

## Иерархическая Парето-классификация регионов России по показателям качества жизни населения



**Алексей Алексеевич  
МИРОНЕНКОВ**

Московская школа экономики МГУ им. М.В. Ломоносова  
Москва, Российская Федерация, 119991, Ленинские Горы, д. 1, стр. 61  
E-mail: mironenkov@mse-msu.ru  
ORCID: 0000-0001-5754-8825, ResearcherID: F-7797-2018

**Аннотация.** Повышение качества жизни населения является ключевой целью деятельности государства. В связи с этим очень остро стоит задача корректного измерения его уровня и, соответственно, классификации регионов страны по показателям качества жизни. Большинство исследований в этой сфере включает в себя разделение переменных на группы, унификацию переменных в каждой группе и построение интегрального индикатора, группировку или кластеризацию объектов как линейную свертку переменных с весами. Подобные подходы имеют свои недостатки, связанные с субъективностью экспертных оценок, нестабильностью коэффициентов главной компоненты, невозможностью работать с порядковыми данными и т. д. Таким образом, цель нашего исследования — построить методику классификации регионов РФ по показателям качества жизни, лишенную указанных выше недостатков. В основе предлагаемого метода лежит хорошо известное в экономике понятие «оптимальности по Парето», в соответствии с которым происходит разбиение всех регионов на непересекающиеся классы. После разделения переменных на группы вместо традиционных унификации и построения внутригрупповых сверток в качестве представителя категории рекомендуем использовать Парето-класс, получаемый при внутригрупповой классификации по Парето, и уже на основе полученных внутригрупповых Парето-классов строить итоговую Парето-классификацию регионов РФ. Преимуществом предлагаемого подхода является возможность применять его на порядковых данных, то есть когда

---

**Для цитирования:** Мироненков А.А. Иерархическая Парето-классификация регионов России по показателям качества жизни населения // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т. 13. № 2. С. 171–185. DOI: 10.15838/esc.2020.2.68.11

**For citation:** Mironenkov A.A. Hierarchical Pareto classification of the Russian regions by the population's quality of life indicators. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2020, vol. 13, no. 2, pp. 171–185. DOI: 10.15838/esc.2020.2.68.11

по каким-либо переменным известен лишь их порядок и не даны точные значения для каждого региона. Кроме того, алгоритм нетребователен к вычислительной мощности и не использует экспертные оценки, за исключением выбора переменных исследования. Основными результатами работы стали построение классификации регионов РФ по показателям качества жизни, сравнение с традиционными подходами и анализ особенностей предлагаемой методики.

**Ключевые слова:** ранжирование регионов, показатели качества жизни населения, стратификация, отношение Парето, доминирование по Парето, Парето-классификация, Парето-оптимум, качество жизни.

### Введение

Обеспечение высокого качества жизни (КЖ) населения страны – центральная задача института государственной власти в подавляющем большинстве стран мира. Не существует единой методики измерения КЖ, а следовательно, нет единого механизма достижения того самого «высокого КЖ». Нет сомнений в том, что рассматриваемая категория включает в себя множество показателей, отражающих различные аспекты человеческой жизни: экономические показатели, показатели социальной сферы, доступность общественных благ, состояние окружающей среды, уровень безопасности и т. д. Помимо условий, являющихся общими для всего населения страны, на жизнь каждого отдельного человека грандиозное воздействие оказывают сугубо индивидуальные условия жизни, например качество здоровья, семейное положение, религиозная принадлежность. В связи с этим КЖ принято называть синтетической латентной категорией.

Как правило, широкая общественность оценивает КЖ на той или иной территории на основе уровня ВВП или связанных с ним показателей (ВНП, ВРП на душу населения и т. д.). Однако парадокс Истерлина, описанный еще в 1974 году [1], заставил задуматься, насколько правдоподобно измерять КЖ, основываясь на денежных показателях. Поэтому с целью изучения возможности для оценки экономических результатов и социального прогресса без опоры на показатели ВВП в 2008 году была создана специальная Комиссия, которую возглавили Дж. Стиглиц и А. Сен.

Комиссия предложила три стратегии изучения КЖ. Первый из подходов фактически измеряет индивидуальное удовлетворение жизнью. В его рамках предлагается использовать

данные распространенных на текущий момент опросов о том, насколько индивиды счастливы или удовлетворены жизнью. В рамках второго подхода жизнь человека рассматривается как неделимая комбинация различных видов человеческой деятельности и свободы выбора человеком конкретных деяний. Чем легче человеку выбрать или сделать конкретное действие, направленное на достижение его личных целей, тем выше оценивается КЖ. Третий подход предполагает взвешивание детерминант КЖ для каждого конкретного человека или группы людей исходя из субъективной системы предпочтений. Иначе говоря, выделяется некоторый перечень сфер человеческой жизни, которые влияют на КЖ, а затем либо индивиду предлагается самостоятельно оценить вклад каждой из предлагаемых сфер, либо эксперт присваивает детерминантам ту или иную степень влияния на КЖ. С одной стороны, данный подход позволяет избежать усреднения оценки КЖ внутри сообщества, но, с другой стороны, механизм выставления оценок экспертом технически не может быть унифицирован для общества в целом.

Для отслеживания показателей уровня КЖ используются два пути. Первый – это построение интегрального индикатора (ИИ), объединяющего различные аспекты жизни людей, позволяющие наглядно оценивать успехи выбранного региона или сообщества: наличие числового выражения уровня КЖ облегчает ранжирование территорий, делает возможным их сравнение друг с другом, позволяет проводить анализ в динамике. Альтернативным способом определения уровня КЖ является отслеживание большого количества ИИ благополучия одновременно.

Сегодня можно говорить о «стандартном» способе вычисления ИИ КЖ: в подавляющем количестве исследований КЖ рассчитывается как линейная свертка функции, т. е.

$$f(x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}) = \sum_{j=1}^p a_j x^{(j)}, \quad (1)$$

где  $x^{(j)}$  – статистический показатель,

$w_j$  – вес показателя, определяемый экспертным образом [2].

Подобным способом вычисляется наиболее цитируемый показатель КЖ – Индекс человеческого развития (ИЧР), разработанный ООН в сотрудничестве с А. Сенем в 1990 году, представляющий собой линейную свертку ВНД по ППС на душу населения, ожидаемой при рождении продолжительности жизни и уровня образования в стране.

В зависимости от источника данных – результаты опроса населения или статистические сборники – показатели КЖ принято разделять на субъективистские (например, Gallup-Healthways Global Well-Being index) и объективистские (уже упомянутый ИЧР), также встречаются показатели, основанные на сочетании обоих подходов (Индекс лучшей жизни (Better Life Index)).

Недостатком «стандартного» метода расчета ИИ КЖ является необходимость проводить экспертную оценку веса показателей. И если при расчете Индекса лучшей жизни пользователь сам назначает вклад показателя (который, правда, уже представляет собой ИИ, а следовательно, образован с использованием экспертных оценок веса показателей) в итоговый индекс, то для остальных индексов индивиды не привлекаются для определения методики расчета. Таким образом, при вычислении ИИ КЖ подобным образом всегда будет существовать искажение информации при переходе от статистических данных к итоговому ИИ.

Другой способ расчета ИИ КЖ описан С.А. Айвазяном [3]. Автор предлагает снижать количество регрессоров модели с использованием метода главных компонент. Исходные объясняющие переменные делятся на блоки, характеризующие одну сферу человеческой жизни: качество населения, благосостояние (уровень жизни) населения, социальная безопасность (качество социальной сферы),

качество окружающей среды (экологической ниши), природно-климатические условия. Далее в зависимости от особенностей модели либо ИИ рассчитывается методом главных компонент отдельно для каждого блока, а потом блочные ИИ объединяются в конечный единый индекс; либо сразу находится главная компонента для всех регрессоров одновременно, тогда она и становится итоговым ИИ КЖ. Достоинствами метода являются исключение экспертной оценки определения весов, удобство использования и относительная простота расчета.

Критика метода, предложенного С.А. Айвазяном, связана с непостоянством определения весовых коэффициентов, что объясняется особенностями вычисления главных компонент и не может быть исправлено с помощью стандартных пакетов обработки статистических данных [4].

Недостатки, связанные с построением единого ИИ КЖ, могут быть преодолены при использовании альтернативного подхода – одновременного отслеживания большого количества ИИ благополучия одновременно. Его сторонники отмечают, что при свертке информации в один показатель всегда, во-первых, происходит искажение и/или потеря доли информации, во-вторых, неизменно возникают сложности с определением доли вклада показателей в итоговый ИИ. В некоторых странах с успехом функционируют программы повышения КЖ населения методом отслеживания отдельных показателей: в Австралии – Measures of Australia's Progress, в Великобритании – Measuring National Well-being Programme, в Новой Зеландии – The Quality of Life Project и т. д. Проекты предполагают отслеживание более 40 показателей, состав и количество которых может быть как неизменным (как происходит в Новой Зеландии с 1999 года), так и меняющимся (в Великобритании в 2015 году оценивался 41 показатель, а в 2016 – уже 43). Очевидно, что при таком подходе оценка КЖ лишена субъективного вклада исследователей [5], однако трудоемкость процесса, а также невозможность оценить прогресс социального и экономического развития территории во времени делают его менее привлекательным для широкой публики.

Для достижения цели работы – ранжирования субъектов России по уровню КЖ – предлагается такой метод анализа КЖ, который, во-первых, лишен субъективного вмешательства исследователя, во-вторых, позволяет провести сопоставление регионов друг с другом даже на порядковых данных, а в-третьих, был бы технически легко осуществим.

Сегодня субъекты России очень сильно дифференцированы по всем показателям, как макроэкономическим, так и микроэкономическим; однако нет сомнений, что некоторые субъекты: Москва, Санкт-Петербург, Краснодарский край – являются территориями с более высоким уровнем КЖ. Об этом свидетельствуют, с одной стороны, направления внутренних миграционных потоков [6], а с другой стороны – высокий уровень цен на недвижимость [7]. Поэтому мы предлагаем разделить субъекты на классы, выявив регионы-лидеры и регионы-аутсайдеры по показателям КЖ, а затем провести анализ полученных классов, что сможет помочь институту государственной власти в поиске методов для повышения уровня КЖ.

#### **Методы многокритериальной классификации**

Довольно часто на практике возникает необходимость классификации выборки по многим критериям одновременно, например, выделение надежных банков или компаний с высоким инвестиционным потенциалом.

Задача многокритериальной классификации может быть сформулирована следующим образом. Пусть имеется  $N$  объектов, каждому из которых соответствует  $P$  характеристик. После выполнения поставленной задачи мы получим  $K$  классов (где  $K$  заранее не известно), внутри каждого из них содержатся объекты, максимально близкие друг другу по всем  $P$  характеристикам.

Подавляющее количество методов, которые могут быть использованы для многокритериальной классификации, требует вмешательства исследователя: метод помогает проранжировать объекты по степени привлекательности или успешности. Затем они экспертным образом должны быть разделены на классы по значению ИИ. Для решения поставленной задачи могут быть использованы следующие методы:

- *Метод  $k$ -средних и его модификации*

Метод основан на предположении о геометрической близости объектов друг к другу в  $P$ -мерном пространстве описательных показателей. При использовании метода для выявления оптимального количества классов необходим некий критерий оптимальности, задающий расстояние между центрами кластеров. Метод применен для выявления стран с высоким риском [8].

- *Ранжирование выборки по величине индекса, основанного на линейной свертке*

Для реализации метода необходимо ввести систему весов характеристик в итоговом индексе. Затем проранжированный по величине индекса массив исходных объектов может быть разделен на классы экспертным образом. Вариант ИИ, построенного с помощью метода главных компонент, использован в работе [9] для классификации стран по уровню социальной комфортности проживания населения.

- *Ранжирование по влиянию*

Исследователи Сан, Хан, Жао и др. [10] предложили алгоритм для построения рейтинга авторов научных статей. Суть метода заключается в следующем: среди всех объясняющих переменных выделяются более важные. Объектам с высоким значением более важных критериев присваивается более высокий ранг. Затем анализируются все объясняющие переменные для объектов с высоким рангом: чем больше вклад критерия в объект с высоким рангом, тем выше становится вес этого критерия во всей системе.

- *Ранжирование по правилу Борда*

Метод был использован для анализа эффективности работы региональных отделений банков [11]. Объекты ранжируются отдельно по каждому из критериев, а итоговый ранг получается посредством простого суммирования рангов по каждому критерию.

- *Классификация на основе линейной оптимизации весов*

Метод часто используется для разбиения сырья компании по степени важности в управлении запасами [12; 13]. Сначала последовательно решается задача линейного программирования для каждого объекта относительно весов, а затем на основе полученного вектора весов ранжируются рассматриваемые объекты.

- *Метод линстрат*

Стратификация происходит за счет объединения соседних проекций объектов на гиперплоскость, задаваемую весами критериев. Предложена реализация метода на данных библиометрических показателей журналов и стран [14].

- *Классификация по Парето*

На каждом шаге алгоритма в исходной выборке находятся недоминируемые объекты, объединяемые в единый класс. На следующем шаге объекты исключаются из рассмотрения, а процедура повторяется для оставшихся объектов. Метод давно и хорошо известен [15; 16; 17]. Можно указать работы, объектом рассмотрения которых является само соотношение Парето [18; 19], однако при исследовании качества жизни оно применяется сравнительно редко [20; 21].

Мы будем использовать классификацию по Парето.

#### **Классификация по Парето**

Пусть имеются два региона  $a$  и  $b$ , каждый из них обладает вектором характеристик  $x_i^a$  и  $x_i^b$ , где  $i = 1, \dots, p$  — отвечает за номер признака; всего в каждом регионе рассматриваются  $p$  признаков. Скажем, что объект  $a$  доминирует по Парето над объектом  $b$ , если одновременно выполняются два условия:

1.  $\forall i: x_i^a \geq x_i^b$ ,
2.  $\exists i: x_i^a > x_i^b$ .

Другими словами, регион  $a$  доминирует по Парето над регионом  $b$ , если по всем рассматриваемым признакам регион  $a$  не хуже региона  $b$  и при этом есть хотя бы один признак, по которому регион  $a$  строго превосходит регион  $b$ . Заметим, что между двумя произвольно выбранными объектами отношение доминирования Парето может и не существовать.

Пусть имеется  $n$  объектов (регионов), каждый из которых обладает вектором признаков  $\vec{x}_i$ . Объект  $a$  назовем оптимальным по Парето, если среди объектов выборки не существует объекта, доминирующего над  $a$ . Проверив каждый регион на доминирование по Парето, получим некоторое подмножество оптимальных по Парето регионов. Назовем это подмножество первым Парето-классом. Иными словами, регион входит в первый Парето-класс, если

нельзя указать другой регион, который по всем своим показателям не хуже, чем рассматриваемый, причем хотя бы по одному из показателей строго лучше.

Исключая регионы первого Парето-класса и выбирая Парето-оптимальные регионы из оставшихся, получаем подмножество регионов, образующих второй Парето-класс. Проводим процедуру до тех пор, пока в выборке остаются неклассифицированные регионы. Таким образом, в результате исходный набор регионов представляется в виде последовательности непересекающихся непустых подмножеств. При этом для каждого региона из более низкого (с более высоким номером) класса найдется хотя бы один регион из более высокого Парето-класса, который Парето-доминирует его.

Заметим, что заранее невозможно предсказать количество полученных Парето-классов. Так, в случае, когда все попарные ранговые коэффициенты корреляции близки к единице, разбиение на Парето-классы получается очень дробным, а количество классов близко к количеству регионов. В обратном вырожденном случае, когда есть хотя бы один близкий к минус единице попарный коэффициент ранговой корреляции, количество Парето-классов мало; вполне возможно, все регионы будут отнесены к единственному первому классу. На практике в задачах исследования качества жизни последняя ситуация невозможна, так как используемые переменные упорядочиваются «чем больше, тем качество жизни лучше», что определяет прямую ранговую связь между переменными и заведомо отличный от минус единицы коэффициент ранговой корреляции.

#### **Методология исследования**

Выделим основные этапы исследования:

- сбор данных;
- формирование апостериорного набора сгруппированных частных критериев;
- логическая унификация;
- Парето-классификация регионов внутри групп;
- Парето-классификация по классам всех групп.

Формирование апостериорного набора частных критериев основывается на отборе перечня частных показателей  $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}$ , которые получены из исходного априорного

(теоретического) перечня статистических показателей  $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(k)}$ , при условии  $k \geq p$ . Данный набор показателей должен достаточно полно характеризовать анализируемую синтетическую категорию качества жизни. Переменные, характеризующие близкие аспекты, объединяются в группы. Выделенные показатели называются частными критериями, а совокупность сгруппированных отобранных показателей качества жизни именуется апостериорным набором частных критериев [2].

Логическая унификация заключается в том, чтобы привести все данные в соизмеримый вид.

Данное преобразование позволяет:

- избавиться от влияния размера региона на значение критериев;
- проранжировать значения критериев по относительным, а не абсолютным характеристикам;
- сравнивать регионы между собой вне зависимости от размеров регионов.

Следующий шаг унификации широко распространен [2; 9]. Он заключается в переходе к  $[0; N]$  – балльным шкалам в измерении частных критериев качества жизни. При этом значение 0 соответствует самому низкому уровню качества жизни,  $N$  – самому высокому. В данном исследовании значение  $N$  составляет 10.

В случае если частный критерий  $x$  связан монотонно возрастающей зависимостью с интегральным свойством качества жизни (то есть чем больше значение  $x$ , тем выше его качественное значение), то унифицированная переменная рассчитывается по следующей формуле:

$$x_i = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \times N, \quad (2)$$

где  $x_{min}$  – наименьшее значение исходного показателя (самое худшее);

$x_{max}$  – наибольшее значение исходного показателя (самое лучшее).

В случае если частный критерий  $x$  связан монотонно убывающей зависимостью с интегральным свойством качества жизни (чем больше значение  $x$ , тем ниже его качественное значение), то унифицированная переменная рассчитывается следующим способом:

$$x_i = \frac{x_{max} - x}{x_{max} - x_{min}} \times N, \quad (3)$$

где  $x_{min}$  – наименьшее значение исходного показателя (самое худшее);

$x_{max}$  – наибольшее значение исходного показателя (самое лучшее).

Отметим, что результат Парето-классификации не изменится в случае, если вместо описанной выше общепринятой процедуры унификации ограничиться переходом к рангам с сортировкой по возрастанию для переменных, положительно влияющих на качество жизни, и с упорядочиванием по убыванию для остальных.

Далее по набору переменных внутри каждой из групп проводится Парето-классификация. В результате каждый регион получает номер класса, к которому он относится по данной группе переменных.

Затем осуществляется Парето-классификация на полученных результатах, что позволяет получить Парето-классы регионов на основе их внутригрупповых Парето-классов.

#### **Информационное обеспечение исследования**

Эмпирическая часть исследования основана на данных статистического сборника «Регионы России. Социально-экономические показатели. 2016». В сборнике содержится информация о развитии отраслей, секторов экономики за 2005–2016 гг. по субъектам РФ:

- занятость населения;
- уровень благосостояния и экономического положения населения;
- экологическая ситуация;
- развитость системы социального обеспечения;
- состояние малого предпринимательства;
- динамика уровня цен в потребительском и производственном секторах.

В дополнение использовалась информация сборника «Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации».

На основе описанного выше анализа показателей КЖ в соответствии с выдвинутыми С.А. Айвазяном в монографии [2, с. 78] требованиями о (а) релевантности, (б) информационной доступности и (в) информационной достоверности были выбраны 33 частных показателя, сгруппированных в пять базисных синтетических групп категорий, характеризующих жизнедеятельность населения в регионах.

1. Социально-демографические показатели: миграционный прирост, общие коэффициенты смертности, ожидаемая при рождении продолжительность жизни, коэффициенты миграционного прироста, численность рабочей силы, число зарегистрированных преступлений.

2. Экономические и финансовые показатели: среднедушевые доходы населения; валовой региональный продукт (ВРП); оборот розничной торговли, оборот оптовой торговли; инвестиции в основной капитал; оборот организаций; стоимость основных фондов.

3. Показатели инфраструктуры: отправление пассажиров автобусным транспортом; плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием; число больничных коек; стадионы с трибунами на 1500 мест и более; плоскостные спортивные сооружения; спортивные залы; плавательные бассейны; число профессиональных образовательных организаций, осуществляющих подготовку специалистов среднего звена; число образовательных организаций высшего образования; туристские фирмы; ввод в действие квартир; количество организаций, выполняющих научные исследования и разработки.

4. Экологические показатели: выбросы загрязняющих веществ стационарных источников в атмосферный воздух; улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников; использование свежей воды.

5. Показатели производства и добычи: число предприятий и организаций; добыча полезных ископаемых; обрабатывающие производства; производство и распределение электроэнергии, газа и воды; объем строительных работ.

#### **Результат Парето-классификации субъектов РФ (эмпирические результаты исследования)**

По итогам внутригрупповых Парето-классификаций в каждой из групп переменных регионы РФ стратифицировались на следующее число классов:

1. Социально-демографические показатели: 5 Парето-классов.

2. Экономические и финансовые показатели: 11 Парето-классов.

3. Показатели инфраструктуры: 7 Парето-классов.

4. Экологические показатели: 10 Парето-классов.

5. Показатели производства: 9 Парето-классов.

При надгрупповой Парето-классификации на основе сравнения регионов по их внутригрупповым классам регионы разделились на 10 классов. Подробные результаты стратификации для каждого рассмотренного региона указаны в *таблице 1*.

Остановимся подробнее на самом процессе Парето-классификации. Заметим, что, например, по группе «Финансово-экономические показатели», содержащей семь показателей, ровно три региона отнесены к первому классу. То есть по этим семи переменным у каждого из этих регионов не нашлось другого, который был бы не хуже (и в чем-то лучше). Если не учитывать эти три региона, то из остальных субъектов еще четыре региона можно назвать «лучшими из оставшихся», т. е. второй Парето-класс по данной группе образуют четыре региона. Аналогичным образом строится внутригрупповая классификация по каждой группе переменных.

Как видно из таблицы 1, на основе результатов внутригрупповых классификаций итоговая Парето-классификация распределила субъекты в десять классов. В первый, самый высший, Парето-класс входит всего один регион – Тюменская область. Она была отнесена к первому классу сразу во всех группах переменных. Второй класс состоит из пяти регионов: г. Москва, Краснодарский край, Ставропольский край, Ленинградская область, Республика Дагестан. Третий класс также содержит пять регионов: Московская и Ростовская области, Кабардино-Балкарская Республика, Республика Ингушетия, Чукотский автономный округ. Классы с четвертого по десятый состоят, соответственно, из 10, 14, 11, 13, 6, 11, 6 регионов.

#### **Обсуждение результатов**

Отметим, что при кардинально отличающейся методике ранжирования результаты в целом хорошо соотносятся с известными автору классификациями регионов. Так, субъекты, традиционно относимые к регионам-лидерам, в случае Парето-ранжирования расположены в верхних классах, в то время как обычно относимые к группе депрессивных – регионы-аутсайдеры – занимают преимущественно последние классы.

Таблица 1. Парето-классы регионов РФ по группам переменных и итоговый Парето-класс

Регион РФ	Внутригрупповые Парето-классы					Парето-класс региона
	Социально-демографические показатели	Экономические и финансовые показатели	Показатели инфраструктуры	Экологические показатели	Показатели производства	
Тюменская область	1	1	1	1	1	<b>1</b>
г. Москва	1	1	1	3	1	<b>2</b>
Краснодарский край	1	3	1	2	2	<b>2</b>
Ленинградская область	1	5	2	1	4	<b>2</b>
Республика Дагестан	1	5	2	1	4	<b>2</b>
Ставропольский край	1	5	2	1	4	<b>2</b>
Кабардино-Балкарская Республика	1	9	3	2	8	<b>3</b>
Московская область	1	2	1	3	2	<b>3</b>
Республика Ингушетия	1	11	3	1	9	<b>3</b>
Ростовская область	2	4	1	2	3	<b>3</b>
Чукотский автономный округ	3	1	5	5	8	<b>3</b>
Астраханская область	3	7	5	2	6	<b>4</b>
г. Санкт-Петербург	1	2	2	4	2	<b>4</b>
г. Севастополь	1	10	3	2	8	<b>4</b>
Красноярский край	2	4	2	3	2	<b>4</b>
Пермский край	4	4	3	2	3	<b>4</b>
Республика Башкортостан	2	4	1	6	3	<b>4</b>
Республика Калмыкия	3	11	6	1	9	<b>4</b>
Республика Татарстан	2	3	1	7	2	<b>4</b>
Свердловская область	2	3	1	7	2	<b>4</b>
Чеченская Республика	1	9	3	3	7	<b>4</b>
Белгородская область	1	5	2	6	4	<b>5</b>
Воронежская область	2	4	2	4	4	<b>5</b>
Камчатский край	2	3	6	4	7	<b>5</b>
Кемеровская область	4	5	2	4	2	<b>5</b>
Костромская область	4	9	4	2	7	<b>5</b>
Мурманская область	3	3	5	4	4	<b>5</b>
Нижегородская область	2	4	2	5	3	<b>5</b>
Оренбургская область	3	5	3	4	3	<b>5</b>
Республика Адыгея	1	9	3	3	8	<b>5</b>
Республика Саха (Якутия)	2	3	4	8	3	<b>5</b>
Республика Северная Осетия	2	10	2	3	7	<b>5</b>
Сахалинская область	4	2	6	5	2	<b>5</b>
Тверская область	4	7	3	3	5	<b>5</b>
Хабаровский край	4	3	4	5	4	<b>5</b>
Курская область	2	7	2	4	5	<b>6</b>
Магаданская область	4	2	7	6	7	<b>6</b>
Новосибирская область	2	5	2	7	3	<b>6</b>
Орловская область	4	8	3	3	8	<b>6</b>
Республика Алтай	2	11	6	3	9	<b>6</b>
Республика Крым	2	6	2	4	6	<b>6</b>

Окончание таблицы 1

Регион РФ	Внутригрупповые Парето-классы					Парето-класс региона
	Социально-демографические показатели	Экономические и финансовые показатели	Показатели инфраструктуры	Экологические показатели	Показатели производства	
Самарская область	3	4	2	6	3	<b>6</b>
Саратовская область	2	6	3	5	4	<b>6</b>
Тульская область	1	6	2	6	5	<b>6</b>
Удмуртская Республика	3	6	3	4	4	<b>6</b>
Челябинская область	2	4	2	8	3	<b>6</b>
Алтайский край	3	6	2	7	5	<b>7</b>
Архангельская область	3	4	4	7	4	<b>7</b>
Владимирская область	3	7	2	4	5	<b>7</b>
Иркутская область	3	5	3	6	3	<b>7</b>
Калининградская область	2	7	3	4	5	<b>7</b>
Калужская область	2	7	2	5	5	<b>7</b>
Липецкая область	2	6	2	9	5	<b>7</b>
Омская область	3	5	2	8	4	<b>7</b>
Приморский край	3	4	4	7	4	<b>7</b>
Республика Коми	4	4	5	7	3	<b>7</b>
Рязанская область	1	7	3	7	6	<b>7</b>
Томская область	2	6	4	7	5	<b>7</b>
Ярославская область	3	6	3	5	5	<b>7</b>
Брянская область	4	7	2	8	7	<b>8</b>
Волгоградская область	3	5	3	6	4	<b>8</b>
Пензенская область	2	7	3	5	6	<b>8</b>
Республика Марий Эл	2	9	4	4	7	<b>8</b>
Смоленская область	3	7	3	5	5	<b>8</b>
Чувашская Республика	2	8	2	5	6	<b>8</b>
Амурская область	5	5	5	10	4	<b>9</b>
Вологодская область	4	5	4	8	5	<b>9</b>
Еврейская автономная область	5	9	6	4	9	<b>9</b>
Ивановская область	3	8	2	6	7	<b>9</b>
Карачаево-Черкесская Республика	2	10	4	4	8	<b>9</b>
Кировская область	4	7	4	6	6	<b>9</b>
Псковская область	3	9	4	5	7	<b>9</b>
Республика Бурятия	2	8	5	5	6	<b>9</b>
Республика Мордовия	2	8	3	7	7	<b>9</b>
Тамбовская область	3	6	3	7	7	<b>9</b>
Ульяновская область	3	7	3	7	5	<b>9</b>
Забайкальский край	4	8	5	6	6	<b>10</b>
Курганская область	5	8	4	7	7	<b>10</b>
Новгородская область	4	8	4	8	5	<b>10</b>
Республика Карелия	4	8	5	6	6	<b>10</b>
Республика Тыва	3	11	6	4	8	<b>10</b>
Республика Хакасия	3	9	5	9	6	<b>10</b>

Сравним полученные результаты с результатами известных автору работ. Б.М. Гринчель и Е.А. Назарова приводят балльные обобщенные оценки уровня качества жизни по регионам России [22, с. 118]. В исследовании министерства экономического развития [23] А.О. Польшнев, И.В. Гришина и С.А. Тимонин для вычисления индикаторов КЖ используют методологию С.А. Айвазяна, примененную к более поздним данным. Наконец, в феврале

2019 года агентство «РИА Рейтинг» выпустило рейтинг регионов России по качеству жизни населения<sup>1</sup>. Рейтинги построены по разным методикам на данных социально-экономического состояния регионов РФ за 2014–2018 гг. При этом не все исследования совпадают по набору регионов – так, например, в более ранних из них отсутствуют данные по Республике Крым и городу Севастополю. Результаты классификаций сведены в *таблицу 2*.

Таблица 2. Результаты различных классификаций регионов РФ

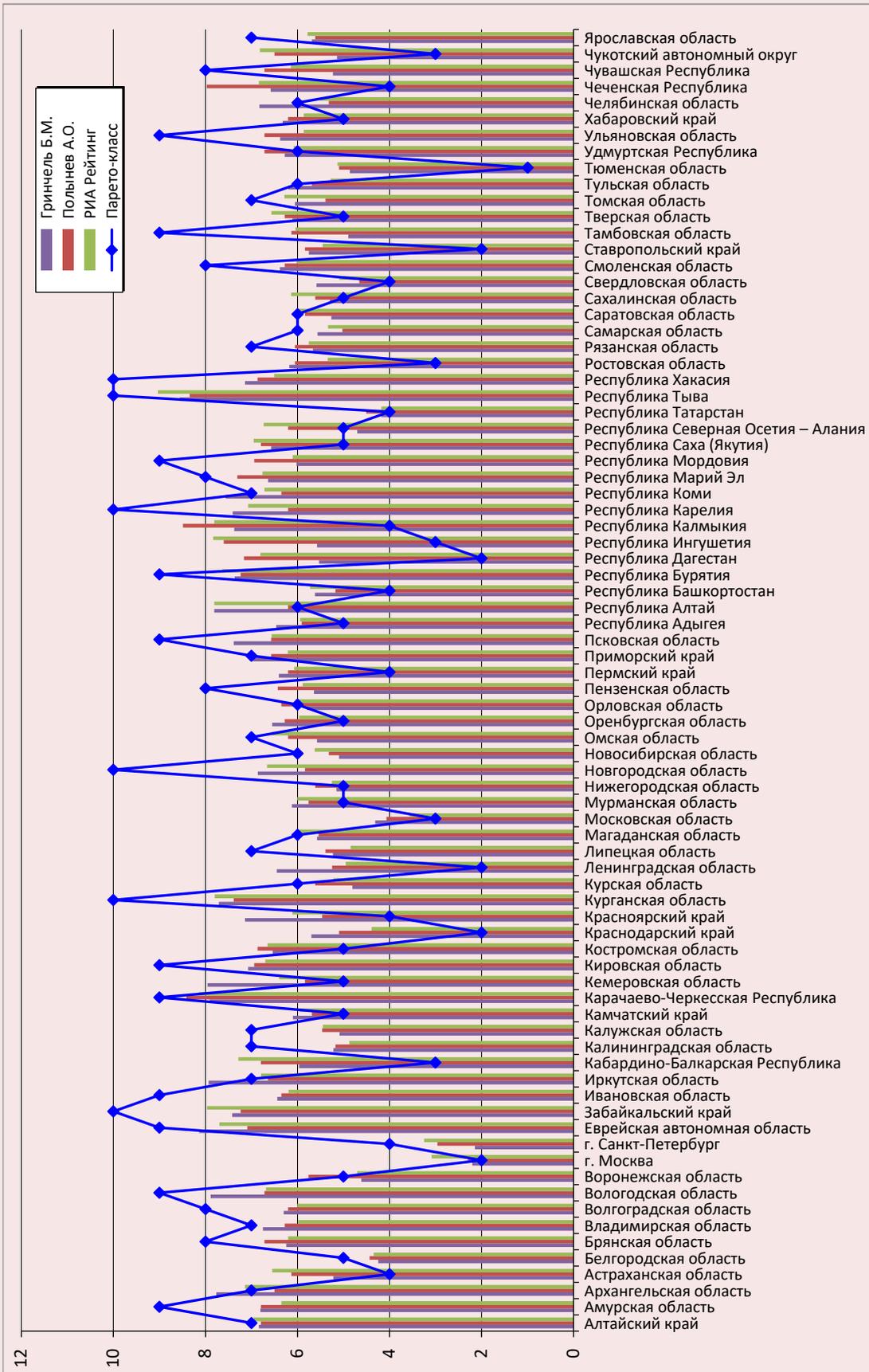
Регион РФ	по Парето	Б.М. Гринчель		А.О. Польшнев		РИА Рейтинг	
	класс (из 10)	значение рейтинга	ранг (из 80)	значение рейтинга	ранг (из 80)	значение рейтинга	ранг (из 80)
Алтайский край	7	6,8	60	6,8	62	6,9	68
Амурская область	9	6,8	58	6,8	62	6,3	49
Архангельская область	7	7,8	73	6,5	52	7,1	70
Астраханская область	4	5,2	15	6,1	35	6,5	52
Белгородская область	5	4,2	4	4,4	4	4,3	5
Брянская область	8	6,2	42	6,7	57	6,2	46
Владимирская область	7	6,8	57	6,3	44	6,0	31
Волгоградская область	8	6,3	44	6,2	37	6,0	34
Вологодская область	9	7,9	75	6,7	57	6,7	58
Воронежская область	5	4,6	6	5,8	26	4,7	7
г. Москва	2	2,2	2	2,3	1	3,1	1
г. Санкт-Петербург	4	2,1	1	3,0	2	3,2	2
Еврейская автономная область	9	8,1	79	7,1	70	7,7	73
Забайкальский край	10	7,4	70	7,2	72	8,0	78
Ивановская область	9	6,4	49	6,4	48	6,2	45
Иркутская область	7	7,9	77	6,6	56	6,8	63
Кабардино-Балкарская Республика	3	6,0	34	6,8	62	7,3	71
Калининградская область	7	5,2	15	5,2	10	4,9	9
Калужская область	7	5,1	11	5,5	17	5,4	18
Камчатский край	5	6,1	37	5,7	24	6,0	29
Карачаево-Черкесская Республика	9	7,9	76	8,4	79	8,1	79
Кемеровская область	5	8,0	78	5,8	28	6,4	50
Кировская область	9	7,1	63	6,9	68	6,7	59
Костромская область	5	6,5	52	6,9	66	6,7	56
Краснодарский край	2	5,7	31	5,1	8	4,4	6
Красноярский край	4	7,1	64	5,5	17	6,1	42
Курганская область	10	7,7	72	7,4	75	7,8	74
Курская область	6	4,8	8	5,6	20	5,2	13
Ленинградская область	2	6,5	50	5,2	12	5,0	10
Липецкая область	7	5,2	17	5,4	15	4,8	8
Магаданская область	6	5,6	23	5,5	19	6,0	32
Московская область	3	4,3	5	4,1	3	3,6	3
Мурманская область	5	6,1	39	5,8	26	6,0	33

<sup>1</sup> РИА Рейтинг. Рейтинг регионов РФ по качеству жизни – 2018. URL: [http://vid1.rian.ru/ig/ratings/life\\_2018.pdf](http://vid1.rian.ru/ig/ratings/life_2018.pdf)

Окончание таблицы 2

Регион РФ	по Парето	Б.М. Гринчель		А.О. Польшнев		РИА Рейтинг	
	класс (из 10)	значение рейтинга	ранг (из 80)	значение рейтинга	ранг (из 80)	значение рейтинга	ранг (из 80)
Нижегородская область	5	5,2	14	5,6	20	5,3	14
Новгородская область	10	6,9	61	5,8	28	6,7	57
Новосибирская область	6	5,1	12	5,3	13	5,6	21
Омская область	7	5,6	23	6,2	37	6,6	53
Оренбургская область	5	6,6	53	6,3	44	6,0	30
Орловская область	6	5,8	33	6,4	48	6,0	38
Пензенская область	8	5,6	28	6,4	51	5,9	27
Пермский край	4	6,4	48	6,2	37	6,1	39
Приморский край	7	7,0	62	6,6	54	6,2	47
Псковская область	9	7,4	68	6,6	54	6,6	54
Республика Адыгея	5	6,5	51	5,9	32	5,9	28
Республика Алтай	6	7,8	74	6,2	37	7,8	75
Республика Башкортостан	4	5,6	27	5,2	10	5,7	22
Республика Бурятия	9	7,4	66	7,2	72	7,6	72
Республика Дагестан	2	5,5	21	7,2	71	6,8	64
Республика Ингушетия	3	5,6	23	7,6	76	7,8	77
Республика Калмыкия	4	7,4	67	8,5	80	7,8	76
Республика Карелия	10	7,4	69	6,2	37	7,1	69
Республика Коми	7	7,6	71	6,4	48	6,7	60
Республика Марий Эл	8	6,6	56	7,3	74	6,8	62
Республика Мордовия	9	6,0	35	6,9	68	6,1	41
Республика Саха (Якутия)	5	6,6	54	6,8	62	6,9	67
Республика Северная Осетия	5	4,7	7	6,2	37	6,7	61
Республика Татарстан	4	4,2	3	4,5	5	4,2	4
Республика Тыва	10	8,6	80	8,3	78	9,0	80
Республика Хакасия	10	7,1	64	6,9	66	6,5	51
Ростовская область	3	6,2	40	6,1	33	5,3	17
Рязанская область	7	5,7	29	6,1	33	5,8	23
Самарская область	6	5,6	22	5,0	7	5,3	16
Саратовская область	6	5,3	19	5,8	28	6,0	35
Сахалинская область	5	5,3	20	5,6	20	6,1	43
Свердловская область	4	5,6	26	4,7	6	5,1	11
Смоленская область	8	6,4	47	6,3	44	6,0	36
Ставропольский край	2	5,8	32	5,8	28	5,5	19
Тамбовская область	9	4,9	10	6,1	35	6,0	37
Тверская область	5	6,1	38	6,3	44	6,6	55
Томская область	7	6,1	36	5,4	15	6,3	48
Тульская область	6	6,2	41	5,7	24	5,3	15
Тюменская область	1	4,9	9	5,1	8	5,1	12
Удмуртская Республика	6	6,3	43	6,7	57	6,1	40
Ульяновская область	9	6,4	46	6,7	57	5,9	25
Хабаровский край	5	6,3	45	6,2	37	5,9	26
Челябинская область	6	6,8	59	5,3	13	5,5	20
Чеченская Республика	4	6,6	55	8,0	77	6,8	66
Чувашская Республика	8	5,2	17	6,7	57	6,1	44
Чукотский автономный округ	3	5,1	13	6,5	52	6,8	65
Ярославская область	7	5,7	30	5,6	20	5,8	24

Значения Парето-класса и приведенных рейтингов по стандартным методикам



В вертикальных столбцах даны значения рейтингов регионов, оцененных как линейные свертки. Помятая линия – результаты классификации регионов РФ на основе отношения Парето.

Корреляционная матрица показывает очень высокую согласованность между рейтингами регионов РФ, вычисленными в соответствии с традиционными методиками (табл. 3).

Таблица 3. Корреляционная матрица

	Парето-класс	Б.М. Гринчель	А.О. Польнев	РИА Рейтинг
Парето-класс	1			
Б.М. Гринчель	-0,51	1		
А.О. Польнев	-0,44	0,72	1	
РИА Рейтинг	-0,46	0,78	0,88	1

Результат классификации по Парето чуть больше отличается от них. Отрицательный знак коэффициента корреляции легко объясним: чем меньше Парето-класс, тем выше индекс качества жизни. Посмотрим подробнее на отличия. Поскольку результаты получены в различных шкалах, то для удобства восприятия приведем результаты рейтингования к соизмеримым величинам путем линейного сдвига<sup>2</sup> (рисунок).

Видно, что при очень хорошей согласованности между рейтингами, оцененными по общепринятой методике, классификация по Парето в целом согласуется с ними по динамике, по подавляющему большинству регионов получены близкие результаты.

Однако классификация по Парето привела и к нехарактерным результатам. Так, г. Москва и Тюменская область, традиционно относящиеся к регионам-лидерам, расположились в различных классах. Тюменская область превосходит столицу по показателям экологии, по остальным условиям субъекты идентичны. В связи с этим Тюменская область попала в более высокий Парето-класс. Аналогичным образом объясняется различие Парето-классов Республики Дагестан и Республики Ингушетии. Несмотря на равенство результатов в группах «Социально-демографические пока-

затели» и «Экологические показатели» и незначительное (в абсолютном выражении) превосходство по другим группам переменных между республиками возникает соотношение Парето, определяющее различие в классах регионов. Относительно высокое место в рейтинге заняли кавказские республики – Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкария: при высоком классе в группах «Социально-демографические переменные» и «Переменные экологии» они имеют всего один или два уровня Парето-доминирующих регионов.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использовать алгоритмы Парето-классификации в качестве способа работы с порядковыми данными, а также способа получить числовые характеристики в ситуации, когда по каким-либо признакам известно лишь отношение порядка. Подход к классификации на основе отношения Парето может быть использован и при принятии управленческих решений, поскольку в отличие, например, от нейронных сетей известен не только результат, но и сохраняется информация о причинах такого класса, в частности, какая именно группа переменных способствовала попаданию в более низкий класс и, соответственно, какой именно сфере стоит уделить дополнительное внимание.

Подводя итог, можно сказать, что, несмотря на принципиально другой подход, результаты Парето-классификации регионов РФ в целом согласуются с результатами традиционных рейтингов, при этом обладая неоспоримыми преимуществами. Так, предложенный метод способен успешно работать на данных, измеренных в порядковых шкалах (т. е. рассматривая лишь информацию о том, кто лучше в каждой паре по выбранному показателю), без использования абсолютных значений. Основной используемой операцией является бинарное умножение, поэтому высока скорость выполнения алгоритма даже на устаревших вычислительных машинах. Отметим также, что Парето-классификация не является распространенным методом, ее алгоритм не имеет встроенной реализации ни в одном из известных автору пакетов обработки данных, что в свою очередь препятствует его широкому распространению.

<sup>2</sup> Получены как результат МНК оценки Парето-классов по соответствующему рейтингу. Наклон и сдвиг имеют значения -0,11 и 11,2; -7,37 и 12,6; -0,1 и 10,6 соответственно для каждого сравниваемого рейтинга.

## Литература

1. Easterlin R.A. Does Economic Growth Improve the Human Lot? Some Empirical Evidence. P.A. David, M.W. Reder. *Nations and Households in Economic Growth: Essays in Honor of Moses Abramowitz*. N.Y.: Academic Press, 1974, pp. 89–125. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-205050-3.50008-7>
2. Айвазян С.А. Анализ качества и образа жизни населения / Центральный экономико-математический институт РАН. М.: Наука, 2012. 432 с. (Экономическая наука современной России). ISBN 978-5-02-037968-8
3. Айвазян С.А. Россия в межстрановом анализе синтетических категорий качества жизни населения. Ч. 1. Методология анализа и пример ее применения // Мир России. Социология. Этнология. 2001. № 4. С. 59–96.
4. Жгун Т.В. Построение интегральной характеристики качества жизни субъектов Российской Федерации с помощью метода главных компонент // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2017. Т. 10. № 2. С. 214–235. DOI: 10.15838/esc.2017.2.50.12
5. Кислицына О.А. Измерения качества жизни/благополучия: международный опыт. М.: Институт экономики РАН, 2016. 62 с. ISBN 978-5-9940-0541-5
6. Мкртчян Н.В., Карачурина Л.Б. Миграция в России: потоки и центры притяжения // Демоскоп Weekly. 2014. № 595–596. URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2014/0595/tema01.php>
7. Минц В. О факторах динамики цен на жилую недвижимость // Вопросы экономики. 2007. № 2. С. 111–121.
8. Smet Yves De, Linett Montano Guzmán. Towards multicriteria clustering: An extension of the k-means algorithm. *European Journal of Operational Research*, 2004, no. 158 (2), pp. 390–398. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.06.012>
9. Лещайкина М.В. Межстрановой эконометрический анализ социальной комфортности проживания населения // Прикладная эконометрика. 2014. № 36 (4). С. 102–117.
10. Sun Y., Han Jiawei, Zhao Peixiang, Yin Zhijun, Cheng Hong, Wu Tianyi. RankClus: integrating clustering with ranking for heterogeneous information network analysis. *Proceedings of the 12th International Conference on Extending Database Technology: Advances in Database Technology*, 2009, pp. 565–576.
11. Aleskerov F., Ersel H., Yolalan R. Multicriterial ranking approach for evaluating bank branch performance. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 2004, vol. 3, no. 2, pp. 321–335. URL: <https://doi.org/10.1142/S021962200400101X>
12. Ramanathan R. ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization. *Computers & Operations Research*, 2006, vol. 33, no. 3, pp. 695–700. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2004.07.014>
13. Douissa M.R., Jabeur K. A New Model for Multi-criteria ABC Inventory Classification: PROAFTN Method. *Procedia Computer Science*, 2016, iss. 96, pp. 550–559. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.08.233>
14. Орлов М.А. Алгоритм формирования многокритериальной стратификации // Бизнес-информатика. 2014. № 4 (30). С. 24–35.
15. Buchanan J.M. The relevance of Pareto optimality. *Journal of conflict resolution*, 1962, vol. 6, no. 4. С. 341–354.
16. Rodríguez J.D., Lozano J.A. Multi-objective learning of multi-dimensional Bayesian classifiers. *Eighth International Conference on Hybrid Intelligent Systems*, 2008, pp. 501–506. DOI: 10.1109/HIS.2008.143
17. Satchidananda Dehuri, Sung Bae Cho. Multi-objective Classification Rule Mining Using Gene Expression Programming. *2008 Third International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology*. Busan, 2008, pp. 754–760. DOI: 10.1109/ICCIT.2008.27
18. Talukder A.K.M., Deb K., Blank J. Visualization of the boundary solutions of high dimensional pareto front from a decision maker's perspective. *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion*, 2018, July, pp. 201–202. DOI: 10.1145/3205651.3205782
19. Désilles, A., Zidani, H. Pareto Front Characterization for Multiobjective Optimal Control Problems Using Hamilton--Jacobi Approach. *SIAM Journal on Control and Optimization*, 2019, no. 57(6), pp. 3884–3910. [doi.org/10.1137/18M1176993](https://doi.org/10.1137/18M1176993).
20. Shakin V.V. Pareto classification of the Finite Sample Sets, Applications of Multivariate Statistical Analysis in Economics and Assessment of Production Quality. *Proceedings of V Scientific Conference of CIS States*, RAS CEMI, 1993.

21. Kolenikov S. *The Methods of the Quality of Life Assessment*. NES, 1999.
22. Гринчель Б.М., Назарова Е.А. Типология регионов по уровню и динамике повышения качества жизни // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2015. № 3. С. 111–125. DOI: 10.15838/esc.2015.3.39.9
23. Полынев А.О., Гришина И.В., Тимонин С.А. Качество жизни населения регионов России: методология исследования и результаты комплексной оценки // Современные производительные силы. От догоняющего к опережающему развитию. 2012. № 1. С. 70–84.

### Сведения об авторе

Алексей Алексеевич Мироненков – старший преподаватель кафедры, Московская школа экономики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (119991, Российская Федерация, г. Москва, Ленинские Горы, д. 1, стр. 61; e-mail: mironenkov@mse-msu.ru)

Mironenkov A.A.

### Hierarchical Pareto Classification of the Russian Regions by the Population's Quality of Life Indicators

**Abstract.** Improving population's quality of life is a key goal of the state. In this regard, it is very important to correctly measure its level and, accordingly, classify the country's regions by quality of life indicators. Most research in this area involves dividing variables into groups, unifying variables in each group and building an integral indicator, grouping or clustering objects as a linear convolution of variables with weights. Such approaches have their drawbacks due to the subjectivity of expert estimates, instability of the coefficients of the main component, inability to work with ordinal data, etc. Thus, the purpose of this study is to build a methodology for classifying the regions of the Russian Federation by quality of life indicators devoid of the above disadvantages. The proposed method is based on the concept of Pareto optimality well-known in Economics according to which all the regions are divided into disjoint classes. After dividing variables into groups we recommend using Pareto class as a representative of the category instead of the traditional unification and construction of intra-group convolutions, which is obtained after the intra-group Pareto classification, and building the final Pareto classification of the regions of the Russian Federation on the basis of the obtained intra-group Pareto classes. The advantage of the proposed approach is that it can be applied on the ordinal data, that is, when some variables are characterized only by their order and there are no exact values for each region. In addition, the algorithm is undemanding for computing power and does not use expert estimates, except for the selection of research variables. The main results of the study are the construction of a classification of the Russian Federation regions by quality of life indicators, comparison with traditional approaches and analysis of the features of the proposed methodology.

**Key words:** regional ranking, population's quality of life indicators, stratification, Pareto ratio, Pareto dominance, Pareto classification, Pareto optimum, quality of life.

### Information about the Author

Alexey A. Mironenkov – Senior Teacher, Moscow School of Economics of the Moscow State University named after M.V. Lomonosov (61/1, Leninskie Gory Street, Moscow, 119991, Russian Federation; e-mail: mironenkov@mse-msu.ru)

Статья поступила 31.10.2019.