

УДК 311

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ
УРОВНЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ РФ****Д.А. Борzych**

Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики

E-mail: dborzykh@hse.ru

Предлагаемая вниманию статья посвящена анализу динамики уровня здоровья населения России по региональным данным за 2005–2013 гг. При этом уровень здоровья населения региона понимается как композитный индекс, построенный на основе индекса продолжительности жизни и индекса уровня заболеваемости для данного региона. В статье предложен способ измерения уровня здоровья страны в целом, как выборочная функция распределения, построенная по значениям композитного индекса здоровья населения для регионов. Также предложена методика определения динамики изменения здоровья населения России, основанная на принципе стохастического доминирования второго порядка для выборочных функций распределения. Помимо этого предложен способ разбиения регионов России на кластеры, состоящие из схожих регионов по динамике уровня здоровья населения. Предложенные в статье подходы могут быть использованы: 1) для определения динамики уровня здоровья населения по стране в целом, 2) для выявления регионов с низким уровнем здоровья населения, нуждающихся в поддержке.

Ключевые слова: регионы России, здоровье населения, композитный индекс, выборочная функция распределения, стохастическое доминирование второго порядка, кластеризация.

**QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE DYNAMICS
OF POPULATION HEALTH OF THE RUSSIAN FEDERATION****D.A. Borzykh**

National Research University Higher School of Economics

E-mail: dborzykh@hse.ru

The article provides an analysis of the dynamics of the level of health of the Russian population. The level of population health is understood as a composite index constructed on the basis of life expectancy index and morbidity index. We use regional data of the period 2005–2013. In the article a method of measuring the health of the population not for a given region, but for the county population as a whole, is proposed. Also the technique for identification of dynamics of health of the Russian population is given. This technique is based on the principle of stochastic dominance of second order for sample distribution functions of index of population health for regions. In addition, a method of partitioning regions of Russia into clusters, consisting of similar regions on the dynamics of health, is given. The proposed approaches can be used to monitor the health of the population in order to: 1) determine the dynamics of the level of health of the Russian population in the whole country, 2) identify regions with low levels of health that need support.

Keywords: Russian regions, population health, the composite index, sample distribution function, second-order stochastic dominance, clustering.

Мониторинг здоровья населения является важной и актуальной задачей, представляющей интерес для широкого круга специалистов. Это подтверждается рядом публикаций [3–6, 8–11, 13–15]. Учитывая широту охвата темы, не удивительно, что в указанных работах авторы исследуют различ-

ные аспекты, связанные со здоровьем населения и решают самые разные задачи. В предлагаемой статье рассматриваются две возможные постановки задач такого рода:

1) задача о построении характеристики, которая отражала бы уровень состояния здоровья населения не какого-то отдельно взятого региона России, а уровень состояния здоровья населения страны в целом;

2) задача о выделении групп регионов со схожей динамикой уровня здоровья населения.

Насколько известно, подобные постановки ранее не рассматривались.

При решении обеих задач использовался композитный индекс здоровья населения региона, предложенный автором в [3] и описанный в разделе 1 данной статьи. В дальнейшем под уровнем здоровья населения региона понимается значение этого индекса для данного региона.

Итак, для каждого региона $i \in \{1, \dots, 79\}$ (из рассматриваемых в работе 79 регионов России) и для каждого года $t \in \{2005, \dots, 2013\}$ имеем значение композитного индекса $I_{i,t}$ здоровья населения региона. Это обстоятельство дает возможность определить уровень здоровья населения (всей страны) в году t как выборочную функцию распределения $\hat{F}_t$, построенную по значениям индекса здоровья населения $I_{1,t}, \dots, I_{79,t}$ в регионах $1, \dots, 79$ в году t .

При этом сравнение уровня здоровья населения страны в разные годы s и t предлагается выполнять с помощью принципа стохастического доминирования второго порядка [12, с. 30]. А именно, если выборочная функция распределения $\hat{F}_t$ стохастически доминирует функцию распределения $\hat{F}_s$ в смысле стохастического доминирования второго порядка, будем считать, что уровень здоровья населения страны в году t выше, чем уровень здоровья населения этой же страны в году s .

На основе данного принципа в разделе 2 проведен анализ динамики здоровья населения России. Анализ показал, что с 2005 по 2008 г. произошло существенное снижение уровня здоровья населения РФ; в 2008–2010 гг. наблюдался более существенный рост здоровья населения РФ; в последние годы с 2010 по 2013 г. мы отмечаем не столь сильное, но все же последовательное снижение уровня здоровья населения.

На основе композитного индекса здоровья населения регионов, помимо описанных результатов, было выделено пять групп (кластеров) регионов со схожей динамикой индекса здоровья населения. Составы этих кластеров приведены в разделе 3. Каждый кластер получил словесное описание, соответствующее уровню здоровья населения. Данный анализ интересен тем, что он позволяет выделить группы регионов с низким уровнем здоровья населения, нуждающихся в поддержке со стороны соответствующих государственных органов.

1. МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНДЕКСА ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА

Излагаемая в этом разделе методология построения индекса здоровья населения региона была предложена в [3] и апробирована при решении задачи рейтингования регионов России по уровню здоровья населения. Тем не

менее для удобства читателей и большей замкнутости изложения уместно воспроизвести основные моменты построения композитного индекса здоровья населения из работы [3].

Композитный индекс здоровья населения рассчитывается на основе двух вспомогательных индексов. Это индекс заболеваемости и индекс продолжительности жизни. В свою очередь, каждый из этих индексов вычисляется на основе ряда показателей.

1. Показатели, определяющие *индекс заболеваемости*:

- некоторые инфекционные и паразитарные болезни,
- новые образования,
- болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм,
- болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ,
- болезни нервной системы,
- болезни глаза и его придаточного аппарата,
- болезни уха и сосцевидного отростка,
- болезни системы кровообращения,
- болезни органов дыхания,
- болезни органов пищеварения,
- болезни кожи и подкожной клетчатки,
- болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани,
- болезни мочеполовой системы,
- врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения,
- травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин.

2. Показатели, определяющие *индекс продолжительности жизни*:

- ожидаемая продолжительность жизни мужчин,
- ожидаемая продолжительность жизни женщин.

Теперь перейдем к методологии расчета описанных выше индексов. Пусть индекс I состоит из показателей $X^{(1)}, \dots, X^{(k)}$. В этом случае он определяется как среднее взвешенное значение *нормализованных показателей* $Z^{(1)}, \dots, Z^{(k)}$:

$$I = w_1 Z^{(1)} + \dots + w_k Z^{(k)}. \quad (1)$$

Веса $w_1, \dots, w_k$ в формуле (1) вычисляются как отношения

$$w_j := \frac{v_j}{v_1 + \dots + v_k}, \quad j = 1, \dots, k,$$

в которых величины $v_1, \dots, v_k$ рассчитываются по формулам

$$v_j = \frac{\text{med} |X^{(j)} - \text{med } X^{(j)}|}{\text{med } X^{(j)}}, \quad j = 1, \dots, k, \quad (2)$$

где $\text{med}(\cdot)$ – выборочная медиана.

Нормализованные показатели $Z^{(1)}, \dots, Z^{(k)}$ определяются следующим образом:

$$Z^{(j)} := \begin{cases} \frac{X^{(j)} - \min X^{(j)}}{\max X^{(j)} - \min X^{(j)}}, & \text{чем больше показатель } X^{(j)}, \text{ тем лучше,} \\ \frac{\max X^{(j)} - X^{(j)}}{\max X^{(j)} - \min X^{(j)}}, & \text{чем меньше показатель } X^{(j)}, \text{ тем лучше.} \end{cases}$$

Отметим, что величина

$$\frac{\text{med} |X^{(j)} - \text{med } X^{(j)}|}{\text{med } X^{(j)}},$$

участвующая в формуле (2), представляет собой робастный (т.е. устойчивый к выбросам) аналог коэффициента вариации, который определяется как отношение стандартного отклонения случайной величины и ее математического ожидания $\sqrt{D[X]} / E[X]$. В самом деле, числитель $\text{med} |X^{(j)} - \text{med } X^{(j)}|$ есть робастный аналог стандартного отклонения $\sqrt{D[X]}$, а знаменатель $\text{med } X^{(j)}$ – это робастный аналог математического ожидания $E[X]$.

Для вычисления композитного индекса здоровья населения применяется та же процедура, что описана выше по отношению к индексам. Только теперь вместо показателей нужно использовать индексы: индекс продолжительности жизни и индекс уровня заболеваемости.

Анализируя формулы (1) и (2), можно заметить, что при построении индексов действует принцип – чем выше изменчивость показателя, тем большая значимость придается данному показателю в индексе.

Этот подход основан на следующем соображении: если значение некоторого показателя для всех регионов одно и то же, то по этому показателю нельзя предпочесть ни один регион по отношению к другим. Аналогичная логика применима и в случае, если рассматриваемый показатель не является константой, но меняется достаточно слабо.

Отметим, что используемый в работе подход, несмотря на существенные технические отличия, идейно очень близок к методу главных компонент [1, гл. 13, § 13.2]. Так же, как и метод главных компонент, он основан на принципе максимизации изменчивости некоторых переменных.

Главное отличие состоит в том, что в методе главных компонент максимизируется изменчивость (выборочная дисперсия) не исходных показателей, а их линейных комбинаций. Из этих линейных комбинаций, собственно, и получаются так называемые главные компоненты. Поскольку коэффициенты в главных компонентах могут получаться отрицательными, зачастую возникают трудности интерпретации получаемых результатов.

О применении метода главных компонент к измерению качества жизни региона на основе синтетических категорий можно прочитать, например, в работе [2].

В нашем исследовании используется другой подход. Его достоинствами являются простота интерпретации результатов и свойство динамической устойчивости [3].

2. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ УРОВНЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ

В начале этого раздела проведем грубый предварительный анализ динамики здоровья населения России, основанный на динамике выборочного среднего для индекса здоровья населения по регионам РФ. На рис. 1 приведена динамика усредненного (по всем регионам) индекса здоровья населения в 2005–2013 гг.

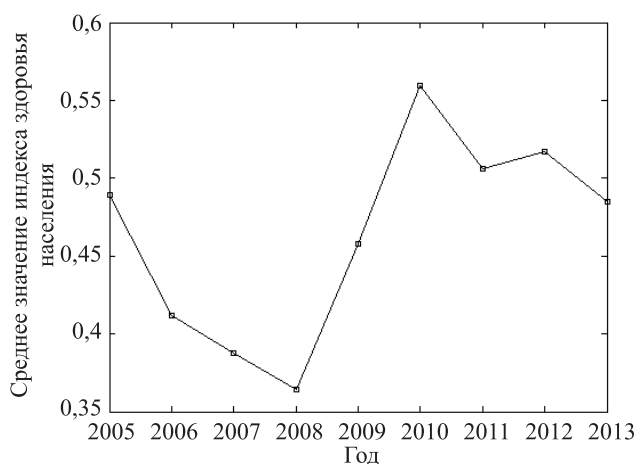


Рис. 1. Динамика усредненного (по всем регионам) индекса здоровья населения России

С 2005 по 2008 г. наблюдался существенный спад уровня здоровья населения регионов РФ. Вслед за спадом в 2008–2010 гг. произошел значительный подъем, а в 2010–2013 гг. снова наметилась тенденция к снижению уровня здоровья населения регионов РФ. Более того, в 2013 г. среднее значение индекса достигло уровня 2005 г. Тем не менее, несмотря на негативную тенденцию к снижению в последние годы, среднее значение здоровья населения в 2010–2013 гг. остается сравнительно высоким, если в сравнение брать предысторию за 2005–2009 гг.

В данной статье не приводится анализ динамики здоровья населения, основанный на поведении выборочного среднего для индекса здоровья населения регионов РФ, а предлагается анализ, учитывающий всю выборочную функцию распределения для данного индекса.

Для каждого региона $i \in \{1, \dots, 79\}$ (из рассматриваемых в работе 79 регионов России) и для каждого года $t \in \{2005, \dots, 2013\}$ имеем значение композитного индекса $I_{i,t}$ здоровья населения региона. Определим уровень здоровья населения (всей страны) в году t как выборочную функцию распределения $\hat{F}_t$, построенную по значениям индекса здоровья населения $I_{1,t}, \dots, I_{79,t}$ в регионах 1, ..., 79 в году t .

При этом сравнение уровня здоровья населения страны в разные годы s и t предлагается осуществлять с помощью принципа стохастического доминирования второго порядка [12, с. 30]. А именно, если выборочная функция распределения $\hat{F}_t$ стохастически доминирует функцию распределения $\hat{F}_s$ в

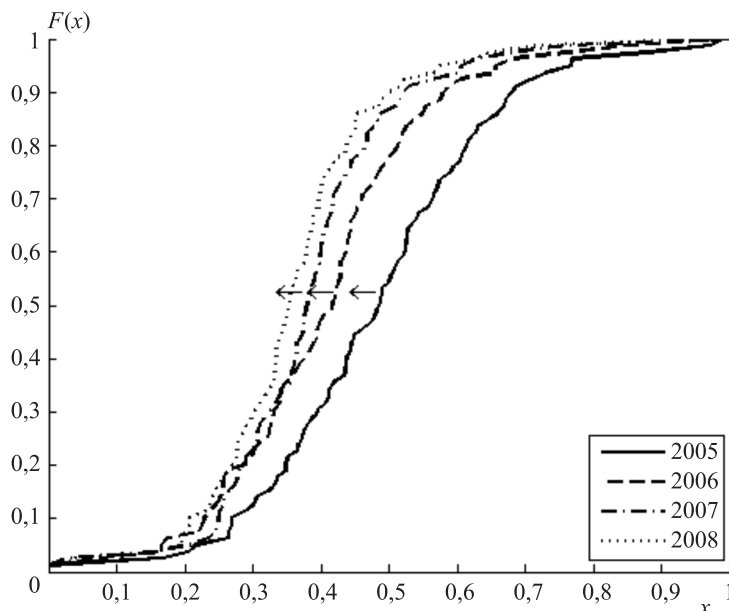


Рис. 2. Сдвиг влево выборочных функций распределения индекса здоровья населения в 2005–2008 гг.

смысле стохастического доминирования второго порядка¹, считается, что уровень здоровья населения страны в году t выше, чем уровень здоровья населения этой же страны в году s .

По имеющимся данным о значениях композитного индекса здоровья населения регионов находим выборочные функции распределения $\hat{F}_{2005}, \dots, \hat{F}_{2013}$. Результаты полученных расчетов анализируются ниже на соответствующих графиках (рис. 2–4).

Из рис. 2 видно, что с 2005 по 2008 г. происходил последовательный сдвиг выборочных функций распределения индекса здоровья населения влево. Даже без дополнительных расчетов видно, что выборочные функции распределения находятся в отношении стохастического доминирования второго порядка: $\hat{F}_{2008} \prec_2 \hat{F}_{2007} \prec_2 \hat{F}_{2006} \prec_2 \hat{F}_{2005}$. Это подтверждает замеченную нами нисходящую динамику индекса здоровья населения в 2005–2008 гг., отмеченную на рис. 1.

Напротив, рис. 3 показывает, что выборочные функции распределения индекса здоровья населения за промежуток времени с 2008 по 2010 г. сдвигались вправо, что влечет соотношение $\hat{F}_{2008} \prec_2 \hat{F}_{2009} \prec_2 \hat{F}_{2010}$ и означает увеличение уровня здоровья населения РФ, также наблюдавшееся на рис. 1.

Рис. 4 подтверждает отмеченную на рис. 1 тенденцию снижения индекса здоровья населения в регионах РФ в 2010–2013 гг. – графики выборочных функций распределения сдвигаются влево. При этом $\hat{F}_{2013} \prec_2 \hat{F}_{2011} \prec_2 \hat{F}_{2010}$ и $\hat{F}_{2013} \prec_2 \hat{F}_{2012} \prec_2 \hat{F}_{2010}$, в то время как $\hat{F}_{2011}$ и $\hat{F}_{2012}$ оказались несравнимыми (в смысле стохастического доминирования второго порядка).

¹ Очевидно, функция распределения F стохастически доминирует функцию распределения G в смысле стохастического доминирования второго порядка, если $\forall x \in \mathbf{R}: \int_{-\infty}^x F(t) dt \leq \int_{-\infty}^x G(t) dt$. В этом случае пишут $G \prec_2 F$.

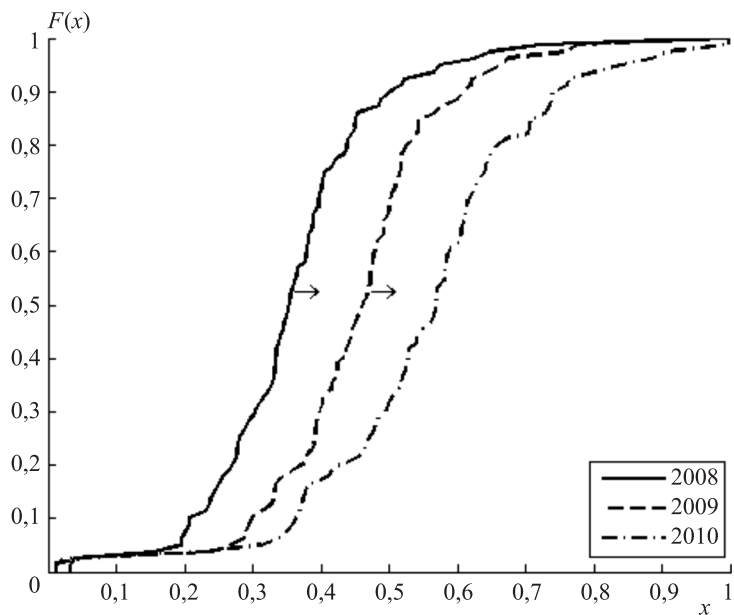


Рис. 3. Сдвиг вправо выборочных функций распределения индекса здоровья населения в 2008–2010 гг.

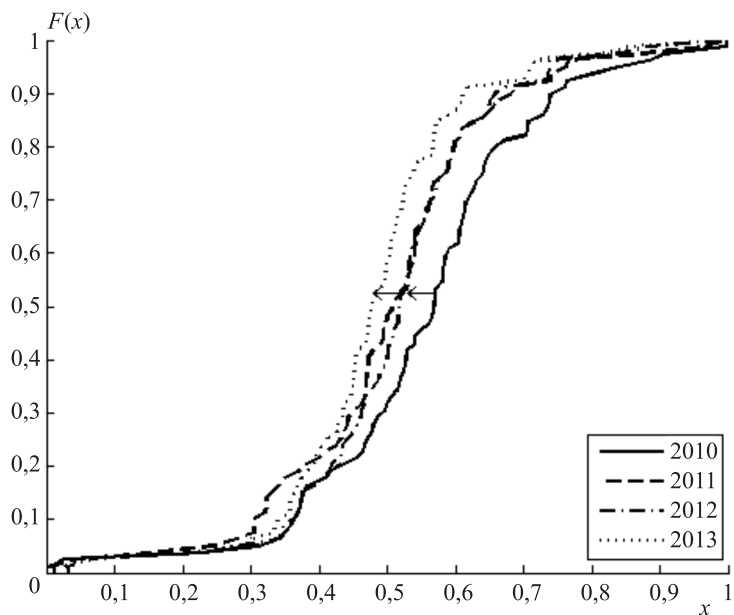


Рис. 4. Сдвиг влево выборочных функций распределения индекса здоровья населения в 2010–2013 гг.

Обратим внимание на то, что в исследовании динамика выборочного среднего индекса здоровья населения регионов, изображенная на рис. 1, полностью согласуется с динамикой выборочных функций распределения для данного индекса, приведенной на рис. 2–4. Однако такая согласованность не является закономерностью, а скорее – исключением.

В общем случае, грубый метод сравнения двух выборочных функций распределения с помощью выборочного среднего имеет смысл применять лишь тогда, когда две выборочные функции распределения несравнимы в смысле предложенного выше стохастического доминирования второго порядка. В остальных случаях предпочтение отдается более информативному подходу, основанному на поведении выборочных функций распределения.

3. КЛАСТЕРИЗАЦИЯ РЕГИОНОВ ПО СХОЖЕЙ ДИНАМИКЕ УРОВНЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

В данном разделе проводится анализ, не связанный с разделом 2, но относящийся к анализу динамики здоровья населения РФ.

По данным за 2005–2013 гг. для каждого региона рассчитали траекторию индекса здоровья населения. Затем, используя метод k -средних [1, с. 513–515] в пространстве полученных траекторий, разбили регионы на кластеры схожих регионов по динамике уровня здоровья населения.

Оптимальное количество кластеров было выбрано визуальным способом. Графическое представление полученных пяти кластеров приведено на рис. 5, на котором одинаковыми типами линий отмечены регионы, попавшие в один и тот же кластер.

При помощи данного графического представления упорядочили полученные кластеры с точки зрения уровня здоровья населения. Ниже в круглых скобках рядом с названием региона указано среднее значение индекса здоровья населения для данного региона.

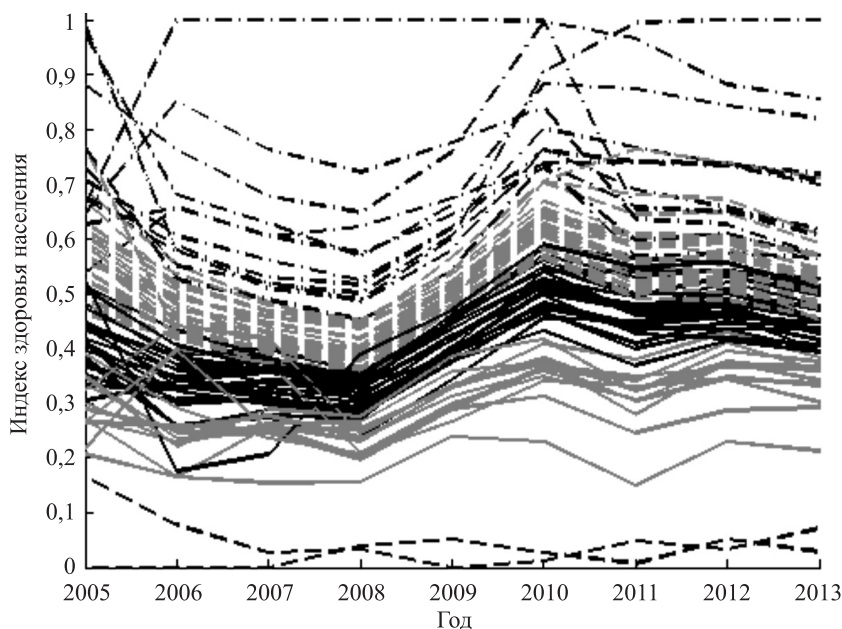


Рис. 5. Пять кластеров регионов, схожих по динамике уровня здоровья в 2005–2013 гг.

Кластер регионов с *высоким* уровнем здоровья населения: Краснодарский край (0,84), Москва (0,82), Республика Ингушетия (0,78), Республика Дагестан (0,77), Республика Калмыкия (0,71), Санкт-Петербург (0,66), Кабардино-Балкарская Республика (0,64), Белгородская область (0,63), Республика Северная Осетия – Алания (0,63), Ростовская область (0,62), Республика Татарстан (0,61), Астраханская область (0,61).

Кластер регионов со *средневысоким* уровнем здоровья населения: Карачаево-Черкесская Республика (0,60), Республика Адыгея (0,59), Ставропольский край (0,59), Тюменская область (0,56), Волгоградская область (0,55), Республика Мордовия (0,54), Пензенская область (0,54), Воронежская область (0,53), Тамбовская область (0,53), Саратовская область (0,52), Чувашская Республика (0,52), Липецкая область (0,51), Республика Башкортостан (0,50), Московская область (0,50), Ульяновская область (0,50), Новосибирская область (0,49), Орловская область (0,49), Омская область (0,49), Ярославская область (0,48), Самарская область (0,48), Свердловская область (0,48), Алтайский край (0,47), Курская область (0,47), Кировская область (0,47), Удмуртская Республика (0,46), Калужская область (0,46), Челябинская область (0,46).

Кластер регионов со *средним* уровнем здоровья населения: Рязанская область (0,46), Оренбургская область (0,45), Архангельская область (0,44), Брянская область (0,44), Мурманская область (0,44), Калининградская область (0,44), Вологодская область (0,44), Томская область (0,44), Курганская область (0,43), Республика Марий Эл (0,42), Костромская область (0,42), Республика Саха (Якутия) (0,41), Нижегородская область (0,41), Ленинградская область (0,41), Ивановская область (0,40), Красноярский край (0,40), Тульская область (0,40), Республика Коми (0,39), Владимирская область (0,39), Республика Хакасия (0,38), Камчатский край (0,38), Республика Карелия (0,37), Пермский край (0,37), Приморский край (0,37), Смоленская область (0,36).

Кластер регионов со *средненизким* уровнем здоровья населения: Кемеровская область (0,35), Хабаровский край (0,33), Тверская область (0,33), Забайкальский край (0,31), Новгородская область (0,30), Республика Бурятия (0,30), Сахалинская область (0,30), Республика Алтай (0,30), Магаданская область (0,30), Иркутская область (0,29), Псковская область (0,29), Амурская область (0,28), Еврейская автономная область (0,19).

Кластер регионов с *низким* уровнем здоровья населения: Чукотский автономный округ (0,05), Республика Тыва (0,02).

Регионы, входящие в кластеры со средненизким и тем более с низким здоровьем населения, являются устойчиво депрессивными регионами по данному показателю, а потому нуждаются в поддержке со стороны соответствующих государственных служб.

В заключение отметим, что здоровье населения – один из важнейших факторов, определяющих благополучие страны. Постоянный мониторинг здоровья населения и анализ его динамики – это одна из приоритетных задач государства и общества. Эффективный мониторинг здоровья населения базируется на двух принципах: оперативный сбор данных о здоровье населения и количественный анализ этих данных, основанный на некоторой апробированной методологии.

Автор полагает, что результаты, приведенные в статье, могут быть полезны органам, осуществляющим контроль здоровья населения России: для определения динамики уровня здоровья населения России в целом по стране, для выявления регионов с низким уровнем здоровья населения, нуждающимся в поддержке.

Литература

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Теория вероятностей и прикладная статика. Т. 1. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 2-е изд.
2. Айвазян С.А., Степанов В.С., Козлова М.И. Измерение синтетических категорий качества жизни региона и выявление ключевых направлений совершенствования социально-экономической политики (на примере Самарской области и ее муниципальных образований) // Прикладная эконометрика. 2006. № 2.
3. Борзых Д.А. Динамическое рейтинговое здоровье населения регионов РФ по данным Росстат за 2005–2012 гг. // Учет и статистика. 2015. № 3.
4. Куклин А.А., Васильева Е.В. Благополучие и общественное здоровье населения России: адаптация к экономической нестабильности // Экономика региона. 2015. № 1.
5. Прохоров Б.Б. Состояние здоровья населения России // Россия в окружающем мире: Аналитический ежегодник. М.: МНЭПУ, 1998.
6. Прохоров Б.Б. Здоровье населения России по регионам. Общественное здоровье // Россия в окружающем мире: Аналитический ежегодник. М.: МНЭПУ, 1999.
7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2013: стат. сб. / Росстат. М., 2013.
8. Русинова Н.Л., Панова Л.В., Сафронов В.В. Здоровье населения и социально-экономическое развитие регионов России // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2007. № 1.
9. Русинова Н.Л., Панова Л.В., Сафронов В.В. Продолжительность жизни в регионах России: значение экономических факторов и социальной среды // Журнал социологии и социальной антропологии. 2007. № 1.
10. Токмачев М.С. Статистический прогноз здоровья населения региона на основе математического и компьютерного моделирования // Вестник НовГУ. 2010. № 60.
11. Шабунова А.А. Здоровье населения в России: состояние и динамика. Вологда: ИСЭРТ РАН, 2010.
12. Шоломицкий А.Г. Теория риска. Выбор при неопределенности и моделирование риска. М.: Издательский дом ГУ-ВШЭ, 2005.
13. Рейтинг качества жизни в регионах РФ. [Электронный ресурс]. URL: http://vid1.rian.ru/ig/ratings/life_2012.pdf.
14. Рейтинг качества жизни в регионах РФ. [Электронный ресурс]. URL: http://vid1.rian.ru/ig/ratings/life_2013.pdf.
15. Рейтинг качества жизни в регионах РФ. [Электронный ресурс]. URL: http://vid1.rian.ru/ig/ratings/life_2013.pdf.

Bibliography

1. Ajvazjan S.A., Mhitarjan V.S. Teorija verojatnostej i prikladnaja statika. T. 1. M.: JuNITI-DANA, 2001. 2-e izd.
2. Ajvazjan S.A., Stepanov V.S., Kozlova M.I. Izmerenie sinteticheskikh kategorij kachestva zhizni regiona i vyjavlenie kljuchevyh napravlenij sovershenstvovaniya social'no-jekonomicheskoy politiki (na primere Samarskoj oblasti i ejo municipal'nyh obrazovanij) // Prikladnaja jekonometrika. 2006. № 2.
3. Borzyh D.A. Dinamicheskoe rejtingovanie zdorov'ja naselenija regionov RF po dannym Rosstat za 2005–2012 gg. // Uchet i statistika. 2015. № 3.

4. *Kuklin A.A., Vasil'eva E.V.* Blagosostojanie i obshhestvennoe zdorov'e naselenija Rossii: adaptacija k jekonomicheskoj nestabil'nosti // *Jekonomika regiona*. 2015. № 1.
5. *Prohorov B.B.* Sostojanie zdorov'ja naselenija Rossii // *Rossija v okruzhajushhem mire: Analiticheskij ezhegodnik*. M.: MNJePU, 1998.
6. *Prohorov B.B.* Zdorov'e naselenija Rossii po regionam. Obshhestvennoe zdorov'e // *Rossija v okruzhajushhem mire: Analiticheskij ezhegodnik*. M.: MNJePU, 1999.
7. *Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli*. 2013: stat. sb. / Rosstat. M., 2013.
8. *Rusinova N.L., Panova L.V., Safronov V.V.* Zdorov'e naselenija i social'no-jekonomicheskoe razvitie regionov Rossii // *Jekonomika Severo-Zapada: problemy i perspektivy razvitija*. 2007. № 1.
9. *Rusinova N.L., Panova L.V., Safronov V.V.* Prodolzhitel'nost' zhizni v regionah Rossii: znachenie jekonomicheskikh faktorov i social'noj sredy // *Zhurnal sociologii i social'noj antropologii*. 2007. № 1.
10. *Tokmachev M.S.* Statisticheskij prognoz zdorov'ja naselenija regiona na osnove matematicheskogo i komp'juternogo modelirovanija // *Vestnik NovGU*. 2010. № 60.
11. *Shabunova A.A.* Zdorov'e naselenija v Rossii: sostojanie i dinamika. Vologda: ISJeRT RAN, 2010.
12. *Sholomickij A.G.* Teorija riska. Vybor pri neopredelennosti i modelirovanie riska. M.: Izdatel'skij dom GU-VShJe, 2005.
13. Rejting kachestva zhizni v regionah RF [Jelektronnyj resurs]. URL: http://vid1.rian.ru/ig/ratings/life_2012.pdf.
14. Rejting kachestva zhizni v regionah RF [Jelektronnyj resurs]. URL: http://vid1.rian.ru/ig/ratings/life_2013.pdf.
15. Rejting kachestva zhizni v regionah RF [Jelektronnyj resurs]. URL: http://vid1.rian.ru/ig/ratings/life_2013.pdf.