

УДК 332.12:004.02

DOI:10.38028/ESI.2022.27.3.002

Исследование территориальных кластеров макрорегиона на основе многомерного анализа показателей качества жизни (на примере Красноярского края)

Пенькова Татьяна Геннадьевна, Ноженкова Людмила Федоровна

Институт вычислительного моделирования СО РАН,

Россия, Красноярск, *penkova_t@icm.krasn.ru*

Аннотация. Выполнено исследование территориальных кластеров макрорегиона с применением методов многомерного анализа – анализа главных компонент и кластерного анализа – к данным, характеризующим качество жизни населения на уровне муниципальных образований Красноярского края. В разрезе показателей качества жизни определены ключевые характеристики и особенности существующих территориальных кластеров региона. На основе анализа фактических значений показателей и расчётных интегральных оценок качества жизни выполнена кластеризация территорий, определены принципы распределения муниципальных образований по кластерам. Результаты исследования позволили выявить особенности социально-экономического развития муниципальных образований, определить перспективные и проблемные направления экономики и социальной сферы, что дает возможность более эффективно планировать и проводить стратегические мероприятия по повышению качества жизни на территориях Красноярского края, используя преимущества кластерного подхода.

Ключевые слова: территориальные кластеры, многомерный анализ, показатели качества жизни, макрорегион

Цитирование: Пенькова Т.Г. Исследование территориальных кластеров макрорегиона на основе многомерного анализа показателей качества жизни (на примере Красноярского края) / Т.Г. Пенькова, Л.Ф. Ноженкова // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – № 3(27). – С. 15-24. – DOI: 10.38028/ESI.2022.27.3.002.

Введение. Улучшение качества жизни – главнейшая стратегическая задача органов государственной власти всех уровней. С целью повышения уровня жизни, создания опережающего социально-экономического прогресса и обеспечения сбалансированности пространственного развития экономики и социальной сферы, в соответствии с Указами Президента Российской Федерации, с 2019 года в нашей стране реализуются национальные проекты [1, 2]. Помимо федеральных министерств, ответственность за достижение плановых показателей, направленных на обеспечение экономического роста, создание комфортной среды и повышение конкурентоспособности регионов возложена на органы власти субъектов Российской Федерации. С учётом специфики территорий формируются региональные проекты, создаются территориальные и ведомственные управленческие структуры, планирующие мероприятия и контролирующие результативность проектов [3]. При этом обширность территорий, неоднородность природных условий, социально-экономических процессов и инфраструктурного развития обуславливают необходимость применения кластерного подхода к управлению развитием территорий. Кластерная политика также рассматривается как одно из условий развития конкурентоспособных регионов за счет создания условий для внедрения инноваций. Территориальные кластеры представляют инструмент реализации национальных и региональных стратегий развития, позволяющий повысить эффективность взаимодействия между предприятиями бизнеса, органами управления, образовательными и научными учреждениями [4, 5]. Поэтому важной задачей является исследование принципов формирования территориальных кластеров макрорегиона как основы планирования и реализации мероприятий по повышению качества жизни населения в рамках национальных проектов.

Красноярский край – один из крупнейших регионов Российской Федерации, имеющий сложную национальную, климатическую, биологическую и производственную структуры. Административно-территориальное устройство края включает 17 городских округов, 3 му-

ниципальных округа и 41 муниципальный район. В работе представлены результаты исследования территориальных кластеров макрорегиона на основе применения методов многомерного анализа – анализа главных компонент и кластерного анализа – к данным о качестве жизни муниципальных образований Красноярского края. В разрезе показателей качества жизни выполнено исследование существующих территориальных кластеров Красноярского края, определены их особенности и ключевые характеристики. Выполнено исследование кластерных структур, сформированных по результатам автоматической кластеризации территорий на основе фактических значений показателей и расчетных интегральных оценок качества жизни.

Исходные данные. Исследование территориальных кластеров выполнено на основе статистических данных социально-экономического развития территорий Красноярского края за 2019 год. В соответствии с теорией многомерного анализа, исходные данные представляют собой множество объектов и атрибутов, объекты – муниципальные образования Красноярского края; атрибуты – показатели качества жизни в разрезе национальных проектов [6, 7]. Для анализа выделены 70 показателей, собранных по группам, представляющим национальные проекты и определяющим важнейшие направления развития экономики и социальной сферы: «Здравоохранение» (HLC), «Образование» (EDC), «Демография» (DMG), «Культура» (CLT), «Автомобильные дороги» (SFR), «Жилье и городская среда» (HSE), «Экология» (ECL), «Малое и среднее предпринимательство» (BSN), «Цифровая экономика» (DEC), «Производительность труда и занятость» (EMP), «Международная кооперация и экспорт» (EXP), «Магистральная инфраструктура» (HGW). Каждая из групп содержит от 5 до 12 показателей. В свою очередь, национальные проекты охватывают три сферы территориального развития: «Человеческий капитал», Комфортная среда и Экономический рост. На рисунке 1 приведен список показателей, характеризующих качество жизни муниципальных образований. Данные для анализа получены из Автоматизированной информационной системы мониторинга муниципальных образований («АИС Регион МО»), функционирующей в Министерстве экономики региона с 2006 года, где ежегодно собираются сотни показателей социально-экономического развития территорий края, включая планы, прогнозы и достигнутые результаты [8].

Исследование территориальных кластеров, выявление их особенностей, характерных условий и принципов формирования основаны на применении методов многомерного анализа – анализа главных компонент и кластерного анализа [9-11]. Метод главных компонент (Principal Component Analysis) – один из широко используемых методов интеллектуального анализа, направленный на изучение закономерностей в структуре многомерных данных. Метод представляет эффективный способ понижения размерности, состоящий в переходе к новому ортогональному базису, оси которого ориентированы по направлениям максимальной дисперсии входных данных. Кластерный анализ (Cluster Analysis) – один из методов классификации, направленный на обнаружение скрытых зависимостей и выявление структуры данных. Метод заключается в объединении объектов в непересекающиеся группы – кластеры на основе близости значений их атрибутов. Анализ и визуализация многомерных данных выполняются с помощью инструментальных средств «VidaExpert» [12].

Обозначение	Описание	Обозначение	Описание
HLC_dhospital HLC_proph	Обеспеченность местами в дневных стационарах Доля населения, охваченного профилактическими осмотрами	ECL_naturewater ECL_wconstruct	Объем использования воды, забранной из природных источников Количество водозаборных сооружений, оснащенных системами учета
HLC_doctor HLC_nurse	Обеспеченность врачами, на 10 тыс. человек населения Обеспеченность средним медицинским персоналом, на 10 тыс. человек населения	ECL_waterrate	Темп роста объема оборотного и повторно-последовательного использования воды
HLC_fdiag	Число заболеваний, зарегистрированных у больных впервые в жизни установленным диагнозом, на 1 тыс. человек населения	ECL_wastewater	Объем сброса загрязненных сточных вод в водные объекты, на рельеф, в подземные горизонты
HLC_blddiag	Зарегистрировано больных с диагнозом болезней системы кровообращения, на 100 тыс. человек населения	ECL_dfacilities	Количество очистных сооружений, оснащенных средствами учета и контроля
HLC_neopdiag	Зарегистрировано больных с диагнозом злокачественных новообразований, на 100 тыс. человек населения	ECL_statsource	Объем выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ от стационарных источников
HLC_alcdiag	Заблеваемость наркотическими заболеваниями, на 100 тыс. человек населения	ECL_dinsource	Объем выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ от передвижных источников
HLC_invalid	Численность лиц трудоспособного возраста, впервые признанных инвалидами	ECL_waste ECL_wasteorg	Образование отходов производства и потребления Количество организаций, использующих отходы в качестве вторичных материальных ресурсов
HLC_salary EDC_chrelax	Фонд заработной платы работников в области здравоохранения и социальных услуг Доля детей школьного возраста, охваченных оздоровительной кампанией	ECL_killorg ECL_nwasteobj	Количество организаций по обезвреживанию отходов Количество объектов размещения отходов, выполненных и эксплуатирующихся в соответствии с нормами
DMG_empl	Численность постоянного населения в трудоспособном возрасте	ECL_pwasteobj	Мощность объектов размещения отходов, выполненных и эксплуатирующихся в соответствии с нормами
DMG_born DMG_dead	Численность родившихся Численность умерших	ECL_recyclingorg	Количество предприятий по утилизации и переработке бытовых и промышленных отходов
DMG_empldead DMG_blddead	Численность умерших в трудоспособном возрасте Численность умерших от болезней системы кровообращения	BSN_smorg BSN_smempl	Количество малых и средних организаций Доля среднестатистической численности работников малых и средних организаций
DMG_neopdead DMG_empl	Численность умерших от новообразований Численность постоянного населения в трудоспособном возрасте	BSN_sinvest	Объем инвестиций в основной капитал организаций малого предпринимательства
CLT_cultorg	Обеспеченность учреждениями культурно-досугового типа, на 100 тыс. человек населения	BSN_minvest DEC_window	Объем инвестиций в основной капитал средних организаций Количество утвержденных административных регламентов оказания муниципальной услуги по принципу «одного окна»
SFR_improvroad	Протяженность автомобильных дорог с усовершенствованным типом покрытия	EMP_emplprop	Численность трудоспособного населения в трудоспособном возрасте
SFR_transitroad	Протяженность автомобильных дорог с переходным типом покрытия	EMP_unemplprop	Численность населения старше и младше трудоспособного возраста, занятого в экономике
SFR_dirtroad	Протяженность автомобильных дорог с грунтовыми покрытиями	EMP_foreignprop	Численность иностранных граждан, осуществляющих трудовую деятельность
SFR_winterroad SFR_repairroad SFR_unnomroad	Протяженность автомобильных дорог сезонного (зимнего) назначения Протяженность автомобильных дорог - отремонтированных Протяженность автомобильных дорог, не отвечающих нормативным требованиям	EMP_emplpropecon	Численность занятых в экономике
HSE_water HSE_energy HSE_electric	Объем отпуска воды Объем отпуска тепловой энергии Удельная величина потребления электрической энергии в многоквартирных домах в расчете на 1 проживающего	EMP_empleduc	Численность обучающихся в трудоспособном возрасте, обучающихся с отрывом от производства Численность лиц в трудоспособном возрасте, не занятых трудовой деятельностью и учебой
HSE_housebase HSE_indigentfam	Общая площадь жилищного фонда Количество семей, состоящих на учете в качестве нуждающихся в жилых помещениях	EMP_freepop EMP_unemplrate EMP_vacancy	Уровень зарегистрированной безработицы Количество вакансий, заявленных работодателями
HSE_improvfam	Количество семей, получивших жилые помещения и улучшивших жилищные условия	EXP_fabricprod	Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг - Обрабатывающие производства
HSE_supportfund	Объем средств, направленный на предоставление социальной поддержки по оплате жилья и коммунальных услуг	EXP_agrorg	Количество организаций, занятых производством сельскохозяйственной продукции
HSE_supportfam HSE_subsidy	Количество семей, получивших субсидии на оплату жилья и коммунальных услуг Численность граждан, пользующихся мерами социальной поддержки по оплате жилья и коммунальных услуг	EXP_indfarm EXP_agrprod	Количество личных подсобных хозяйств Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг - Сельское хозяйство
		EXP_animalprod	Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг - Животноводство
		EXP_cornharvest EXP_agrland	Урожайность зерновых культур Площадь земель сельскохозяйственного назначения
		HGW_transplace	Численность населения, проживающего в населенных пунктах, имеющих регулярное сообщение с административным центром
		HGW_wtransplace	Доля населения, проживающего в населенных пунктах, не имеющих регулярного сообщения с административным центром
		HGW_passenger	Количество перевезенных (отправленных) пассажиров всеми видами транспорта

Рис. 1. Показатели анализа качества жизни муниципальных образований

Исследование существующих территориальных кластеров Красноярского края в разрезе показателей качества жизни. Для Красноярского края существуют два вида кластерного деления территорий. Восьмикластерная структура исторически сложилась по географическому принципу и включает в качестве кластеров группы районов: Ангарская группа, Восточная группа, Енисейская группа, Западная группа, Центральная группа, Южная группа, Таймырский автономный округ, Эвенкийский автономный округ. Четырехкластерная структура была выделена экспертами с точки зрения социально-экономических условий развития муниципальных образований края, где в качестве отдельных кластеров выступают городские округа, территории с крупными промышленными объектами, территории с развитой сельскохозяйственной и лесопромышленной отраслью, отдаленные (северные) территории.

С целью исследования существующих территориальных кластеров, выявления закономерностей в структуре данных и понижения размерности многомерного пространства атрибутов выполнен анализ главных компонент. Для исходного набора данных на основе правила Кайзера и правила сломанной трости определены три главных компонента (PC1, PC2, PC3), описывающие 65% дисперсии. На рисунках 2 и 3 для двух видов кластеризации территорий представлено распределение кластеров на карте края и в пространстве главных компонент. На рисунках объекты кластеров выделены цветом, кружочками обозначены центры кластеров.

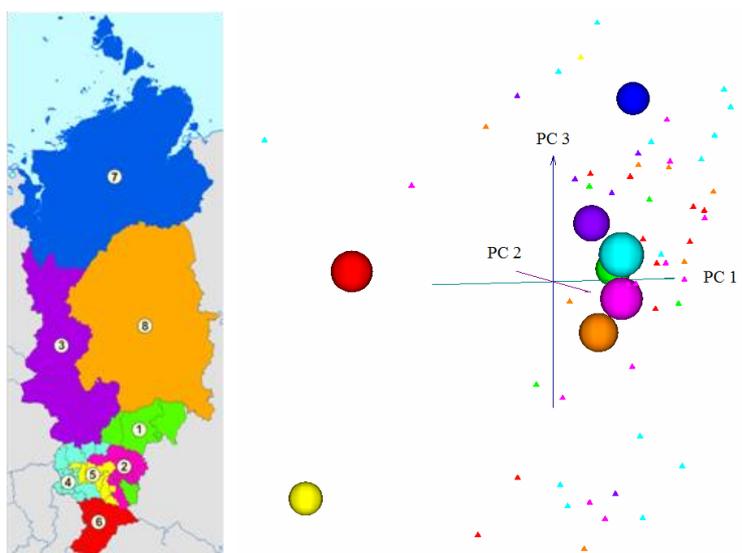


Рис. 2. Распределение групп районов на карте края и в пространстве главных компонент:

1 – Ангарская группа (зеленый); 2 – Восточная группа (розовый);

3 – Енисейская группа (фиолетовый); 4 – Западная группа (бирюзовый);

5 – Центральная группа (желтый); 6 – Южная группа (красный);

7 – Таймырский автономный округ (синий); 8 – Эвенкийский автономный округ (оранжевый)

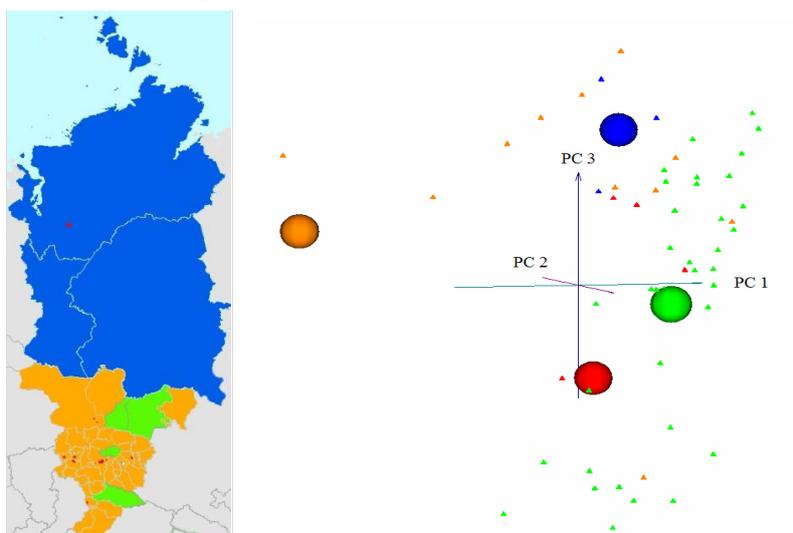


Рис. 3. Распределение территориальных кластеров на карте края и в пространстве главных компонент:

кластер 1 – городские округа (оранжевый); кластер 2 – территории с крупными

промышленными объектами (красный);

кластер 3 – территории с развитой сельскохозяйственной и лесопромышленной отраслью

(зеленый); кластер 4 – отделённые (северные) муниципальные образования (синий)

Характер главных компонент определяется весами атрибутов (собственными значениями ковариационной матрицы). Первая главная компонента (PC1) отражает выявленную в данных сильную линейную зависимость между показателями четырех групп: «Демография», «Жилье и городская среда», «Малое и среднее предпринимательство», «Производительность труда и занятость». Первая компонента характеризуется низким уровнем численности трудоспособного населения и занятости населения в трудоспособном возрасте, плохим состоянием жилищного фонда и низким качеством реализации мер социальной поддержки, низким уровнем государственной поддержки среднего и малого предпринимательства. При этом для первой компоненты характерен низкий уровень смертности от болезней системы кровообращения и новообразований. Вторая главная компонента (PC2) характеризуется высоким объемом

отгруженных товаров, выполненных работ и услуг в части обрабатывающего производства, удовлетворительным состоянием экологии, включая высокий уровень выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ от стационарных источников, большое количество объектов размещения отходов, выполненных и эксплуатирующихся в соответствии с нормами и большое количество очистных сооружений, оснащенных средствами учета и контроля. Третья главная компонента (РС3) характеризуется высоким уровнем обеспеченности медицинским персоналом, низким уровнем больных с диагнозом злокачественных новообразований и наркологических заболеваниями, низким уровнем производства сельскохозяйственной продукции и низким уровнем выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ от передвижных источников.

Из рисунка 2 видно, что группы районов 1, 2, 3, 4 и 8 в пространстве главных компонент расположены близко друг к другу, формируя самостоятельный кластер, имеющий положительные значения проекций на первую главную компоненту, что соответствует пониженным значениям социально значимых показателей. При рассмотрении второй и третьей главных компонент кластер занимает нейтральные позиции, хотя внутри кластера можно заметить, что группа районов 3 (Енисейская группа) имеет небольшие положительные значения проекций на вторую и третью компоненту, а группы районов 2 и 8 (Восточная группа и Эвенкийский автономный округ) – отрицательные. Противоположный характер, с отрицательными значениями проекций на первую главную компоненту и небольшими отрицательными значениями проекций на вторую главную компоненту, соответствующие высокому уровню социально значимых показателей, имеет кластер группы районов 6 (Южная группа). Максимальные положительные значения проекций на первую, вторую и третью главную компоненты имеет кластер группы районов 7 (Таймырский автономный округ), для которого характерен низкий уровень социально значимых показателей, кроме показателей обеспеченности медицинским персоналом и численности больных с диагнозом злокачественных новообразований и наркологических заболеваниями, а также развитие обрабатывающего производства и удовлетворительное экологическое состояние. Противоположный характер наблюдается у группы районов 5 (Центральная группа).

Из рисунка 3 видно, что кластер 3, объединяющий территории с развитой сельскохозяйственной и лесопромышленной отраслью, имеет положительные значения проекций на первую главную компоненту, что соответствует пониженным значениям социально значимых показателей. Противоположный характер имеет кластер 1, объединяющий городские округа. Максимальные положительные значения проекций на первую, вторую и третью главную компоненты имеет кластер 4, объединяющий отделённые (северные) муниципальные образования, а противоположный ему характер наблюдается у кластера 2, объединяющего территории с крупными промышленными объектами.

Полученные результаты анализа главных компонент в контексте территорий показывают, что восьмикластерная структура преобразуется в четырехкластерную и по существу воспроизводит экспертный принцип деления муниципальных образований. Северные территории занимают особое место в экономике края и социальном обеспечении населения. Одними из важнейших отраслей края являются сельскохозяйственная и лесопромышленная отрасли. Городские округа по социальной обеспеченности в значительной степени отличаются от остальных территорий. Результаты анализа демонстрируют достаточно понятную зависимость уровня жизни от мощного экономического потенциала, связанного, прежде всего, с переработкой природного сырья и наличием средств контроля воздействия на окружающую среду. При этом высокие показатели заболеваемости и смертности, наблюдаемые у территорий с хорошим общим состоянием здравоохранения, могут объясняться миграционными процессами и разным уровнем диспансеризации населения.

Формирование территориальных кластеров Красноярского края на основе фактических значений показателей качества жизни. С целью обнаружения структуры данных и выявления территориальных кластеров на основе близости значений показателей качества жизни, выполнен кластерный анализ с помощью алгоритма кластеризации на основе плотности DBSCAN [13]. Результаты кластеризации в пространстве главных компонент представлены на рисунке 4.

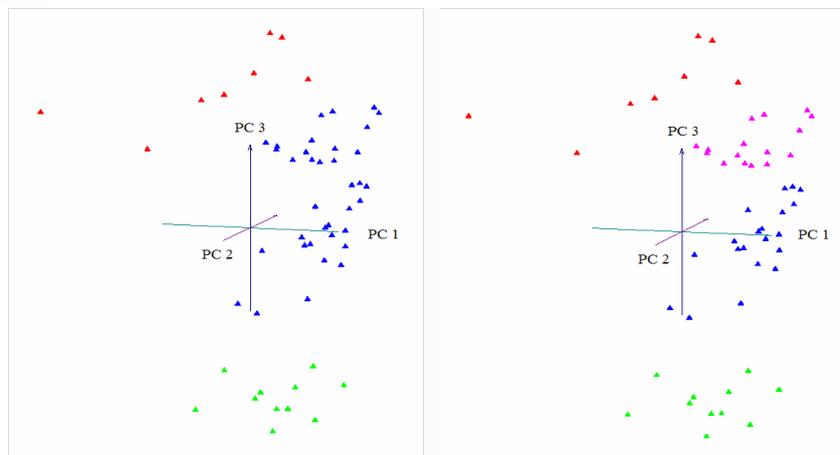


Рис. 4. Результаты кластеризации данных – трехкластерная структура (слева), четырехкластерная структура (справа) на основе фактических значений показателей качества жизни

Анализ фактических значений показателей в пространстве главных компонент выявил трехкластерную структуру (рисунок 4, слева): кластер 1 (синий) содержит 37 объектов, кластер 2 (красный) содержит 8 объектов, кластер 3 (зелёный) содержит 13 объектов. Первый кластер объединяет муниципальные образования, для которых характерны средние значения по всем показателям качества жизни. Одним из представителей данного кластера, но при этом самым удаленным от центра кластера муниципальным образованием, является город Красноярск. Центр региона значительно выделяется среди остальных муниципальных образований по многим показателям. Большие объёмы финансирования обуславливают высокие темпы строительства жилья и инфраструктуры, положительную миграцию, сосредоточение ведущих учреждений здравоохранения, образования и культуры. Второй кластер объединяет отдаленные и арктические территории, для которых характерны высокие значения показателей по группам Здравоохранение, Демография, Жилье и городская среда, Малое и среднее предпринимательство. Кроме этого, высокие значения наблюдаются у показателей, определяющих численность трудоспособного населения и объем отгруженных товаров, выполненных работ и услуг в части обрабатывающего производства. В третий кластер вошли муниципальные образования с развитой сельскохозяйственной и фермерской деятельностью. Наиболее удаленными от центра кластера объектами являются муниципальные образования, где в большей степени развита лесопромышленная отрасль, например, Курагинский район. Четырёхкластерная структура данных (рисунок 4, справа) образуется путем выделения внутри наибольшего кластера двух кластеров: один из них (синий) содержит 21 объект, другой (розовый) – 16 объектов. Второй отличается более высокими значениями показателей группы «Экология».

Полученные результаты автоматической кластеризации территорий края по фактическим значениям показателей качества жизни соответствуют экспертному принципу разделения муниципальных образований, выделяя среди территорий главным образом сельскохозяйственную отрасль и отдаленные (северные) территории.

Формирование территориальных кластеров Красноярского края на основе расчетных интегральных оценок качества жизни. С целью выявления территориальных кластеров, учитывающих особенности реализации национальных проектов, выполнен анализ главных компонент и кластерный анализ по интегральным оценкам качества жизни. Интегральные оценки были получены на основе авторского метода оценивания качества жизни муниципальных образований [14, 15]. В качестве атрибутов рассматриваются комплексные показатели качества жизни, соответствующие национальным проектам.

Для анализируемого набора данных определено шесть главных компонент (PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, PC6), описывающих 75% дисперсии. Первая главная компонента (PC1) характеризуется высоким уровнем показателя «Экология» и низким уровнем показателя Международная кооперация и экспорт. Вторая главная компонента (PC2) характеризуется высоким уровнем показателя Малое и среднее предпринимательство и Международная кооперация и экспорт, а также низким уровнем показателя «Здравоохранение». Третья главная компонента (PC3) характеризуется высоким уровнем показателя «Демография» и низким уровнем показателя «Производительность труда и занятость». Четвертая главная компонента (PC4) характеризуется высоким уровнем показателя «Цифровая экономика» и низким уровнем показателя «Производительность труда и занятость». Пятая главная компонента (PC5) характеризуется высоким уровнем показателя «Автомобильные дороги» и низким уровнем показателей «Образование» и «Культура». Шестая главная компонента (PC6) характеризуется высоким уровнем показателей «Демография» и «Магистральная инфраструктура», а также низким уровнем показателя «Жилье и городская среда». Большое количество главных компонент определяет многокластерную структуру в данных. Результаты кластеризации в пространстве главных компонент с более выраженной структурой, выявленной на основе алгоритма DBSCAN, представлены на рисунке 5.

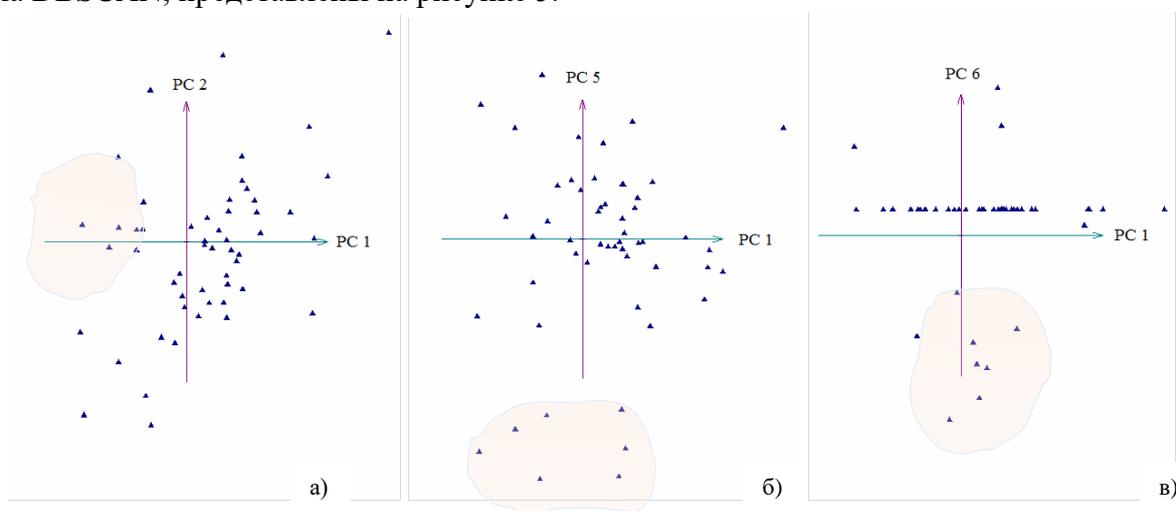


Рис. 5. Результаты кластеризации данных на основе интегральных оценок качества жизни

Первая главная компонента формирует двухкластерную структуру, в которой наименьший кластер объединяет муниципальные образования с низкими интегральными оценками показателя «Экология» (рис. 5а). Пятая главная компонента формирует двухкластерную структуру, в которой наименьший кластер содержит муниципальные образования с низкими интегральными оценками показателей «Образование» и «Культура» (рис. 5б). Шестая главная компонента формирует двухкластерную структуру, в которой наименьший кластер содержит муниципальные образования с низкими интегральными оценками показателя «Жилье и городская среда» (рис. 5в).

Таким образом, результаты кластеризации территорий по интегральным оценкам качества жизни позволили акцентировать внимание на условия реализации национальных проектов и обнаружить группы «отстающих» муниципальных образований края по важнейшим направлениям качества жизни.

Заключение. В работе на основе применения методов многомерного анализа к данным о качестве жизни муниципальных образований Красноярского края выполнено исследование территориальных кластеров. Исследованы существующие восьмикластерная и четырехкластерная структуры, в разрезе показателей качества жизни определены их особенности и ключевые характеристики. На основе анализа фактических значений показателей выполнена кластеризация территорий и выявлены принципы распределения муниципальных образований по кластерам. Результаты показали, что северные территории занимают особое место в экономике края и социальном обеспечении населения. Одними из важнейших отраслей края являются сельскохозяйственная и лесопромышленная отрасли. Городские округа по социальной обеспеченности в значительной степени отличаются от остальных территорий. Выявленная зависимость показателей свидетельствует о том, что уровень жизни во многом зависит от экономического потенциала, связанного, прежде всего, с переработкой природного сырья, но при этом важным элементом является наличие средств контроля воздействия на окружающую среду. Результаты кластеризации территорий по интегральным оценкам качества жизни позволили акцентировать внимание на условиях реализации национальных проектов и обнаружить группы «отстающих» муниципальных образований края по важнейшим направлениям качества жизни: «Экология», «Образование», «Культура», «Жилье и городская среда». Таким образом, результаты исследования позволили выявить особенности и условия развития муниципальных образований, определить проблемные и перспективные направления экономики и социальной сферы макрорегиона, и тем самым обеспечить обоснование для эффективного планирования и реализации стратегических мероприятий по повышению качества жизни на территориях Красноярского края, используя преимущества кластерного подхода.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, Правительства Красноярского края и Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта № 20-47-242910.

Список источников

1. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» // Президент России: официальный сайт, 2018. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/57425> (дата обращения 15.06.2022).
2. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // Президент России: официальный сайт, 2020. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/news/63728> (дата обращения 15.06.2022).
3. Региональные проекты Красноярского края // Красноярский край: официальный сайт, 2022. – URL: <http://project.krskstate.ru/nasprojects> (дата обращения 12.06.2022).
4. Мекуш Г.Е. Кластерный подход в развитии сибирских регионов / Г.Е. Мекуш, Е.О. Ушакова // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2017. – Т. 3., №. 2. – С. 3-7.
5. Печерица Е.В. Кластерный подход к изучению территориальных социально-экономических систем / Е.В. Печерица, Е.Е. Шарафанова // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии, 2013. – №. 3 (17). – С. 144-150.
6. Коробко А.В., Ничепорчук В.В., Метус А.М. Иерархическая модель показателей качества жизни и реализации национальных проектов / А.В. Коробко, В.В. Ничепорчук, А.М. Метус // Информатизация и связь. – 2021. – № 5. – С. 47-53. –DOI:10.34219/2078-8320-2021-12-5-47-53.
7. Nozhenkova L, Penkova T., Morozov R., Nozhenkov A. Conception of life quality estimation of the municipal territories in the context of national projects implementation. CEUR Workshop Proceedings, 2nd Siberian Scientific Workshop on Data Analysis Technologies with Applications (SibDATA-2021), 2021, vol. 3047, pp. 98-103.

8. Автоматизированная система мониторинга муниципальных образований: сайт. – URL: <http://aismmo.ru> (дата обращения 29.03.2022).
9. Многомерный статистический анализ в экономике: учебное пособие для вузов. / Л.А. Сошникова, В.Н. Тамашевич, Г. Усбе, М. Шефер; Под ред. В.Н. Тамашевича. – М.: БНИТИ – Дана, 1999. – 598 с.
10. Gorban A.N., Zinovyev A.Y. Principal graphs and manifolds. Handbook of research on machine learning applications and trends: algorithms, methods, and techniques, IGI Global, 2010, pp. 28-59.
11. Мокеев В.В. Метод главных компонент и метод собственных состояний в задачах анализа и прогнозирования / В.В. Мокеев. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2014. – 144 с.
12. Gorban A.N., Pitenko A., Zinovyev A. ViDaExpert: user-friendly tool for nonlinear visualization and analysis of multidimensional data // *Нейроинформатика, ее приложения и анализ данных*, 2014. – С. 45-58.
13. Кириченко Л.О. Кластеризация зашумленных временных рядов / Л.О. Кириченко, А.Е. Ткаченко, Т.А. Радвиллова, 2020.
14. Пенькова Т.Г. Метод построения территориально-ориентированной нормативной модели для оценивания качества жизни с учётом спецификации территорий (на примере Красноярского края) / А.М. Метус, В.В. Ничепорчук [и др.] // *Информатизация и связь*, 2021. – № 5. – С. 39-46. – DOI:10.34219/2078-8320-2021-12-5-39-46.
15. Penkova T. Method of wellbeing estimation in territory management. Lecture Notes in Computer Science, 2014, part. IV, vol.8582, pp. 57-68, DOI 10.1007/978-3-319-09147-1_5.

Пенькова Татьяна Геннадьевна. К.т.н., доцент кафедры информатики Сибирского федерального университета, с.н.с., отдел прикладной информатики Института вычислительного моделирования СО РАН. Основные направления исследований включают методы и технологии интеллектуального анализа данных, экспертные системы, системы поддержки принятия решений. AuthorID: 604225, SPIN-код: 2281-3852, ORCID: 0000-0002-0057-0535. penkova_t@icm.krasn.ru, Россия, г. Красноярск, Академгородок, д. 50, стр. 44.

Ноженкова Людмила Федоровна. Доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий отделом прикладной информатики. Научная деятельность посвящена исследованиям в области интеллектуальных информационных технологий и анализа данных. AuthorID: 70114, SPIN-код: 8354-3536, ORCID: 0000-0002-9277-8981, expert@icm.krasn.ru, Россия, г. Красноярск, Академгородок, д. 50, стр. 44.

UDC 332.12:004.02

DOI:10.38028/ESI.2022.27.3.002

Study of territorial clusters of the macroregion based on multidimensional analysis of life quality indicators (in the case of the Krasnoyarsk region)

Tatiana G. Penkova, Ludmila F. Nozhenkova

Institute of Computational Modelling of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Krasnoyarsk, penkova_t@icm.krasn.ru.

Annotation. The paper presents the results of a study of territorial clusters of a macro-region by applying the multidimensional analysis methods – principal component analysis and cluster analysis – to data on the life quality of municipal territories in the Krasnoyarsk region. In the context of life quality indicators, the key characteristics and features of the existing territorial clusters of the region are identified. Based on the analysis of the actual values of the indicators and the calculated integral assessments of the life quality, the territories were clustered, and the principles for distribution of municipal territories by clusters were determined. The results of the study made it possible to identify the features and conditions for the development of municipal territories, to identify problematic and promising directions of the economy and social sphere of the macro-region, which allow more efficient planning and implementation of strategic actions to improve the life quality in the territories of the Krasnoyarsk region using the advantages of the cluster approach.

Keywords: Territorial clusters, Multidimensional analysis, Life quality indicators, Macroregion

Acknowledgements: The research was funded by RFBR, Krasnoyarsk Territory and Krasnoyarsk Regional Fund of Science, project number 20-47-242910.

References

1. Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 07.05.2018 № 204 «O natsional'nykh tselyakh i strategicheskikh zadachakh razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2024 goda [Decree of the President of the Russian

- Federation of 07.05.2018 No. 204 “On national goals and strategic objectives for the development of the Russian Federation for the period up to 2024”. Prezident Rossii : ofitsial'nyy sayt [President of Russia: official website], available at: <http://kremlin.ru/events/president/news/57425> (accessed 15 June 2022).
2. Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 21.07.2020 no. 474 «O natsional'nykh tselyakh razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda» [Decree of the President of the Russian Federation of July 21, 2020 no. 474 “On the national development goals of the Russian Federation for the period up to 2030”]. Prezident Rossii : ofitsial'nyy sayt [President of Russia: official website], available at: <http://www.kremlin.ru/acts/news/63728> (accessed 15 June 2022).
 3. Regional'nyye proyekty Krasnoyarskogo kraya [Regional projects of the Krasnoyarsk Territory]. Krasnoyarskiy kray : ofitsial'nyy sayt [Krasnoyarsk krai: official site], available at: <http://project.krskstate.ru/nacprojects> (accessed 12 June 2022).
 4. Mekush G.E., Ushakova E.O. Klasternyy podkhod v razvitii sibirskikh regionov [Cluster approach in the development of Siberian regions]. Inter·ekspo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia], 2017, vol. 3, no. 2, pp. 3-7.
 5. Pecheritsa E.V., Sharafanova E.E. Klasternyy podkhod k izucheniyu territorial'nykh sotsial'no-ekonomicheskikh sistem [Cluster approach to the study of territorial socio-economic systems]. Teoriya i praktika servisa: ekonomika, sotsial'naya sfera, tekhnologii [Theory and practice of service: economics, social sphere, technology], 2013, no. 3 (17), pp. 144-150.
 6. Korobko A.V., Nicheporchuk V.V., Metus A.M. Iyerarkhicheskaya model' pokazateley kachestva zhizni i realizatsii natsional'nykh proyektov [Hierarchical model of indicators of quality of life and implementation of national projects]. Informatizatsiya i svyaz' [Informatization and communication], 2021, no. 5, pp. 47-53, DOI: 10.34219/2078-8320-2021-12-5-47-53.
 7. Nozhenkova L, Penkova T., Morozov R., Nozhenkov A. Conception of life quality estimation of the municipal territories in the context of national projects implementation. CEUR Workshop Proceedings, 2nd Siberian Scientific Workshop on Data Analysis Technologies with Applications (SibDATA-2021), 2021, vol. 3047, pp. 98-103, DOI: 10.47813/sibdata-2-2021-14.
 8. Avtomatizirovannaya sistema monitoringa munitsipal'nykh obrazovaniy [Automated monitoring system for municipal territories], available at: <http://aismmo.ru> (accessed 29 March 2022).
 9. Mnogomernyy statisticheskiy analiz v ekonomike: uchebnoye posobiye dlya vuzov [Multivariate statistical analysis in economics: textbook for universities], M.: BNITI – Dana, 1999, 598 p.
 10. Gorban A.N., Zinovyev A.Y. Principal graphs and manifolds. Handbook of research on machine learning applications and trends: algorithms, methods, and techniques, IGI Global, 2010, pp. 28-59.
 11. Mokeev V.V. Metod glavnnykh komponent i metod sobstvennykh sostoyaniy v zadachakh analiza i prognozirovaniya [Principal component method and eigenstate method in problems of analysis and forecasting], Chelyabinsk: YuUrGU, 2014, 144 p.
 12. Gorban A.N., Pitenko A., Zinovyev A. ViDaExpert: user-friendly tool for nonlinear visualization and analysis of multidimensional data. Neyroinformatika, yeye prilozheniya i analiz dannykh [Neyroinformatika, yeye prilozheniya i analiz dannykh], 2014, pp. 45-58.
 13. Kirichenko L.O., Tkachenko A.E., Radivilova T.A. Klasterizatsiya zashumlennykh vremennykh ryadov [Clustering Noisy Time Series], 2020.
 14. Penkova T.G. Metus, A.M., Nicheporchuk V.V. et al. Method for constructing a territorially-oriented normative model for assessing the quality of life, taking into account the specification of territories (in the case of the Krasnoyarsk Territory). Informatizatsiya i svyaz' [Informatization and communication], 2021, no. 5, pp. 39-46, DOI: 10.34219/2078-8320-2021-12-5-39-46.
 15. Penkova T. Method of wellbeing estimation in territory management. Lecture Notes in Computer Science, 2014, part. IV, vol.8582, pp. 57-68, DOI 10.1007/978-3-319-09147-1_5.

Penkova Tatyana Gennadiyevna Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics, Siberian Federal University, Senior Researcher, Department of Applied Informatics, Institute of Computational Modeling, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. The main areas of research include methods and technologies of data mining, expert systems, decision support systems. AuthorID: 604225, SPIN: 2281-3852, ORCID: 0000-0002-0057-0535. penkova_t@icm.krasn.ru, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, building 44.

Nozhenkova Ludmila Fyodorovna Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, Head of the Department of Applied Informatics. Scientific activity is devoted to research in the field of intelligent information technologies and data analysis. AuthorID: 70114, SPIN: 8354-3536, ORCID: 0000-0002-9277-8981, expert@icm.krasn.ru, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, building 44.

Статья поступила в редакцию 05.08.2022; одобрена после рецензирования 06.09.2022; принята к публикации 16.09.2022.

The article was submitted 08/05/2022; approved after reviewing 09/06/2022; accepted for publication 09/16/2022.