономического анализа для более взвешенного принятия решений по ДКП.

Настоящая работа предлагает рассмотреть индикатор, описывающий величину про- или дезинфляционного влияния рынка труда с 2015 г. – начала инфляционного таргетирования в России. Полученные результаты согласуются с фактическими исследуемыми взаимосвязями на протяжении всего анализируемого периода. Это особенно ценно в период наблюдаемой сегодня разбалансировки рынков труда.

В разделе 2 настоящего исследования приведен обзор индикаторов для анализа рынка труда в зарубежной и отечественной практике, а также литературы, посвященной влиянию рынка труда на рост цен в России. В разделе 3 описаны методика расчета индикатора рынка труда и ее пошаговая реализация. Анализ влияния рынка труда на инфляционные процессы на основе полученных расчетов индикатора представлен в разделе 4. В заключении кратко описаны результаты этого исследования.

2. Обзор литературы по индикаторам рынка труда

В силу сложности сравнения социально-экономических процессов по отдельным показателям возникает необходимость расчета индикаторов, сочетающих в себе сразу несколько показателей, существенно отличающихся друг от друга по величине, единицам измерения, содержанию. Для анализа рынка труда в разное время и для разных целей также разрабатывались различные индексы.

Так, например, в 2014–2017 гг. Федеральная резервная система США (ФРС США) рассчитала Индекс условий рынка труда (Labor Market Conditions Index – LMCI). В его основе динамическая факторная модель из 19 индикаторов рынка труда США, входящих в категории безработицы и неполной занятости, трудоустройства, рабочей недели, заработной платы, вакансий, найма, увольнений, уволившихся, а также исследования восприятия потребителей и предприятий (Chung и др., 2014). Задача LMCI заключалась в поддержке принятия решений ФРС США для достижения одной из целей – максимальной занятости. Однако из-за высокой корреляции этого индекса с уровнем безработицы и отсутствия значимой связи между условиями на рынке труда и ростом заработной платы ФРС США с августа 2017 г. прекратила обновление индекса.

Агентство Gallup предложило свой стандарт для измерения занятости на основе ежегодно обновляемых и сопоставимых по странам показателей,

статистически связанных с ВВП на душу населения (Clifton, Marlar, 2011). Индикатор занятости на «хорошей работе» (работе на полную ставку не менее 30 часов в неделю) включает такие показатели, как «полная занятость у работодателя» и «самозанятость»; «занятые неполный рабочий день у работодателя, но хотят работать полный рабочий день»; «безработица».

Потребительский индекс Иванова¹ (или индекс потребительской уверенности, рассчитываемый Сбербанком с 2013 г.) отражает текущие потребности и ожидания россиян со средним уровнем дохода: учитывает потребительские расходы, поведение, сбережения и уровень потребительской уверенности в целом.

В 2013 году Российский союз промышленников и предпринимателей совместно с агентством экономической информации «ПРАЙМ», группой компаний HeadHunter и IBS подготовил проект Индекса для анализа рынка труда Москвы² с точки зрения бизнеса на макроуровне, не ограничиваясь определенной индустрией. Однако дальнейшего развития и применения этот индекс не получил.

Ежегодно рассчитываемый «РИА Рейтинг» индекс рынка труда в регионах России³ агрегирует значения восьми показателей, отражающих занятость, зарплату, условия и емкость рынка труда. Он характеризует привлекательность отдельного региона для трудоустройства потенциального работника.

При этом центральные банки главным образом интересуют связь рынка труда с инфляцией, а существующие индексы рынка труда в большинстве своем отвечают на отдельные вопросы без привязки к инфляционным процессам. Этому посвящен ряд исследований: авторы изучают влияние отдельных показателей рынка труда на рост цен в России. Так, влияние разрыва безработицы на инфляцию в настоящее время фундаментально описывается неокейнсианской кривой Филлипса и на российских данных изучалось в работах (Брагин, Осаковский, 2004; Гафаров, 2011; Соколова, 2014; Орлов, Постников, 2020; и др.). Наибольший интерес зарубежных исследований представляют работы по оценке NAIRU и разрыва безработицы на страновых данных (Gordon, 2013; Rusticelli, 2015), а также совместной оценке кривой Филлипса и закона Оукена, где обоснована связь разрывов безработицы и выпуска (Chow, 2011). Снижение безработицы ниже своего естественного уровня (NAIRU)

¹ Портал SberCIB Investment Research. [<http://research.sberbank-cib.com>].

² Индекс рынка труда: краткое описание методики / проект РСПП, АЭИ «ПРАЙМ», группы компаний HeadHunter и IBS. 2013. 20 с. [<https://1prime.ru/files/pdf/methodology.pdf>].

³ Индекс рынка труда в регионах России / Официальный сайт РИА Рейтинг. [<https://riarating.ru/infografika/20210906/630207557.html>].

характеризует положительный разрыв объема производства (фактический объем производства больше потенциального), в результате чего под давлением спроса на основных рынках цены начинают повышаться. И наоборот: положительный разрыв безработицы связан с рецессионными процессами, снижением выпуска ниже потенциального уровня и, как следствие слабого спроса, снижением цен.

С точки зрения модели инфляции издержек рост заработной платы увеличивает издержки производства и в результате – себестоимость продукции. Такая связь действует и в обратную сторону: рост цен приводит к необходимости повышать оплату труда (модель инфляции спроса). Для развитых стран (например, США) характерна односторонняя связь согласно модели инфляции спроса (Гурвич, Вакуленко, 2018). В России между инфляцией и заработной платой существует двусторонняя связь, однако переход Банка России к инфляционному таргетированию с 2015 г., меняя механизмы инфляционных процессов, в том числе содействует переходу к модели инфляции спроса (Иванова, 2016).

Оценки взаимосвязи миграции с инфляцией в отечественных научных источниках не приводятся. Первый шаг к такому анализу – работа (Кудаева, Редозубов, 2021), в которой экономисты пришли к выводу, что миграция статистически значимо влияет лишь на отдельные показатели экономической активности и рынка труда России: ВВП и заработной платы. При этом зарубежные исследователи определили, что миграционные процессы не оказывают значимого влияния на инфляцию. Это следует из работ специалистов Центрального банка Норвегии (Furlanetto and Robstad, 2016), Резервного банка Новой Зеландии (Smith and Thoenissen, 2018), а также анализа миграции в Канаде (Dungan, Fang and Gunderson, 2012) и США (Weiske, 2019). В частности, коэффициент миграции в Норвегии намного превосходит подобный показатель по России, однако существенно на инфляционные процессы не влияет. Это также дает основание считать влияние миграции на инфляцию в России незначимым.

Краткий анализ литературы о влиянии показателей рынка труда на инфляцию приведен в приложении 1.

Таким образом, рынок труда влияет на инфляцию через различные показатели. При этом характер воздействия может быть разнородным по регионам России. Для учета совокупного влияния рынка труда на инфляцию авторы предлагают следующий композитный индикатор – LMI.

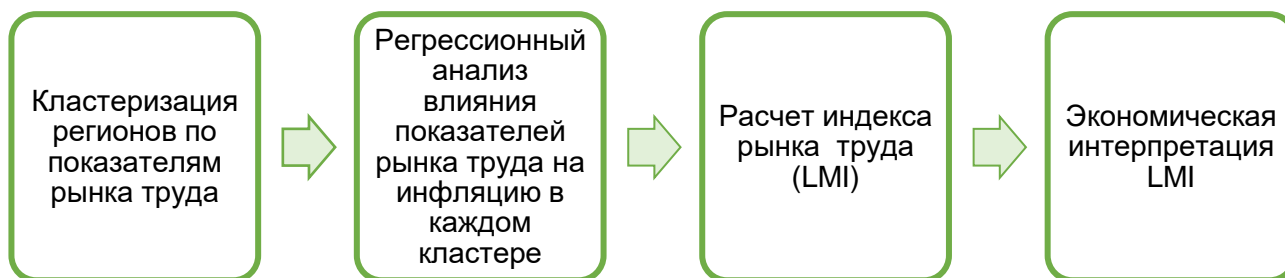
3. Построение индикатора рынка труда

3.1. Методика

В связи с существенной разнородностью российских рынков труда в одних регионах связь инфляции с ними является слабой, в других – более сильной. Следовательно, и реакция рынка труда в этих регионах на ДКП разная. Для расчета предлагаемого индикатора на первом этапе проводится кластерный анализ, выявляющий однородные группы регионов (рис. 2). Их кластеризация на региональных рынках труда позволит получить группы территорий со схожими характеристиками и влиянием на инфляционные процессы, устранить проблему лишних сильно коррелированных признаков у наблюдений и сократить количество регрессий с 85 (по количеству регионов) до 4 (по количеству региональных кластеров), сохранив около 95% объяснения вариации всех показателей.

Затем для каждого кластера строится модель инфляции в зависимости от показателей рынка труда для выявления их вкладов в динамику инфляции регионального кластера.

Рис. 2. Краткая методика LMI



Далее рассчитывается индикатор рынка труда как средневзвешенное значение вкладов безработицы и зарплаты по вкладу каждого кластера в инфляцию. И, наконец, дается содержательная экономическая характеристика полученного показателя в текущем квартале.

3.2. Кластеризация регионов по показателям рынка труда

Для качественной кластеризации регионов необходимо правильно выделить показатели-признаки, по которым следует классифицировать и структурировать территории. Так как наша задача – анализ рынка труда и его влияние на ДКП, были

выделены следующие основные социально-экономические показатели региональных рынков труда.

- Уровень безработицы, %.
- Коэффициент потребности работодателей в работниках, заявленная в органы службы занятости населения, чел./тыс. численности населения.
- Уровень участия в рабочей силе, %.
- Коэффициент миграционного прироста на 10 000 населения.
- Коэффициент естественного прироста на 1000 населения.
- Население моложе трудоспособного возраста, % от общей численности населения.
- Население в трудоспособном возрасте, % от общей численности населения.
- Население старше трудоспособного возраста, % от общей численности населения.
- Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, руб.
- Выпускники вузов, % от общей численности населения.

По данным Росстата собран материал по всем 85 регионам России и 10 показателям на конец 2019 года.

На всех этапах кластерного анализа использовалось программное средство Python 3. Задачи программирования, кроме стандартных (matplotlib, pandas, numpy, seaborn), были реализованы при помощи одной из самых популярных и доступных библиотек машинного обучения с открытым кодом scikit-learn⁴.

Чтобы привести вычислительные алгоритмы кластеризации к соизмеримому виду и обеспечить их корректную работу, были нормализованы исходные данные по корню из суммы квадратов (евклидова норма). Этот метод масштабирует каждую точку данных так, чтобы вектор признаков имел евклидову длину.

Корреляционный анализ 10 характеристик рынка труда позволил выявить тесно взаимосвязанные показатели (рис. 3).

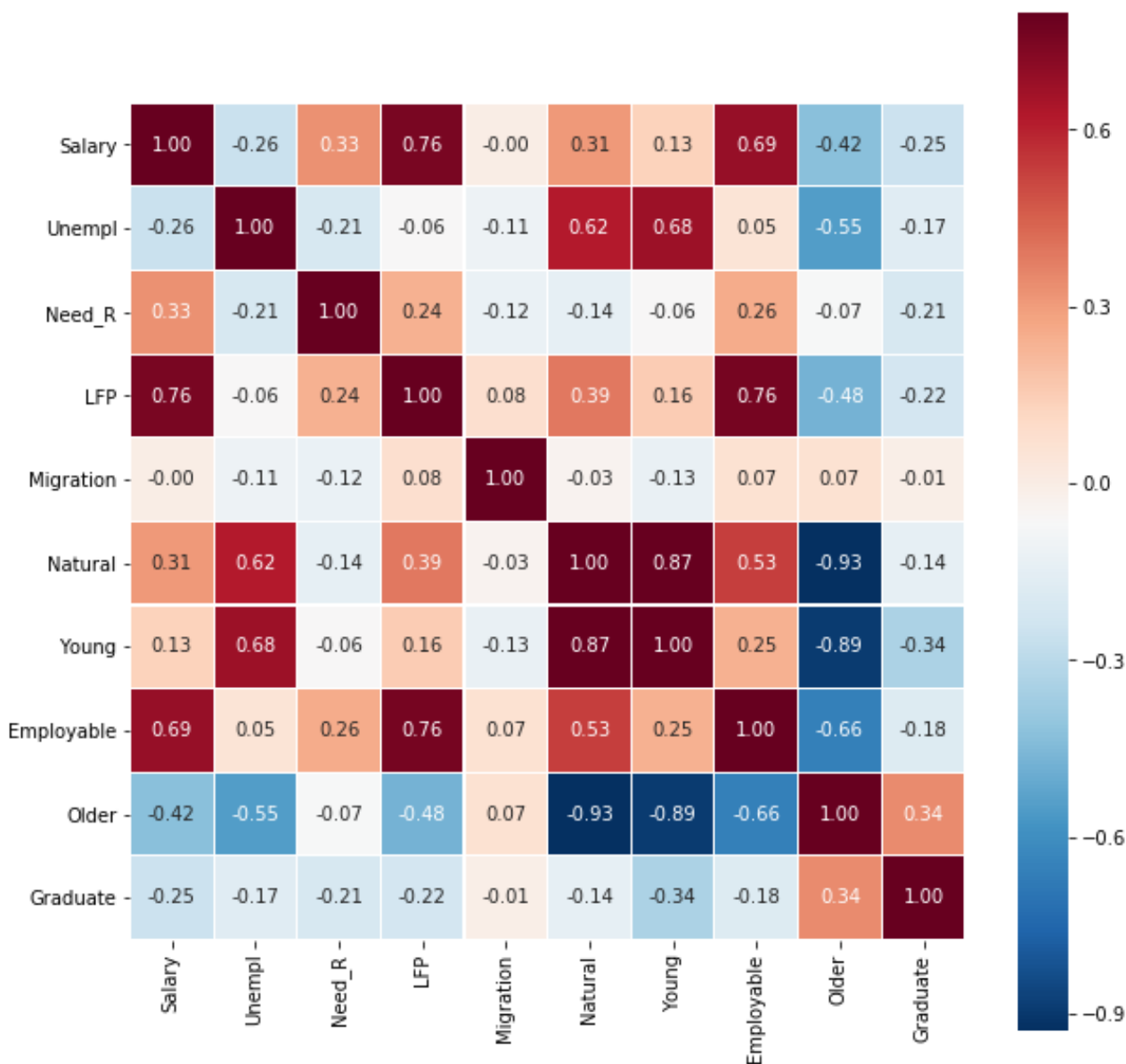
В частности, отмечена высокая линейная корреляция между следующими показателями:

- коэффициент естественного прироста, доля населения моложе трудоспособного возраста и доля населения старше трудоспособного возраста;

⁴ Scikit-learn. Машинное обучение на Python. [<https://scikit-learn.org/stable/index.html>]

- среднемесячная номинальная начисленная заработная плата, уровень участия в рабочей силе и доля населения в трудоспособном возрасте.

Рис. 3. Корреляционная матрица показателей рынка труда



Источники: Росстат, расчеты авторов.

Обозначения переменных:

Salary – среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций; Unempl – уровень безработицы; Need_R – коэффициент потребности работодателей в работниках, заявленная в органы службы занятости населения; LFP – уровень участия в рабочей силе; Migration – коэффициент миграционного прироста; Natural – коэффициент естественного прироста; Young – доля населения моложе трудоспособного возраста; Employable – доля населения в трудоспособном возрасте; Older – доля населения старше трудоспособного возраста; Graduate – доля выпускников вузов в общей численности населения.

Кроме того, обнаружена умеренная линейная корреляция между такими показателями, как:

- уровень безработицы и коэффициент естественного прироста, доля населения моложе трудоспособного возраста, доля населения старше трудоспособного возраста;
- доля населения старше трудоспособного возраста и среднемесячная номинальная начисленная заработная плата, уровень безработицы, уровень участия в рабочей силе, население в трудоспособном возрасте;
- коэффициент естественного прироста и доля населения в трудоспособном возрасте.

Так как признаки довольно сильно взаимосвязаны, их одновременное наличие воспринимается как избыточность. Устранение проблемы лишних сильно коррелированных признаков у наблюдений позволило решить задачу по снижению размерности данных с помощью метода главных компонент.

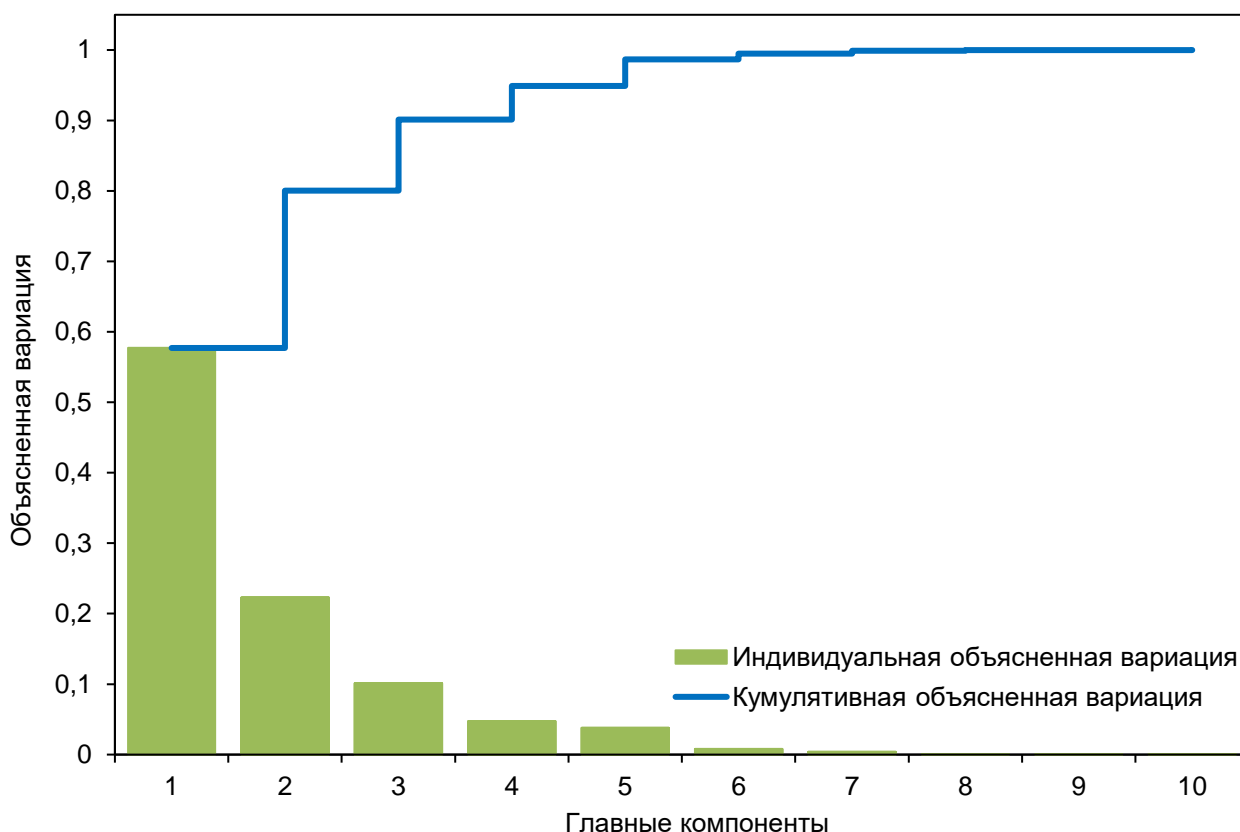
На практике выбирают такое количество главных компонент, чтобы оставить 90% дисперсии исходных данных. Расчет объясненной вариации для каждой компоненты показал, что выделение уже трех компонент как главных (то есть снижение размерности с 10 до 3) позволит объяснить более 90% вариации всех показателей (рис. 4). Однако для более точных результатов кластерный анализ проводился для 3, 4 и 5 главных компонент, а также для всех десяти показателей рынка труда без снижения размерности.

При кластеризации применялись наиболее современные методы k-means, Agglomerative Clustering, Affinity Propagation, Spectral Clustering, DBSCAN, OPTICS (Воронцов, 2010; Мюллер, Гвидо, 2017; Рашка, 2017). Краткий обзор современных методов кластеризации приведен в приложении 2.

Для каждого метода кластеризации менялись ключевые параметры (табл. 1), и результаты сравнивались по внутренним метрикам качества, которые оценивают качество кластеризации (оптимальное число кластеров), на основе только набора имеющихся данных и без учета внешней информации. Одним из таких критериев является *силуэт* (*Silhouette Coefficient*), позволяющий интерпретировать и проверить согласованность в кластерах данных. Техника обеспечивает краткое графическое представление того, насколько хорошо каждый объект был классифицирован (Rousseeuw, 1987). Значение силуэта является мерой того, насколько объект похож

на свой собственный кластер по сравнению с другими, и варьируется в пределах [-1; +1]: чем выше его значение, тем объект лучше сопоставлен с собственным кластером и хуже – с соседними кластерами.

Рис. 4. Объясненная вариация для главных компонент



Источник: расчеты авторов.

Табл. 1. Ключевые параметры методов кластеризации

Метод	Ключевые параметры
к-средних	Количество кластеров
Иерархическая кластеризация	Кластерное расстояние
DBSCAN	Минимальное количество точек и радиус окрестности
OPTICS	Минимальное количество точек и радиус окрестности
Affinity Propagation	Коэффициент демпфирования, точка предпочтения
Спектральная кластеризация	Количество кластеров

Однако в процессе анализа методы DBSCAN и OPTICS практически всегда в качестве шума выделяли один кластер с несколькими регионами, не решая тем

самым задачу кластеризации региональных рынков труда, и в дальнейшем не применялись.

В табл. 2 представлено оптимальное число кластеров для каждого метода и разного числа главных компонент.

Табл. 2. Выбор лучшей кластеризации

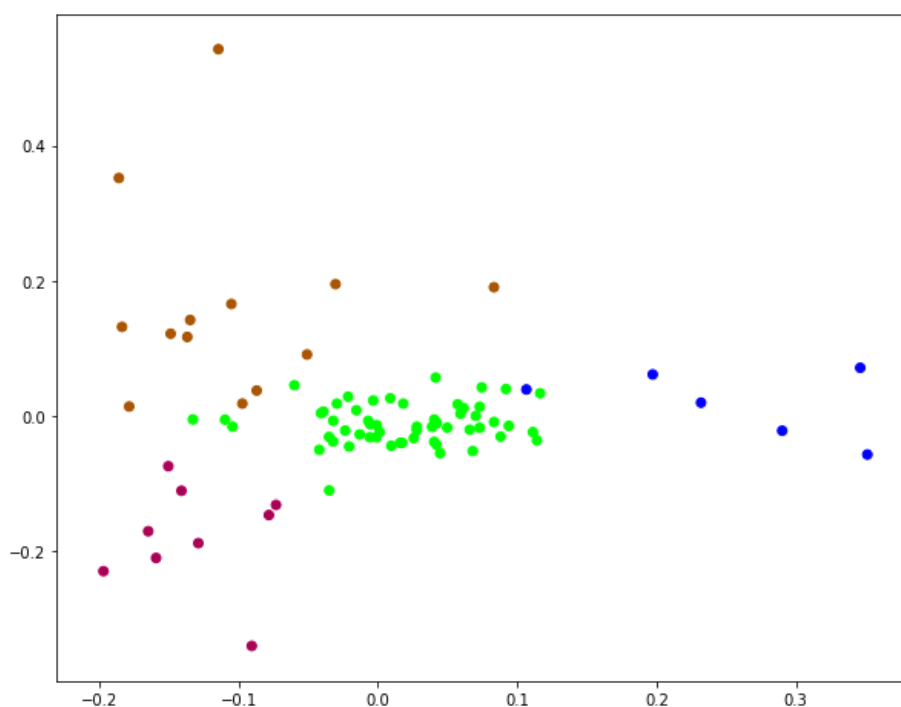
Метод	Количество главных компонент			
	Без компонент	3	4	5
k-means	3 (0,44)*	4 (0,49)	4 (0,40)	5 (0,42)
Affinity Propagation	3 (0,43)	4 (0,49)	4 (0,37)	5 (0,37)
Agglomerative Clustering	5 (0,38)	4 (0,48)	4 (0,39)	6 (0,44)
Spectral Clustering	3 (0,42)	4 (0,45)	4 (0,39)	5 (0,40)

* – в скобках указан *силуэт* (внутренняя метрика качества кластеризации). Чем он больше, тем больше объект похож на свой собственный кластер по сравнению с другими кластерами.

Источник: расчеты авторов.

Из полученных результатов методом Affinity Propagation с учетом специфики отдельных регионов составлена итоговая кластеризация для трех главных компонент, включающая десять основных показателей рынка труда. На рис. 5 представлена итоговая кластеризация с четким делением на группы.

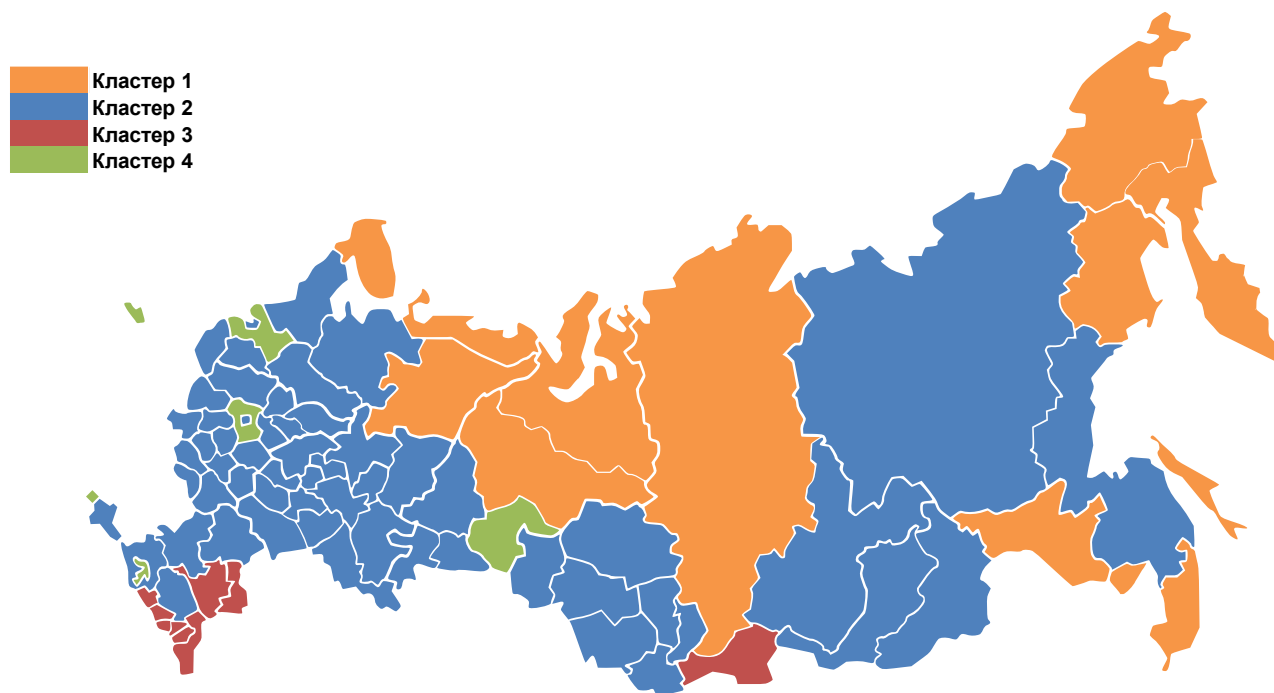
Рис. 5. Визуализация итоговой кластеризации методом Affinity Propagation



В результате с учетом гетерогенности региональных рынков труда выделено четыре группы регионов, схожих между собой внутри кластера, но отличающихся от регионов других кластеров (рис. 6, табл. 3). Все кластеры, кроме четвертого, имеют определенные географические характеристики. Например, к первой группе регионов в основном относятся северные и дальневосточные приграничные территории, к третьей – в основном республики Северного Кавказа, ко второй – остальные регионы.

Самым малочисленным оказался третий кластер (около 6% от численности России) с еще меньшим весом в общей инфляции, наибольший по численности – второй (78,1%). Максимально привлекательным для мигрантов оказался четвертый кластер – с минимальной безработицей и высокими зарплатами, он включает почти десятую часть населения страны и в общей инфляции имеет вес в 11% (табл. 4).

Рис. 6. Географическая карта региональных кластеров рынков труда



Источник: расчеты авторов.

Табл. 3. Состав региональных кластеров рынков труда

Номер кластера	Регионы	Особенности
1 (13 регионов)	Амурская, Магаданская, Мурманская, Сахалинская области Еврейская автономная область Камчатский, Красноярский, Приморский края Республика Коми Ненецкий, Ханты-Мансийский, Чукотский, Ямало-Ненецкий автономные округа	Низкая напряженность на рынке труда, высокий спрос на труд, уровень участия в рабочей силе и заработная плата. Инвестиционно привлекательные регионы, положительное сальдо прибылей и убытков организаций во всех регионах, почти треть в структуре ВРП – добыча полезных ископаемых, слабо развитая торговля и сфера услуг в целом
2 (57 регионов)	г. Москва, г. Санкт-Петербург Архангельская, Белгородская, Брянская, Владимирская, Волгоградская, Вологодская, Воронежская, Ивановская, Иркутская, Калужская, Кемеровская, Кировская, Костромская, Курганская, Курская, Липецкая, Нижегородская, Новгородская, Новосибирская, Омская, Оренбургская, Орловская, Пензенская, Псковская, Ростовская, Рязанская, Самарская, Саратовская, Свердловская, Смоленская, Тамбовская, Тверская, Томская, Тульская, Ульяновская, Челябинская, Ярославская области Алтайский, Забайкальский, Краснодарский, Пермский, Ставропольский, Хабаровский края Республики Алтай, Башкортостан, Бурятия, Карелия, Крым, Марий Эл, Мордовия, Саха (Якутия), Татарстан, Хакасия, Удмуртская, Чувашская	Высокая естественная убыль населения и доля населения старше трудоспособного возраста, наименьшая доля населения моложе трудоспособного возраста и в трудоспособном возрасте
3 (9 регионов)	Астраханская область Республики Дагестан, Ингушетия, Калмыкия, Северная Осетия – Алания, Тыва, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская, Чеченская	Высокая напряженность на рынке труда и безработица, миграционный отток и естественный прирост населения. Низкий спрос на труд и уровень оплаты труда. Высокая доля населения моложе трудоспособного возраста и низкая доля населения старше трудоспособного возраста. Высокая доля сельского хозяйства, строительства и государственного участия в ВРП. Очень низкая численность организаций, более половины регионов убыточны
4 (6 регионов)	г. Севастополь Калининградская, Ленинградская, Московская, Тюменская области Республика Адыгея	Низкий уровень безработицы, миграционный приток населения, высокие заработные платы, положительное сальдо прибылей и убытков организаций во всех регионах. Инвестиционно привлекательные регионы, наименьшая доля сельского хозяйства и государственного управления в ВРП. В сфере услуг наиболее развиты торговля и операции с недвижимым имуществом

Табл. 4. Распределение кластеров по численности населения

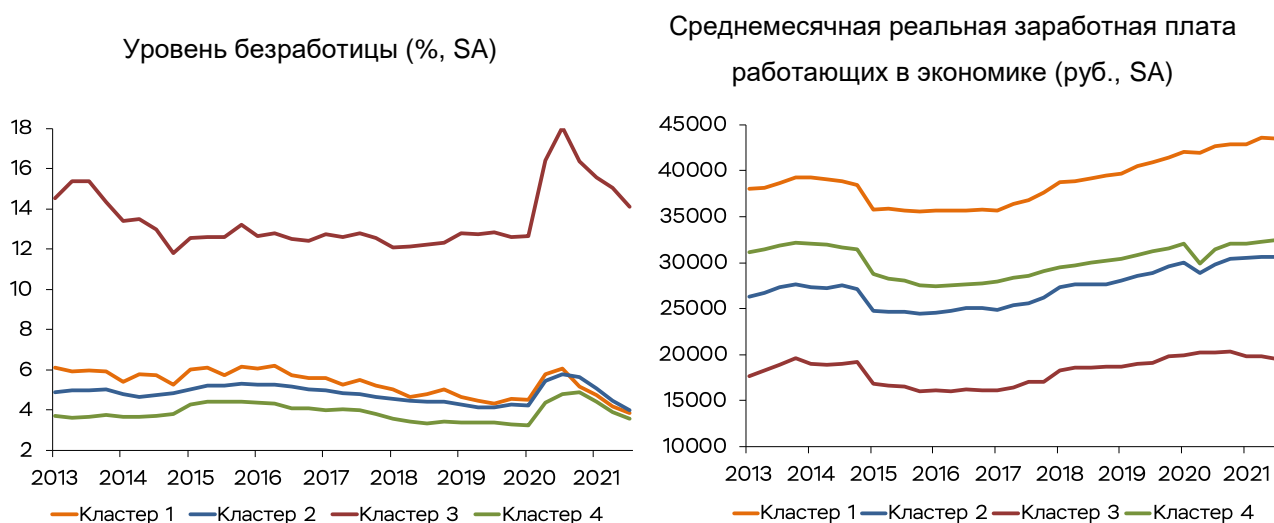
Кластеры	Количество регионов	Численность населения, тыс. чел.	Доля (%) в РФ по			Вес в ИПЦ*, %
			численности населения	численности рабочей силы	численности безработных	
1	13	10 539,9	7,2	7,5	7,3	7,6
2	57	114 570,0	78,1	78,1	71,4	77,4
3	9	8707,2	5,9	5,3	14,6	4,1
4	6	12 947,6	8,8	9,1	6,7	10,9
Всего	85	146 764,7	100	100	100	100

* ИПЦ – индекс потребительских цен.

Источники: Росстат, расчеты авторов.

По показателям рынка труда для каждого кластера на всем анализируемом периоде отчетливо видно четкое распределение как безработицы, так и оплаты труда для каждой региональной группы (рис. 7).

Рис. 7. Показатели рынка труда для кластеров



Источники: Росстат, расчеты авторов.

Сравнение региональных кластеров по социально-экономическим показателям (табл. 5) позволило сформулировать следующие особенности.

Первый кластер объединяет регионы с наименьшей напряженностью на рынке труда (1,1 чел./вакансию), максимальным спросом на труд, уровнем участия в рабочей силе (66%) и заработной платой (60 тыс. руб./мес.). Почти треть (31,9%) в структуре ВРП занимает добыча полезных ископаемых, при этом доля торговли почти в два раза ниже, чем в целом по стране (8,4 против 15,8%). В целом кластер отличается самой слаборазвитой сферой услуг (доля в ВРП 49,7 против 62,9% по

России), положительным сальдо прибылей и убытков организаций во всех регионах (как и четвертый кластер), а также более высоким объемом инвестиций в основной капитал на душу населения (в 2,5 раза больше относительно России в целом).

Табл. 5. Социально-экономические характеристики кластеров в 2019 году

Показатель	Кластер				
	1	2	3	4	
Уровень безработицы, %	4,5	4,3	12,7	3,2	
Коэффициент напряженности, чел./вакансию	1,1	2,1	91,5	2,0	
Коэффициент потребности работодателей в работниках, заявленной в органы службы занятости населения, чел./тыс. численности населения	27,1	10,5	2,5	9,5	
Уровень участия в рабочей силе, %	66,0	61,7	61,3	65,9	
Коэффициент миграционного прироста на 10 000 населения	-18,7	11,3	-23,4	127,1	
Коэффициент естественного прироста на 1000 населения	-0,5	-3,1	7,8	-1,0	
Население моложе трудоспособного возраста, % от общей численности населения	20,2	18,1	22,6	18,9	
Население в трудоспособном возрасте, % от общей численности населения	58,8	55,8	58,1	58,3	
Население старше трудоспособного возраста, % от общей численности населения	21,0	26,1	16,4	22,8	
Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, руб.	60 053	43 611	28 947	55 513	
Выпускники вузов, % от общей численности населения	0,4	0,7	0,5	0,3	
Доля в ВРП, %	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	4,8	6,6	14,4	2,5
	Добыча полезных ископаемых	31,9	7,4	7,8	16,3
	Обрабатывающие производства	13,6	21,6	5,4	17,5
	Услуги	49,7	64,4	72,4	63,6
Объем инвестиций в основной капитал на душу населения, тыс. руб./чел.	331,4	110,1	64,7	251,9	
Число организаций, ед./тыс. чел. (на 01.01.2019)	23,2	27,4	11,1	25,5	
Доля регионов с положительным сальдо прибылей и убытков организаций, %	100,0	96,5	44,4	100,0	
Доля прибыльных организаций в общем числе организаций, %	66,5	71,2	67,9	70,1	

Источники: Росстат, расчеты авторов.

Второй – самый крупный – кластер в целом близок к среднероссийским характеристикам как по рынку труда, так и по прочим социально-экономическим

показателям. Одна из его особенностей – более высокая естественная убыль населения и доля населения старше трудоспособного возраста (26,1 против 16,4%, 21%, 22,8% в других кластерах). Соответственно, отмечена наименьшая доля населения моложе трудоспособного возраста и в трудоспособном возрасте. Отрицательное сальдо прибылей и убытков организаций наблюдается только у Ростовской и Тверской областей. Москва и Санкт-Петербург также по совокупности характеристик рынка труда (спросу на рабочую силу, миграционному приросту, возрастной структуре населения, уровню образования) ближе ко второму кластеру.

К *третьему кластеру* относятся приграничные территории Северо-Кавказского региона и приграничная с Монголией Республика Тыва. Их отличает очень высокая напряженность на рынке труда (91,5 чел./вакансию против 2,1 чел./вакансию по стране в целом) и уровень безработицы (12,7% в среднем по группе). К его специфическим характеристикам следует отнести очень низкий коэффициент потребности работодателей в работниках, заявленный в органы службы занятости населения (в среднем по группе – 2,5 чел./тыс. численности населения; в среднем по России – 11,1), и, как следствие, самый низкий уровень оплаты труда (в среднем около 29 тыс. руб./мес.). А также наибольший миграционный отток населения и, в отличие от других кластеров, положительный естественный прирост населения.

По возрастному составу населения кластер отличается высокой долей населения моложе трудоспособного возраста (25,6%, по России – 18,7%) и, наоборот, низкой долей населения старше трудоспособного возраста (16,4%, по России – 25%).

По структуре ВРП эта группа регионов характеризуется высокой долей сельского, лесного хозяйства и охоты (14,4 против 4,3% по России), очень низкой долей обрабатывающих производств (5,4 против 18% по России). Важной характеристикой является значительная доля государственного участия в экономике регионов (доля госуправления и обеспечения военной безопасности в ВРП составляет 11,1%, по России – 4,5%). Самая высокая доля строительства в ВРП – 12,1% (5,6% по России).

Важной особенностью кластера является очень низкая численность организаций (11,1 ед./тыс. чел. против 26,1 ед./тыс. чел. по России). При этом общее сальдо прибылей и убытков организаций у 5 из 9 регионов отрицательное.

В самом маленьком по количеству регионов, но значимом по составу *четвертом кластере* отмечается наименьший уровень безработицы (3,2 против 4,6% по России). Он отличается и существенным миграционным притоком населения (127,1 на 10 000 населения), более высокими относительно среднероссийских заработными платами (55,5 тыс. руб. против 47,5), положительным сальдо прибылей и убытков организаций во всех регионах, а также вдвое большим (относительно России в целом) объемом инвестиций в основной капитал на душу населения.

Также регионы выделяются наименьшей долей сельского, лесного хозяйства и охоты (2,5%). В сфере услуг наиболее развиты торговля и операции с недвижимым имуществом при минимальном участии государственного управления.

Таким образом, проведенный кластерный анализ для всех регионов России по ключевым показателям рынка труда позволил выделить четыре основных региональных кластера, структурно отличающиеся по уровню безработицы, заработной плате, миграционному и естественному приросту и ряду других показателей.

3.3. Оценка влияния показателей рынка труда на инфляцию в кластерах

Для оценки вклада динамики заработных плат и безработицы на инфляцию каждому кластеру определили регрессионные модели (табл. 7). При этом с целью дальнейшей сопоставимости параметров и расчета агрегированного индикатора рынка труда модели имеют практически одинаковую спецификацию.

В качестве исходных данных выступает ежеквартальная региональная статистика показателей рынка труда и инфляции, а также обменный курс рубля за период I квартал 2013 – II квартал 2021 года.

Чтобы рассчитать индекс потребительских цен (ИПЦ, квартал к предыдущему кварталу) для каждого кластера, было сделано следующее. Сначала вес каждого региона по вкладу в ИПЦ России⁵ был пересчитан по его вкладу в кластере (приложение 3). Затем определялась средняя из ИПЦ регионов кластера взвешенная по их пересчитанным весам. Заработная плата также взвешивалась по

⁵ По данным Росстата.

численности занятых в регионах. А уровень безработицы вычислялся как отношение общего количества безработных (в соответствии с методологией МОТ) к численности рабочей силы в кластере.

Итоговая спецификация модели для всех кластеров получилась следующая:

$$\Delta CPI_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta CPI_{t-1} + \beta_2 Neer_t + \beta_3 \Delta Wage_{t-4} + \beta_4 \Delta Unempl_{t-1} + \beta_5 D_{15q1} + \beta_6 D_{15q2} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

где t – индекс времени (кварталы), Δ – оператор первой разности, CPI_t – индекс потребительских цен – ИПЦ (в % к предыдущему периоду), $Neer_t$ – индекс номинального эффективного курса рубля к инвалютам (в % прироста к предыдущему периоду), $Wage_t$ – среднемесячная реальная начисленная заработная плата (в % к предыдущему периоду), $Unempl_t$ – уровень безработицы (%), D_{15q1} и D_{15q2} – дамми-переменные, равные 1, для I и II квартала 2015 г. соответственно и 0 – для всех остальных, ε_t – случайная компонента. Статистические характеристики переменных для России в целом и по кластерам приведены в приложении 4.

Все показатели, кроме обменного курса, сезонно скорректированы. Во всех моделях количественные переменные протестированы и при необходимости приведены к стационарному виду. Построенные модели также протестированы на мультиколлинеарность, гетероскедастичность, автокорреляцию в остатках, при необходимости скорректированы. Включение в модель индекса номинального эффективного курса рубля к инвалютам ($Neer$) одновременно с ИПЦ связано с несущественным влиянием этой переменной на прирост ИПЦ в лагах, что можно объяснить так: поскольку это квартальные данные, изменение обменного курса в начале квартала уже находит отклик в динамике инфляции к концу квартала.

Результаты оценок моделей для кластеров и для России в целом без учета региональной гетерогенности представлены в табл. 6.

В полученных моделях показатели рынка труда существенно влияют на инфляцию (кроме безработицы в кластере 4), при этом следует отметить высокое качество подгонки полученных моделей к исходным данным (R^2 более 0,93). Высокий R^2 объясняется серьезным вкладом дамми-переменных в качество подгонки уравнений, что также подтверждает выводы о небольшом, но значимом влиянии рынка труда на инфляцию.

Табл. 6. Регрессионные модели влияния рынка труда на инфляцию в региональных кластерах

Переменная	Коэффициенты				
	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4	Россия в целом
β_0	-0,06 (0,06)*	-0,01 (0,03)	0,03 (0,07)	0,02 (0,14)	-0,03 (0,04)
ΔCPI_{t-1}	0,23 (0,07)	0,15 (0,04)	0,19 (0,08)	0,11 (0,06)	0,16 (0,06)
$Neer_t$	-0,06 (0,01)	-0,04 (0,01)	-0,06 (0,02)	-0,02 (0,01)	-0,05 (0,01)
$\Delta Wage_{t-4}$	0,06 (0,03)	0,03 (0,02)	0,09 (0,03)	0,04 (0,02)	0,09 (0,03)
$\Delta Unempl_{t-1}$	-0,88 (0,19)	-0,25 (0,12)	-0,19 (0,1)	-0,27 (0,18)	-0,36 (0,18)
D_{15q1}	2,16 (0,39)	4,46 (0,3)	4,89 (0,76)	3,71 (0,25)	3,73 (0,47)
D_{15q2}	-3,55 (0,43)	-5,60 (0,27)	-6,78 (0,59)	-4,13 (0,50)	-5,12 (0,39)
D_{17q3}	–	-0,58 (0,21)	–	–	–
D_{20q1}	0,64 (0,31)	–	–	–	–
$AR(1)$	–	-0,54 (0,17)	-0,65 (0,21)	0,69 (0,19)	-0,76 (0,19)
R_{adj}^2	0,95	0,98	0,93	0,96	0,95

* – в скобках указаны стандартные ошибки.

Оранжевым цветом подсвечены незначимые оценки ($\alpha > 0,1$).

Источник: расчеты авторов.

В результате декомпозиции факторов инфляции (приложение 5) следует заметить, что в первом кластере (в отличие от других и от России в целом) вклад безработицы в инфляцию преобладает над вкладом реальной зарплаты. Это

связано с тем, что регионы первого кластера являются преимущественно добывающими, наиболее инвестиционно привлекательными с наибольшим уровнем участия в рабочей силе, а инфляция в этих регионах заметно ниже, чем в целом по России. Поэтому незначительное изменение занятости может существенно влиять на экономику и оказывать дополнительное инфляционное давление.

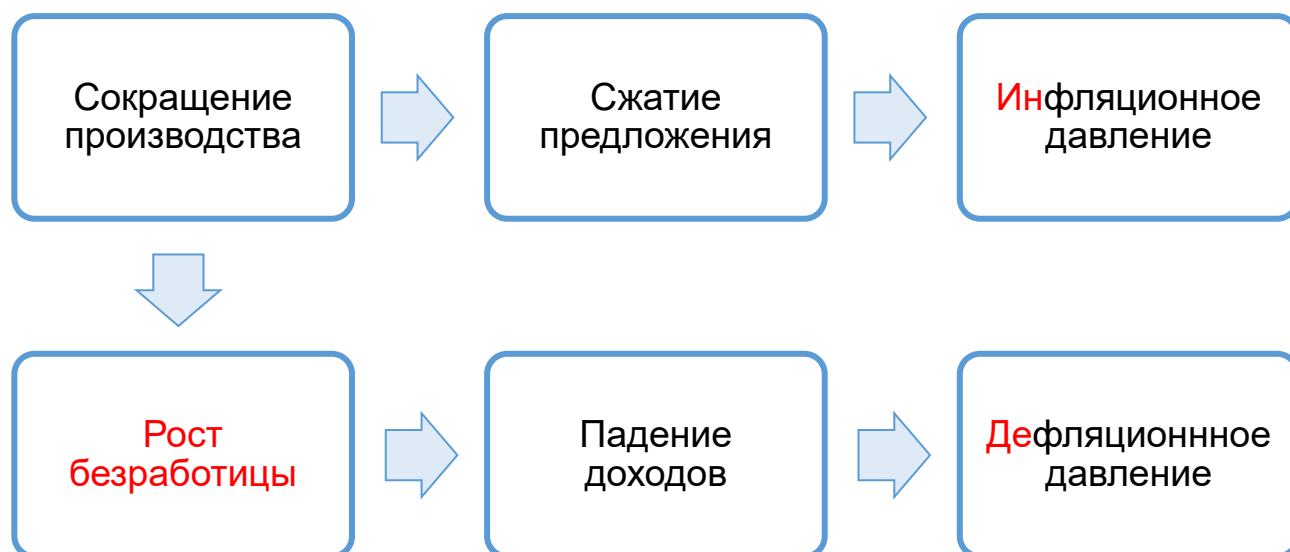
Остальные кластеры сопоставимы по вкладам факторов в инфляцию с общероссийской картиной, но отличаются их чувствительностью. Прежде всего это связано с волатильностью компонент. Например, третий кластер выделяется наибольшей безработицей (волатильностью разрыва безработицы), напряженностью на рынке труда, миграционным оттоком населения и наименьшими зарплатами. Все это повышает вес рынка труда в динамике цен.

Наименьшая чувствительность факторов в четвертом кластере объясняется наименьшей безработицей, а также устойчивостью рынка труда, объясняемой существенным миграционным притоком населения и высокими заработными платами.

Проблема эндогенности при моделировании взаимосвязи безработицы и инфляции

Основное влияние безработицы на инфляцию заключается в том, что рост безработицы создает работодателям более благоприятные условия для найма сотрудников, что положительно влияет на издержки и в итоге приводит к замедлению инфляции. Таким образом, мы ожидаем, что связь безработицы и инфляции обратная, однако в случае шоковых проявлений со стороны предложения могут одновременно вырасти как цены, так и уровень безработицы (рис. 8). Из-за такого сонаправленного изменения безработицы и инфляции под влиянием третьих факторов в линейных моделях, не учитывающих эти факторы, может возникать проблема эндогенности, которая приводит к смещенным и несостоятельным оценкам.

Рис. 8. Связь безработицы и инфляции



Поэтому решалась задача поиска инструментальной переменной для уровня безработицы, которая была бы некоррелирована с ε_t , но высоко коррелирована с $Unempl_t$. В процессе исследования значимые инструменты для моделей по кластерам, отдельным регионам и России в целом найдены не были, за исключением регрессий для Москвы и Санкт-Петербурга. Для этих городов удалось подобрать качественные инструменты и подтвердить эндогенность, но факторы, отвечающие за рынок труда, становятся незначимыми и с неверными знаками по экономическому смыслу.

3.4. Расчет индикатора рынка труда (LMI)

Чтобы вывести индикатор взаимосвязи рынка труда и инфляции, предлагается для каждого кластера рассчитать суммарный вклад безработицы и заработной платы в прирост инфляции, затем с учетом веса каждого кластера в ИПЦ оценить суммарный вклад рынка труда в инфляцию России.

Вклад i -го фактора в ИПЦ k -го кластера в t -й период времени определяется по следующей формуле:

$$\gamma_{it}^k = \frac{\hat{\beta}_0 \cdot |\hat{\beta}_i x_{it}|}{\sum_{j=1}^n \hat{\beta}_j x_{jt}} + \hat{\beta}_i x_{it}, \quad (2)$$

где γ_{it}^k – вклад i -го фактора в ИПЦ k -го кластера в t -й период времени (квартал), $\hat{\beta}_i$ –

оценка i -го коэффициента, x_{i_t} , x_{j_t} – i -й и j -й фактор соответственно.

Итоговый индикатор является суммой средних взвешенных вкладов безработицы и зарплаты по вкладу каждого кластера в ИПЦ.

$$LMI_t = \sum_{k=1}^4 \pi^k \cdot (\gamma_{wage_t}^k + \gamma_{un_t}^k), \quad (3)$$

где π^k – вес в ИПЦ k -го кластера, $\gamma_{wage_t}^k$, $\gamma_{un_t}^k$ – соответственно вклад зарплаты и безработицы в ИПЦ k -го кластера.

Согласно полученным расчетам веса кластеров в ИПЦ следующие:

$$\pi^1 = 0,0755,$$

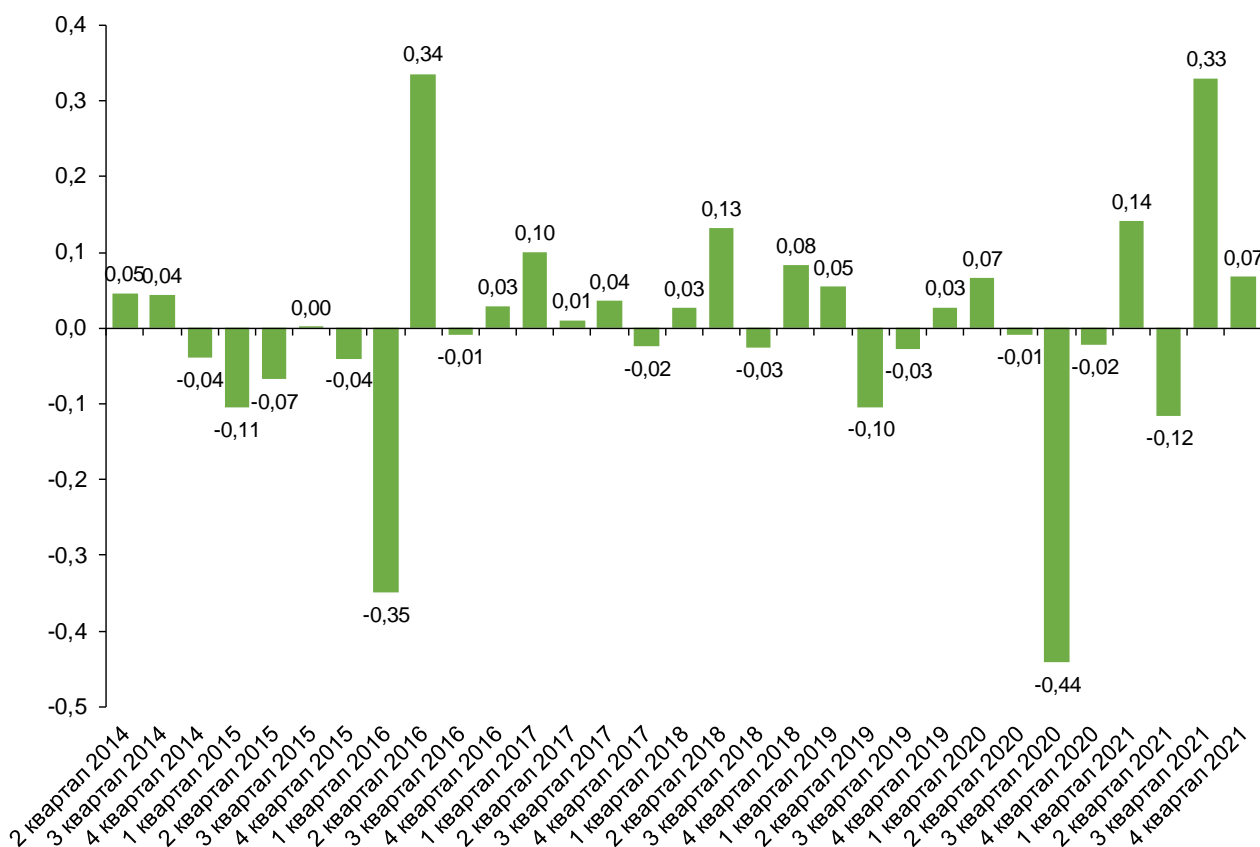
$$\pi^2 = 0,7742,$$

$$\pi^3 = 0,0411,$$

$$\pi^4 = 0,1092.$$

Значения LMI за период II квартал 2014 – III квартал 2021 г. представлены на рис. 9.

Рис. 9. Индикатор рынка труда (инфляционного давления) LMI, п.п.



Источник: расчеты авторов.

Значения индикатора характеризуют вклад изменений на рынке труда в прирост инфляции в процентных пунктах.

Так как реальная зарплата входит в индекс с лагом в 4 квартала, текущее значение LMI определяется динамикой зарплат год назад; аналогично безработица в индексе учитывается с лагом в один квартал. Это позволяет оценивать индикатор на квартал вперед к известным статистическим данным. Положительное значение индикатора характеризует проинфляционное влияние рынка труда, отрицательное – дезинфляционное.

В частности, заметное снижение LMI в III квартале 2020 г. связано с резким ростом безработицы в II квартале при относительно устойчивом росте реальных зарплат годом ранее, что привело к заметному дезинфляционному влиянию рынка труда в -0,44 процентного пункта.

Заметный рост реальных зарплат в конце 2019 г. серьезно ослабил дезинфляционное влияние рынка труда в IV квартале 2020 года.

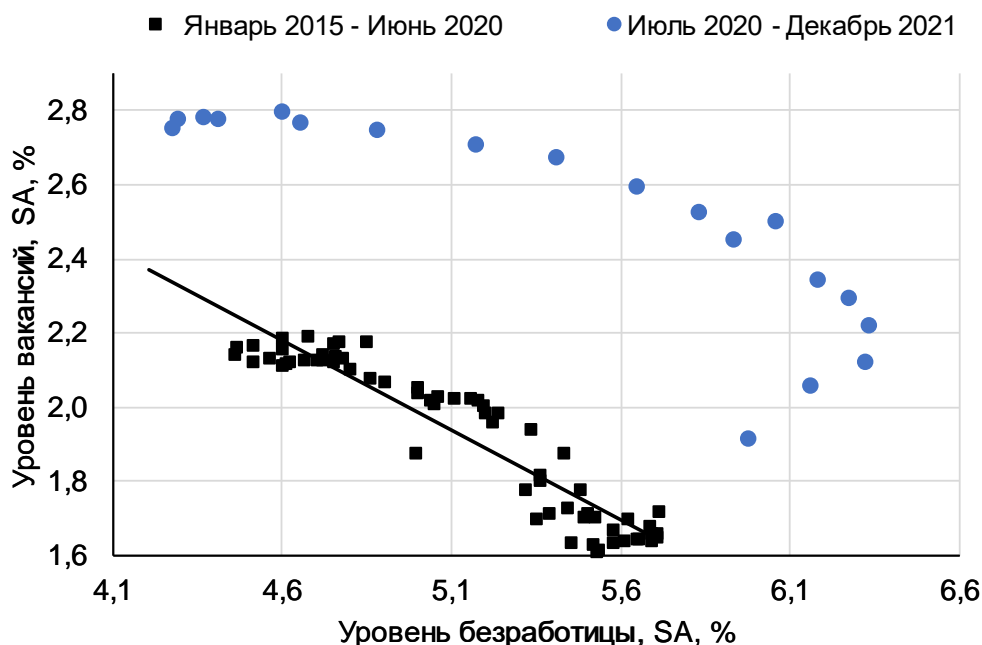
Несмотря на все еще высокий уровень безработицы в I квартале 2021 г., в конце 2020 г. началось заметное сокращение безработицы, что привело к росту инфляционного давления со стороны рынка труда. Рынок труда начал активно восстанавливаться, увеличился спрос на трудовые ресурсы. Вклад в прирост инфляции составил +0,14 процентного пункта.

В II квартале 2021 г., несмотря на сформировавшийся и увеличивающийся отрицательный разрыв безработицы, индикатор показал дезинфляционное влияние рынка труда из-за существенного сокращения доходов населения в период локдауна (II квартал 2020 г.). Кроме того, потребность в рабочей силе достигла максимумов за последние шесть лет. Из-за возникшей нехватки трудовых мигрантов и расширения потребности отдельных отраслей в найме работников обострилась проблема нехватки кадров.

В III квартале отмечалось заметное проинфляционное влияние рынка труда, связанное с восстановлением доходов населения после локдауна и существенным ускорением снижения безработицы в предыдущем квартале. Со второго полугодия по настоящее время кривая Бевеиджа сместилась вправо и вверх, характеризуя ярко выраженные существенные структурные сдвиги в спросе на труд и его предложении – в частности, повышение естественного уровня безработицы (рис. 10). Особенно заметно это в отраслях с низкоквалифицированным трудом. При

дефиците рабочей силы в ряде отраслей выросла не только межрегиональная, но и межотраслевая конкуренция за работников, увеличилась интенсивность труда, что привело к росту заработных плат.

Рис. 10. Кривая Бевериджа для России



Источники: Росстат, расчеты авторов.

К основным причинам сформировавшегося дефицита кадров относятся:

1. Демографическая яма (на рынок труда начала выходить молодежь, родившаяся в 1990-е гг. – период низкой рождаемости).
2. Недостаток специалистов рабочих профессий из-за проблем с профобразованием (непопулярность технических профессий при выборе программ обучения у студентов).
3. Политика работодателей в кризисный период (в 2020 г. из-за экономии работодатели увольняли или не искали сотрудников, снижали оплату труда, социальную поддержку).
4. Соискатели стали более избирательны (из-за сокращений в 2020 г. стали больше ценить имеющееся место).
5. Дефицит трудовых мигрантов (ограничения, рост издержек на въезд).

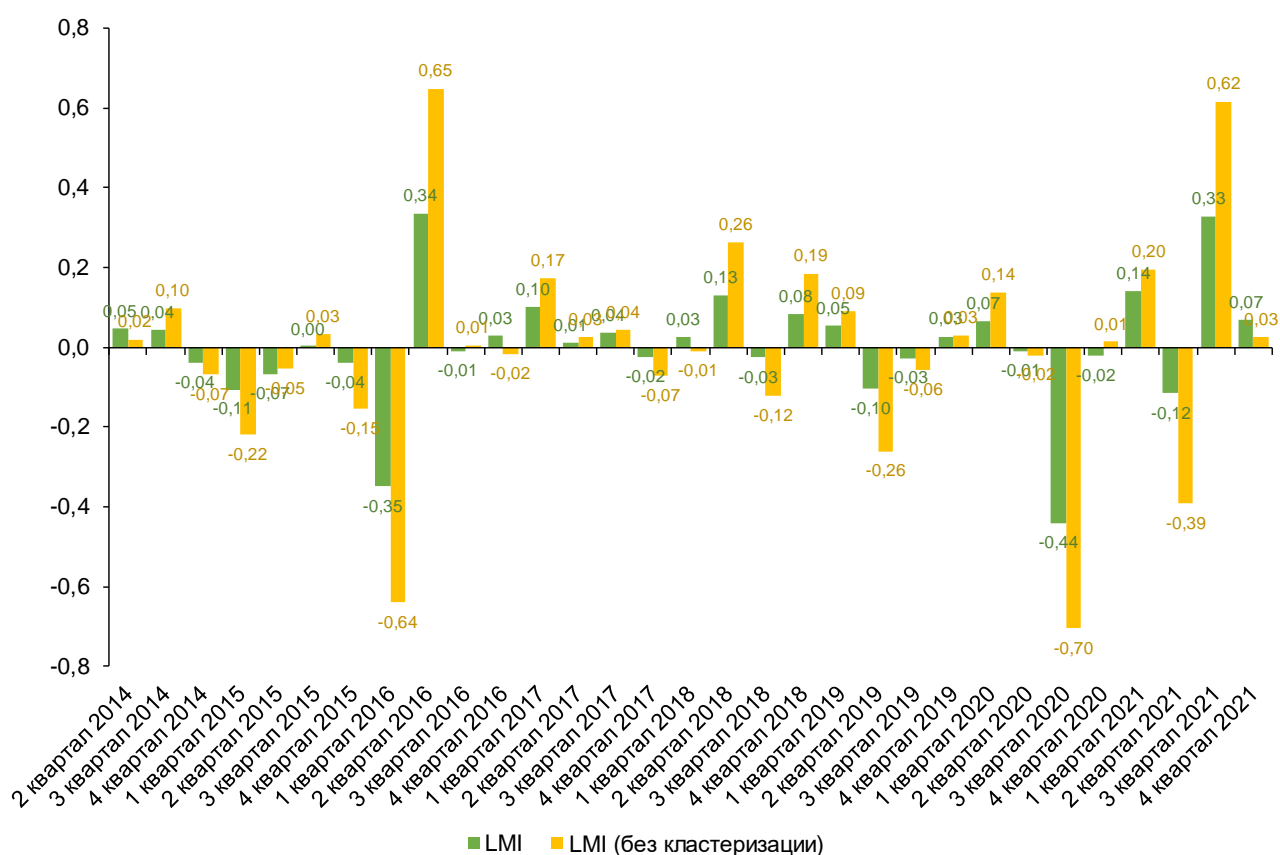
В частности, агропредприятия отмечали, что выгоднее подбирать работников через рекрутинговые агентства, чем организовывать приезд мигрантов в регион. Промышленники и строители выделяли нынешнюю непопулярность рабочих

профессий у местного населения, тогда как мигранты все больше предпочитают работать в сфере услуг.

В IV квартале 2021 г. проинфляционное влияние рынка труда (+0,10 п.п.) ослабло из-за замедленного снижения уровня безработицы, достигнув исторического минимума, и небольшого снижения реальной зарплаты населения в конце 2020 года. При этом потребность в рабочей силе максимально сохранилась в силу кадрового дефицита преимущественно в строительстве, промышленном производстве, транспорте и логистике. Восстановительные тенденции по иностранным трудовым мигрантам продолжались, заметно отставая от показателей 2018–2019 годов.

Для сравнения на основе модели для России в целом рассчитан индикатор рынка труда без учета кластеризации регионов (рис. 11). Следует отметить его заметно большую волатильность в большинстве периодов и более сильную реакцию на шоки. Можно говорить о некотором смещении оценок этого индикатора из-за того, что не были приняты во внимание индивидуальные особенности региональных рынков труда.

Рис. 11. Сравнение индикаторов рынка труда с кластеризацией регионов и без нее



Источник: расчеты авторов.

4. Заключение

Результатом проведенного исследования стал композитный индикатор, который помогает оценивать совокупный количественный вклад изменений на рынке труда в прирост инфляции как по стране в целом, так и по регионам.

Кроме того, были классифицированы региональные рынки труда (регионы объединены в четыре кластера), что позволило выявить их основные отличительные черты в социальной и демографической сферах во взаимосвязи с экономическим развитием. В частности, первый кластер отличается высокой инвестиционной привлекательностью, наибольшим уровнем участия в рабочей силе и зарплатами. Однако отраслевая специфика (добыча полезных ископаемых) и слаборазвитая сфера услуг приводят к оттоку населения из этих регионов. Второй кластер характеризуется проблемами естественной убыли и старением населения. Третий отличается слабыми социальной и экономической составляющими. Низкая занятость, спрос на труд и зарплата в сочетании с убыточностью регионов и низкой инвестиционной привлекательностью. Специализируется в сферах торговли и сельского хозяйства. И, наконец, четвертый кластер является инвестиционно привлекательным с высокими экономическими результатами деятельности и развитой сферой услуг. Как следствие, высокая экономическая активность населения и положительные демографические тенденции. Эти специфические особенности могут приниматься во внимание в прогнозных моделях региональной инфляции.

Во многих странах рынок труда играет значительную роль в инфляционных процессах; соответствующие ожидания были и для России. Однако полученные оценки с учетом региональной специфики свидетельствуют о статистически значимом, но незначительном влиянии рынка труда на инфляцию в РФ.

Для большей части регионов характерно слабое влияние безработицы на инфляцию, что может указывать на горизонтальное положение кривой Филлипса. При этом замечено, что в северных добывающих регионах рост цен сильнее реагирует на изменение безработицы, в отличие от устоявшейся в целом по стране особенности рынка труда приспосабливаться к колебаниям экономической конъюнктуры – главным образом за счет подстройки заработных плат. Такая чувствительная связь рынка труда с инфляцией для территорий с низким уровнем безработицы может быть предметом отдельного исследования.

Особенным преимуществом LMI является его интерпретируемость (возможность количественно оценивать вклад рынка труда в инфляцию). Отдельно взятое значение индикатора характеризует величину про-/дезинфляционного вклада в соответствующем периоде. Это позволяет принимать более взвешенные решения по ДКП.

Согласно полученным моделям трансмиссия рынка труда на рост цен составляет от одного до четырех кварталов, поэтому индикатор способствует оценке будущего влияния рынка труда на инфляцию (на один квартал вперед к известным статистическим данным).

В перспективе поиск и дальнейшее использование качественных инструментов для учета эндогенности в моделях может повысить точность индикатора рынка труда, а разработанная методика дает возможность при необходимости рассчитывать индикатор и для отдельных регионов. LMI также пригодится для экономических моделей в качестве независимого фактора.

Литература

1. Ankerst M., Breunig M., Kriegel H., Sander J. OPTICS: Ordering points to identify the clustering structure. [ACM SIGMOD International Conference on Management of Data. ACM Press](#), pp. 49–60, 1999.
2. Arias-Castro E., Chen G., Lerman G. Spectral clustering based on local linear approximations. *Electronic Journal of Statistics*, Vol. 5, 2011. <https://doi.org/10.1214/11-EJS651>
3. Chow W. A state space model of NAIRU, 16 March, 2011. https://www.hkeconomy.gov.hk/en/pdf/wp/structural_unemp.pdf
4. Chung H.T., Fallick B., Nekarda C.J., Ratner D.D. Assessing the Change in Labor Market Conditions / Finance and Economics Discussion Series Divisions of Research & Statistics and Monetary Affairs Federal Reserve Board, Washington, D.C. 34 p., 2014.
5. Clifton J., Marlar J. Good Jobs: The New Global Standard. Gallup, Inc. 20 p., 2011. <https://www.gallup.com>
6. Dungan P., Fang T., Gunderson M. Macroeconomic Impacts of Canadian Immigration: Results from a Macro-Model. Institute for the Study of Labor. IZA DP No. 6743. 36 p., 2012.
7. Ester M., Kriegel H., Sander J., Xu X. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. *Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96)*, pp. 226–231, 1996.
8. Frey B., Dueck D. Clustering by passing messages between data points. *Science*, Vol. 315, 2007. <https://doi.org/10.1126/science.1136800>
9. Furlanetto F., Robstad O. Immigration and the macroeconomy: some new empirical evidence. Working papers fra Norges Bank No. 18. 42 p., 2016.A
10. Gordon R.J. The Phillips curve is alive and well: inflation and the NAIRU during the slow recovery. NBER Working Paper, No. 19390, 2013. <https://doi.org/10.3386/w19390>
11. Rusticelli E. Rescuing the Phillips curve: making use of long-term unemployment in the measurement of the NAIRU. *OECD Journal: Economic Studies*, Vol. 2014/1 pp. 109–125, 2014. http://dx.doi.org/10.1787/eco_studies-2014-5jxrcm2cdf6

12. Rousseeuw P. Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*. Vol. 20, pp. 53–65, 1987. [https://doi.org/10.1016/0377-0427\(87\)90125-7](https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7)
13. Smith C., Thoenissen C. Migration and Business Cycle Dynamics. Discussion Paper Series No. 7. 47 p., 2018.
14. Steinhaus H. Sur la division des corps materiels en parties. *Bulletin de l'academie Polonoise des Sciences*, Cl. III – Vol. IV, No. 12, 1956.
15. Weiske S. On the Macroeconomic Effects of Immigration: A VAR Analysis for the US. German Council of Economic Experts. 29 p., 2019.
16. Брагин В., Осаковский В. Оценка естественного уровня безработицы в России в 1994–2003 гг.: эмпирический анализ // *Вопросы экономики*. № 3. С. 95–104, 2004.
17. Воронцов К.В. Лекции по алгоритмам кластеризации и многомерного шкалирования. М.: МГУ, 2010.
18. Гафаров Б.Н. Кривая Филлипса и становление рынка труда в России // *Экономический журнал Высшей школы экономики*. № 2. С. 155–176, 2011.
19. Гурвич Е., Вакуленко Е. Исследования российского рынка труда и экономическая политика // *Журнал НЭА*. № 1 (37). С. 203–212, 2018.
20. Иванова М. Анализ характера причинно-следственной связи между инфляцией и заработной платой в России // *Проблемы прогнозирования*. № 5 (158). С. 119–132, 2016.
21. Индекс рынка труда: краткое описание методики / проект РСПП, АЭИ «ПРАЙМ», группа компаний HeadHunter и IBS. 20 с., 2013.
22. Индекс рынка труда в регионах России / Официальный сайт РИА Рейтинг. 2019. [<https://riarating.ru/regions/20190910/630133974.html>]
23. Кудаева М., Редозубов И. Влияние миграционных потоков на экономическую активность и рынок труда России в целом и региональном аспекте // *Серия докладов об экономических исследованиях Банка России*. 45 с., 2021: http://www.cbr.ru/StaticHtml/File/131869/wp_khab_dec.pdf
24. Мюллер А., Гвидо С. Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными. М. Вильямс, 2017.
25. Орлов Д., Постников Е. Кривая Филлипса: инфляция и NAIRU в российских регионах // *Серия докладов об экономических исследованиях Банка России*. 31 с., 2020. http://cbr.ru/Content/Document/File/115690/pc_reg.pdf

26. Портал Sberbank Investment Research. [<http://research.sberbank-cib.com>]
27. Рашка С. Python и машинное обучение. / пер. с англ. А. В. Логунова. М.: ДМК Пресс, 2017.
28. Российский рынок труда: тенденции, институты, структурные изменения / Доклад Центра трудовых исследований и Лаборатории исследований рынка труда НИУ ВШЭ / Под. Ред. В. Гимпельсона, Р. Капелюшникова, С. Рощина. – М., 2017. – 145 с.
29. Соколова А.В. Инфляционные ожидания и кривая Филлипса: оценка на российских данных // Деньги и кредит. № 11. С. 61–67, 2014.

Приложение 1. Краткий анализ литературы о влиянии показателей рынка труда на инфляцию

Показатели	Авторы	Краткое содержание
Безработица / Разрыв безработицы	Брагин, Осаковский (2004), Палий (2006), Гафаров Б.Н. (2011), Гурвич, Вакуленко (2016, 2018)	Оценка естественного уровня (в том числе NAIURU) и разрыва безработицы в России, подтверждение отрицательной зависимости между инфляцией и безработицей
	Gordon (2013), Rusticelli (2015)	Оценка NAIURU и разрыва безработицы на страновых данных
	Орлов, Постников (2020)	Оценка NAIURU для регионов России с помощью моделей пространства состояний (фильтр Калмана)
Разрыв безработицы/ Разрыв выпуска	Chow (2011)	Оценка кривой Филлипса и закона Оукена; обоснована связь разрывов безработицы и выпуска, определяя степень инфляционного давления
	Соколова (2014)	Оценка гибридной кривой Филлипса включающей компонент инфляционных ожиданий
Заработная плата	Иванова (2016), Гурвич, Вакуленко (2018)	Показана двусторонняя связь между инфляцией и зарплатой в России, однако переход к инфляционному таргетированию содействует переходу к модели инфляции спроса
Миграция	Dungan et al. (2012), Furlanetto (2016), Smith, Thoenissen (2018), Weiske (2019), Кудаева, Редозубов (2021)	Показали, что миграционные процессы не оказывают значимого влияния на инфляцию

Приложение 2. Краткий обзор современных методов кластеризации

Кластеризация **k-средних (k-means)** – один из самых простых и наиболее часто используемых алгоритмов кластеризации (Steinhaus, 1956). Метод k-средних хорошо работает, когда кластеры представляют собой значительно разделенные между собой компактные «облака», когда форма кластеров является гиперсферической. Он эффективен для обработки больших объемов данных, однако не применим для обнаружения кластеров невыпуклой формы или сильно различающегося размера. Более того, метод чувствителен к шуму и обособленным точкам пространства, поскольку даже малое количество таких точек может существенно влиять на вычисление центра масс кластера.

Особенностью метода является необходимость знать заранее число кластеров. Для k-средних распространен следующий критерий оценки оптимального числа кластеров – сумма квадратов расстояний от точек до центроидов кластеров, к которым они относятся.

$$J(C) = \sum_{k=1}^K \sum_{i \in C_k} \|x_i - \mu_k\|^2 \rightarrow \min_C,$$

где C – множество кластеров мощности K , μ_k – центроид кластера C_k .

Выбирают то число кластеров, начиная с которого функционал $J(C)$ уменьшается медленнее всего или:

$$D(k) = \frac{|J(C_k) - J(C_{k+1})|}{|J(C_{k-1}) - J(C_k)|} \rightarrow \min_k$$

Техники **спектральной кластеризации (Spectral Clustering)** используют спектр (собственные значения) матрицы сходства данных для осуществления снижения размерности перед кластеризацией в пространствах меньшей размерности (Arias-Castro et al., 2011). Матрица сходства подается в качестве входа и состоит из количественных оценок относительной схожести каждой пары точек в данных.

Спектральная кластеризация тесно связана с методом k-средних, поэтому требуется заранее знать количество кластеров. Оценка оптимального числа кластеров осуществляется аналогично методу k-средних. Метод хорошо работает для небольшого количества кластеров, но не рекомендуется для многих кластеров.

Агломеративная (иерархическая) кластеризация (Agglomerative Clustering) является алгоритмом без фиксированного числа кластеров, в результате выполнения которого можно построить дерево склеивания кластеров – дендрограмму – и с одного взгляда определить, на каком этапе оптимальнее всего

остановить алгоритм.

Иерархическая кластеризация менее чувствительна к зашумленным данным, но хуже подходит для кластеризации больших объемов данных в сравнении с методом *k*-средних, так как временная сложность алгоритма квадратична для метода иерархической кластеризации.

Плотностной алгоритм пространственной кластеризации с присутствием шума **DBSCAN (Density-based spatial clustering of applications with noise)** является популярным алгоритмом кластеризации, основанной на плотности, используемый в анализе данных в качестве одной из замен метода *k*-средних (Ester et al., 1996). Если дан набор точек в некотором пространстве, алгоритм группирует вместе те, что тесно расположены (точки со многими близкими соседями), помечая как выбросы точки, которые находятся одиноко в областях с малой плотностью (ближайшие соседи которых лежат далеко).

Для применения метода необходимо настроить два параметра: максимальное расстояние между соседними точками и минимальное число точек в окрестности (количество соседей), когда можно говорить, что эти экземпляры данных образуют один кластер. Найденные DBSCAN кластеры могут иметь любую форму.

Упорядочение точек для обнаружения кластерной структуры **OPTICS (Ordering Points To Identify the Clustering Structure)** также является алгоритмом нахождения кластеров в пространственных данных на основе плотности (Ankerst et al., 1999). Он предназначен для избавления от одной из слабостей алгоритма DBSCAN – проблемы обнаружения содержательных кластеров в данных, имеющих различные плотности. Для этого точки базы данных (линейно) упорядочиваются так, что пространственно близкие точки становятся соседними. Кроме того, для каждой точки запоминается специальное расстояние, представляющее плотность, которую следует принять для кластера, чтобы точки принадлежали одному кластеру.

Основная идея метода распространения близости **Affinity propagation** предполагает кластеризацию наблюдений в группы на основе того, как они «общаются» или насколько они похожи друг на друга (Frey, Dueck, 2007). Этот алгоритм дает хорошие результаты, когда заранее известна функция близости, а также ожидается увидеть множество кластеров различной формы с незначительно варьирующимся количеством элементов.

Приложение 3. Веса регионов по вкладу в ИПЦ

Регион	Кластер	Вес региона в РФ	Вес региона в кластере	Вес кластера в РФ
Амурская область	1	0,0048	0,0630	0,0755
Еврейская автономная область		0,0009	0,0121	
Камчатский край		0,0035	0,0460	
Красноярский край		0,0204	0,2708	
Магаданская область		0,0015	0,0198	
Мурманская область		0,0073	0,0968	
Ненецкий автономный округ		0,0003	0,0043	
Приморский край		0,0152	0,2019	
Республика Коми		0,0053	0,0700	
Сахалинская область		0,0051	0,0669	
Ханты-Мансийский автономный округ		0,0081	0,1076	
Чукотский автономный округ		0,0004	0,0059	
Ямало-Ненецкий автономный округ		0,0026	0,0350	
Алтайский край		2	0,0114	
Архангельская область без автономного округа	0,0085		0,0110	
Белгородская область	0,0102		0,0131	
Брянская область	0,0062		0,0080	
Владимирская область	0,0079		0,0102	
Волгоградская область	0,0140		0,0181	
Вологодская область	0,0074		0,0096	
Воронежская область	0,0133		0,0172	
г. Москва	0,1574		0,2033	
г. Санкт-Петербург	0,0526		0,0679	
Забайкальский край	0,0058		0,0075	
Ивановская область	0,0065		0,0084	
Иркутская область	0,0132		0,0171	
Калужская область	0,0066		0,0085	
Кемеровская область	0,0138		0,0179	
Кировская область	0,0072		0,0093	
Костромская область	0,0037		0,0048	
Краснодарский край	0,0361		0,0467	
Курганская область	0,0041		0,0053	
Курская область	0,0063		0,0081	
Липецкая область	0,0068		0,0087	
Нижегородская область	0,0210		0,0271	
Новгородская область	0,0032		0,0042	
Новосибирская область	0,0152		0,0196	
Омская область	0,0105		0,0135	
Оренбургская область	0,0101		0,0130	
Орловская область	0,0039		0,0050	
Пензенская область	0,0065		0,0083	
Пермский край	0,0162		0,0209	
Псковская область	0,0031		0,0041	
Республика Алтай	0,0010		0,0012	
Республика Башкортостан	0,0255		0,0329	
Республика Бурятия	0,0045		0,0058	
Республика Карелия	0,0042		0,0055	
Республика Крым	0,0095	0,0123		

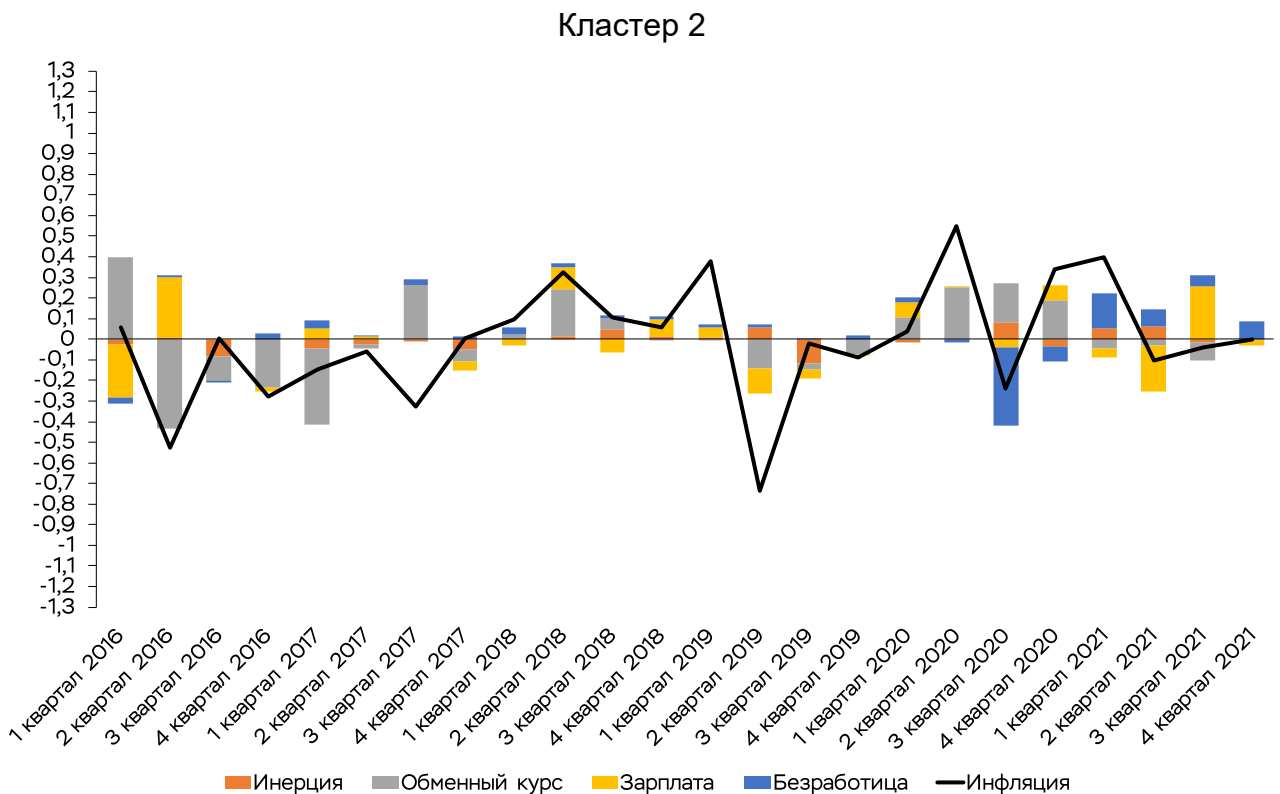
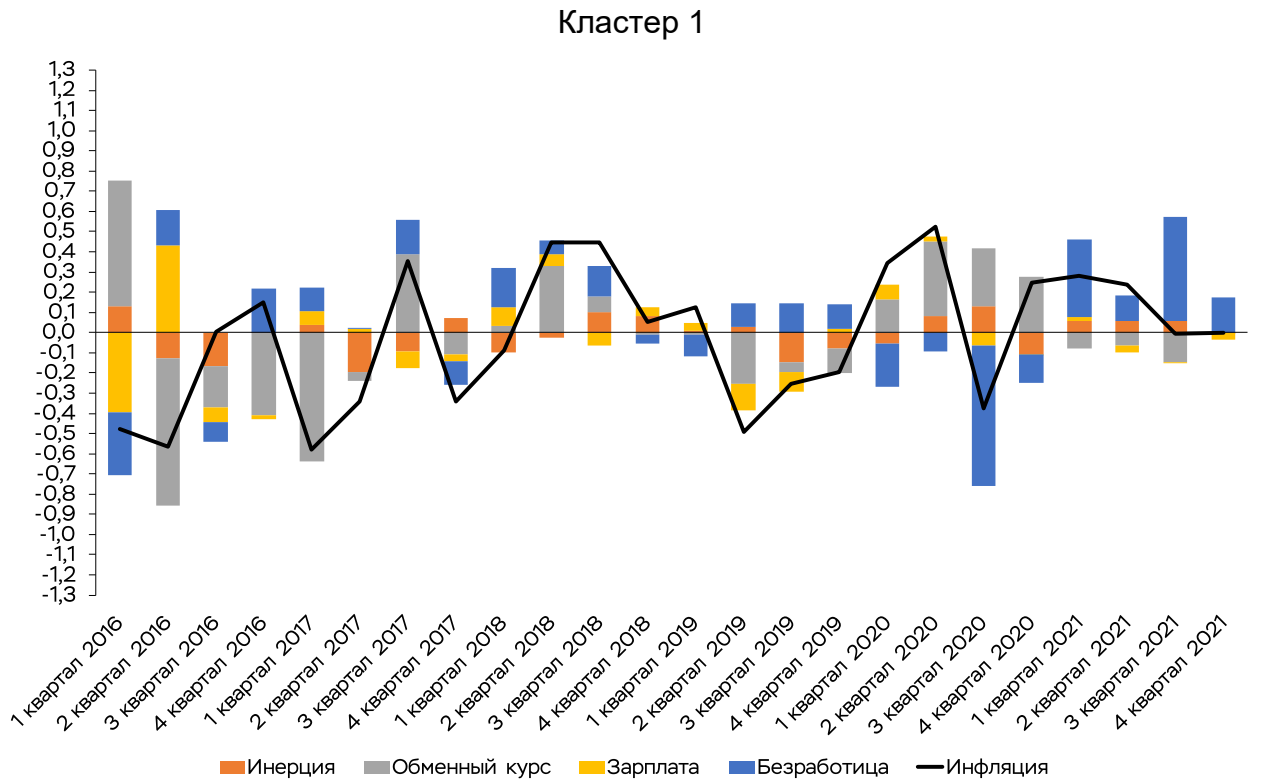
Регион	Кластер	Вес региона в РФ	Вес региона в кластере	Вес кластера в РФ
Республика Марий Эл		0,0029	0,0037	
Республика Мордовия		0,0034	0,0044	
Республика Саха (Якутия)		0,0086	0,0111	
Республика Татарстан		0,0272	0,0351	
Республика Хакасия		0,0029	0,0037	
Ростовская область		0,0259	0,0335	
Рязанская область		0,0048	0,0062	
Самарская область		0,0204	0,0263	
Саратовская область		0,0115	0,0148	
Свердловская область		0,0284	0,0367	
Смоленская область		0,0050	0,0064	
Ставропольский край		0,0138	0,0178	
Тамбовская область		0,0046	0,0060	
Тверская область		0,0071	0,0091	
Томская область		0,0069	0,0090	
Тульская область		0,0087	0,0112	
Удмуртская Республика		0,0092	0,0119	
Ульяновская область		0,0060	0,0078	
Хабаровский край		0,0110	0,0142	
Челябинская область		0,0203	0,0262	
Чувашская Республика		0,0049	0,0063	
Ярославская область		0,0074	0,0096	
Астраханская область	3	0,0063	0,1535	0,0411
Кабардино-Балкарская Республика		0,0040	0,0967	
Карачаево-Черкесская Республика		0,0021	0,0503	
Республика Дагестан		0,0152	0,3702	
Республика Ингушетия		0,0017	0,0419	
Республика Калмыкия		0,0012	0,0280	
Республика Северная Осетия – Алания		0,0033	0,0809	
Республика Тыва		0,0012	0,0292	
Чеченская Республика		0,0061	0,1493	
г. Севастополь	4	0,0026	0,0239	0,1092
Калининградская область		0,0056	0,0513	
Ленинградская область		0,0128	0,1170	
Московская область		0,0675	0,6182	
Республика Адыгея		0,0026	0,0235	
Тюменская область без автономных округов		0,0181	0,1661	

Приложение 4. Описательная статистика переменных для регрессий

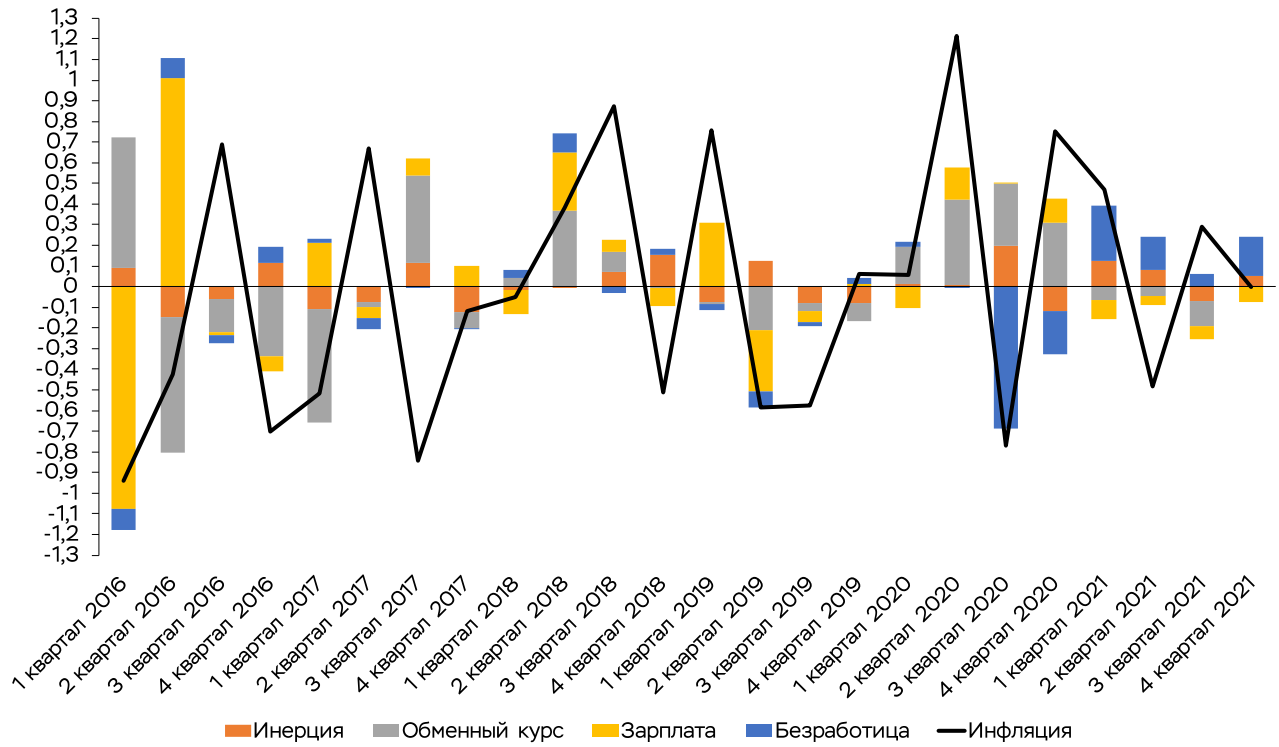
№	Переменная	Описание	Наблюдений	Среднее	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум
Всего по РФ							
1.	<i>CPI</i>	индекс потребительских цен (в % к предыдущему периоду)	34	101,57	1,36	100,12	108,1
2.	<i>Neer</i>	индекс номинального эффективного курса рубля к инвалютам (в % прироста к предыдущему периоду)	34	-1,37	7,35	-18,8	20
3.	<i>Wage</i>	среднемесячная реальная начисленная заработная плата (в % к предыдущему периоду)	33	100,38	8,76	82,09	113,12
4.	<i>Unempl</i>	уровень безработицы (%)	33	5,28	0,49	4,41	6,35
5.	<i>D_{15q1}</i>	дамми-переменная для I квартала 2015 года	34	0,03	0,17	0	1
6.	<i>D_{15q2}</i>	дамми-переменная для II квартала 2015 года	34	0,03	0,17	0	1
7.	<i>D_{17q3}</i>	дамми-переменная для III квартала 2017 года	34	0,03	0,17	0	1
8.	<i>D_{20q1}</i>	дамми-переменная для I квартала 2020 года	34	0,03	0,17	0	1
Кластер 1							
9.	<i>CPI</i>	индекс потребительских цен (в % к предыдущему периоду)	34	101,45	1,19	100,26	107,19
10.	<i>Wage</i>	среднемесячная реальная начисленная заработная плата (в % к предыдущему периоду)	33	100,35	9,66	84,73	113,28
11.	<i>Unempl</i>	уровень безработицы (%)	33	5,43	0,62	4,25	6,50
Кластер 2							
12.	<i>CPI</i>	индекс потребительских цен (в % к предыдущему периоду)	34	101,58	1,39	100,16	108,28
13.	<i>Wage</i>	среднемесячная реальная начисленная заработная плата (в % к предыдущему периоду)	33	100,43	8,82	81,69	113,62
14.	<i>Unempl</i>	уровень безработицы (%)	33	4,87	0,46	4,04	5,84
Кластер 3							
15.	<i>CPI</i>	индекс потребительских цен (в % к предыдущему периоду)	34	101,55	1,72	99,29	109,65
16.	<i>Wage</i>	среднемесячная реальная начисленная заработная плата (в % к предыдущему периоду)	33	100,62	9,44	79,52	115,70
17.	<i>Unempl</i>	уровень безработицы (%)	33	13,42	1,51	11,52	16,92
Кластер 4							
18.	<i>CPI</i>	индекс потребительских цен (в % к предыдущему периоду)	34	101,68	1,37	100,07	107,56
19.	<i>Wage</i>	среднемесячная реальная начисленная заработная плата (в % к предыдущему периоду)	33	99,99	7,62	83,12	112,05
20.	<i>Unempl</i>	уровень безработицы (%)	33	3,90	0,47	3,22	4,85

Приложение 5. Декомпозиция факторов инфляции в регрессионных моделях

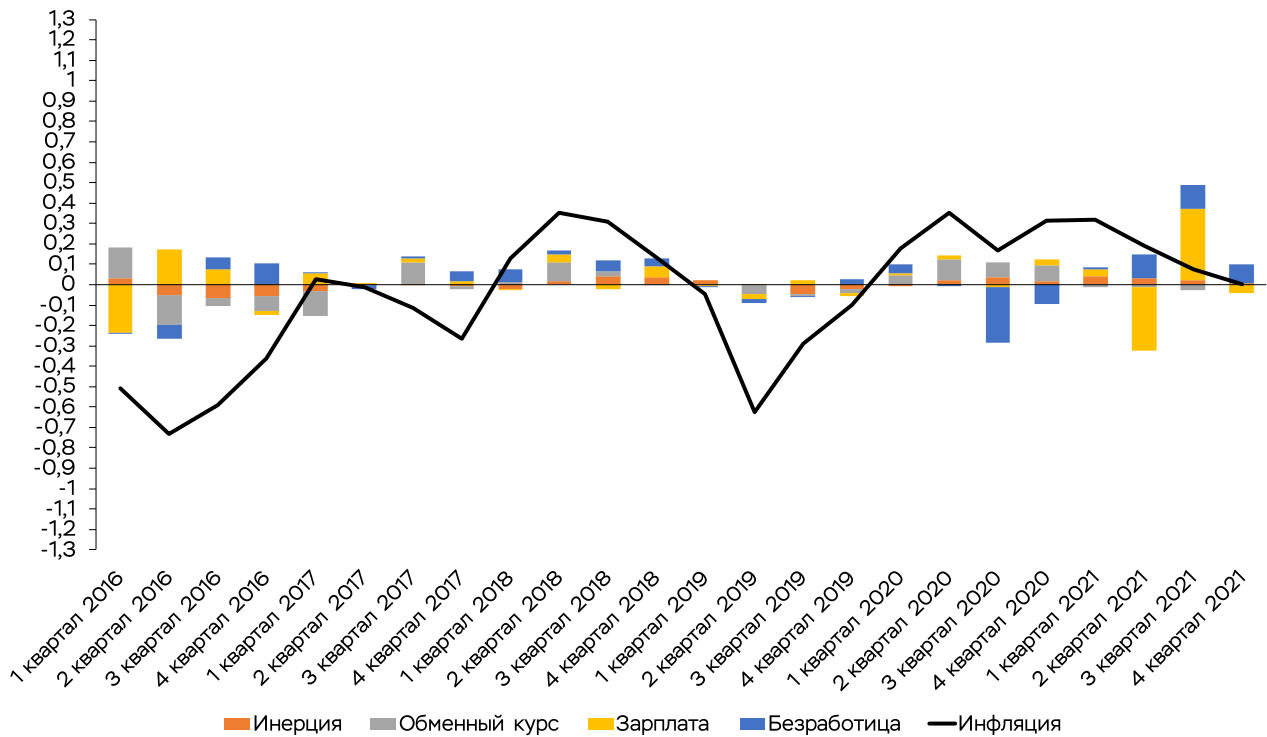
*На графиках исключены дамми-переменные, авторегрессионная компонента и влияние неучтенных факторов для наглядного отображения ключевых факторов.



Кластер 3



Кластер 4



Россия в целом

