

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

УДК: 303.722.4+314.382:314.482 (477.75)

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ РОЖДАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ

CLUSTER ANALYSIS OF THE BIRTH AND DEATH RATES OF THE POPULATION IN THE REPUBLIC OF CRIMEA

Т.Н. Голубова, З.Р. Махкамова, Н.М. Овсянникова
T.N. Golubova, Z.R. Makhkamova, N.M. Ovsyannikova

*Медицинская академия имени С.И. Георгиевского
ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского»
Российская Федерация, Республика Крым, 295006, г. Симферополь, бульвар Ленина, 5/7*

*Medical Academy named after S.I. Georgievsky of Vernadsky CFU
Russian Federation, Republic of Crimea, 295006, Simferopol, 5/7, Lenin Avenue*

E-mail: tn.golubova@yandex.ru

Аннотация. Проведен анализ внутрирегиональных различий показателей естественного движения населения в Республике Крым за период 2000-2013гг. с применением иерархического кластерного анализа по методу Варда. На территории Крыма выделено 4 кластера, отличающиеся общими тенденциями уровня рождаемости и смертности населения. В кластер с наиболее неблагоприятной демографической ситуацией (самый низкий средний уровень рождаемости и самый высокий средний уровень смертности в регионе) вошли исключительно приморские территории субъекта, а географически – это южный и восточный Крым, включая Керченский полуостров. Кластер с благоприятной ситуацией воспроизводства (рождаемость выше среднего значения в Крыму и смертность ниже среднего в субъекте) составили в основном северные и центральные территории Крыма, административно в равной доле представленные городами и районами. Анализ динамики показателя депопуляции в Крыму за исследуемый период показал тенденцию снижения во всех четырех кластерах с незначительным подъемом для первого, второго и четвертого кластеров в 2013г.

Resume. Using hierarchical cluster analysis by the method of Ward the analysis of intraregional differences in indicators of natural dynamic of population in the Republic of Crimea (RC) in the period of 2000-2013 was made. The territories of Crimea were integrated into four clusters on the basis of common trends of birth rate and mortality rate. The cluster with the most unfavorable demographic situation (the lowest average birth rate and the highest average death rate in the region) is formed by exclusively coastal territories of the subject, and geographically it is southern and eastern Crimea, including the Kerch Peninsula. The cluster with favorable situation of reproduction (birth rate is above the average in the Crimea and the death rate is below average in the region) consists mainly of the northern and central area of the Crimea, in equal shares represented by the cities and districts. Analysis of the dynamics of the depopulation in the Crimea during the study period showed a declining trend in all four clusters, with a slight rise for the first, second and fourth clusters in 2013.

Ключевые слова: кластерный анализ, рождаемость, смертность, население, Республика Крым.
Keywords: cluster analysis, birth rate, death rate, population, Republic of Crimea.

Введение

В основе демографических тенденций в Республике Крым (РК) лежат, в том числе и различия между районами по экономическим, социальным, национальным и иным характеристикам. Определение разных видов демографической ситуации в регионе можно осуществить, используя статистический анализ территориальной дифференциации основных показателей воспроизводства населения: рождаемости и смертности. Статистическое исследование демографической ситуации дает информацию для планирования и принятия социально ориентированных управленческих решений, в частности, в сфере здравоохранения, а также для развития стратегий демографического и экономического развития в регионе [Нуйкина, 2003].

В отличие от неиерархического кластерного анализа, который был использован в предыдущих исследованиях территориальных особенностей заболеваемости и смертности в Республике

Крым [Голубова и др., 2014, Ovsyannikova et al., 2013], иерархическая кластеризация, кроме разбивки объектов на группы со сходными характеристиками и определения отношений между ними, позволяет определить их взаимное расположение (иерархию), что можно отобразить графически с использованием дендрограмм. Кластеризация методом Варда основана на использовании элементов дисперсионного анализа для оценки расстояний между кластерами, а результатом анализа является большое число кластеров небольшого объема [Ward, 1963]. Последняя особенность метода привлекательна для использования с целью выявления более точных различий по демографическим параметрам между административными территориями Крыма.

Цель

Целью исследования является статистический анализ внутрирегиональных различий показателей естественного движения населения в Республике Крым и выявление наиболее неблагоприятных, в отношении воспроизводства населения, территорий в субъекте.

Задачи исследования:

1. Разделение территорий РК путем оценки территориальной дифференциации показателей воспроизводства населения с использованием метода кластеризации.
2. Сравнительный анализ показателей рождаемости и смертности населения в выявленных кластерах.
3. Анализ временных рядов средних показателей воспроизводства на дифференцированных в результате кластеризации территориях РК.
4. Динамический анализ коэффициента жизненности (индекс Покровского-Пирла) и депопуляции в кластерах.

Материалы и методы исследования

Для решения поставленных задач использованы данные официальной статистики населения Республики Крым по городам и районам за период 2000-2013 гг. Статистическая обработка проведена с применением иерархического кластерного анализа по методу Варда в пакете прикладных программ Statistica 10.0. Привлекательность иерархического кластерного анализа для нашего исследования обусловлена способностью самостоятельно определять количество кластеров для разбивки. Метод Варда в качестве целевой функции основан на применении внутригрупповой суммы квадратов отклонений, которая является суммой квадратов расстояний между каждой точкой (объектом) и центром кластера. На каждом шаге объединяются два кластера, что приводит к минимальному увеличению внутригрупповой суммы квадратов отклонений (SS) [Айвазян и др., 1989; Реброва, 2006]. Метод Варда наиболее оптимален для применения в случае малого числа анализируемых переменных, как в нашем случае. При динамических и территориальных сравнениях результата естественного движения населения используются коэффициент жизненности (индекс Покровского-Пирла) или коэффициент депопуляции (КД). В первом случае берется отношение числа родившихся к числу умерших, в во втором – число умерших к числу родившихся. Применение этих показателей позволяет устранить влияние численности населения на показатели естественного прироста.

Результаты и их обсуждение

После расчета средних значений показателей рождаемости и смертности населения РК за период 2000-2013 гг., полученная база данных была подвергнута иерархическому кластерному анализу по методу Варда. Процесс определения числа кластеров графически отражен на дендрограмме (рис. 1).

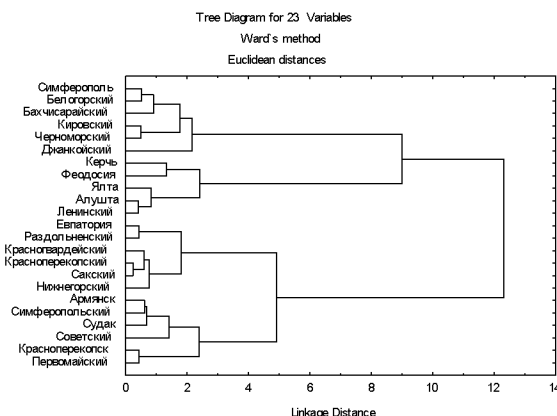


Рис. 1. Дендрограмма кластеризации территорий РК по показателям рождаемости и смертности (2000–2013 гг.)

Fig. 1. Dendrogram of the RC territories clustering by the birth and death rates (2000–2013)

Для выбора количества кластеров использован график процесса объединения объектов в кластеры. На графике выбираем такой шаг кластеризации, объединение на котором произошло уже на существенно большем расстоянии, чем на предыдущем шаге. В нашем случае, при количестве объектов в выборке $n=23$, в качестве «точки перелома» можно рассматривать шаг под номером 19, откуда получаем $23-19=4$ кластера (рис. 2).

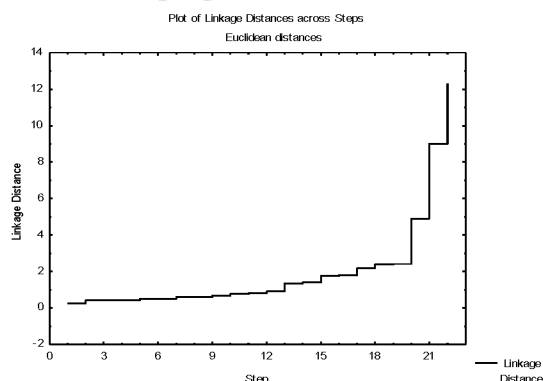


Рис. 2. Процесс объединения территорий РК в кластеры
Fig. 2. The process of the RC subjects clustering

В результате иерархической кластеризации на территории Республики Крым выделено 4 кластера, отличающиеся тенденциями рождаемости и смертности населения (см. таблицу). В каждом кластере рассчитаны средние уровни рождаемости и смертности, абсолютный прирост, средние темпы роста рождаемости и смертности, а также коэффициенты жизненности.

Таблица
Table.

Кластеры территорий РК по усредненным показателям рождаемости и смертности за 2000–2013гг.
The clusters of the RC territories according to the average birth and death rates for 2000–2013.

Города и районы РК	Рождаемость			Смертность			КД
	M±Std	Средний Абс. прирост	Средние темпы роста, %	M±Std	Средний Абс. прирост	Средние темпы роста, %	
1-й кластер							
Симферополь и Бахчисарайский, Белогорский, Джанкойский, Кировский, Черноморский районы	11.19±0.48	5.41	104.2	15.38±0.75	-0.39	99.9	0.73
2-й кластер							
Керчь, Ялта, Феодосия, Алушта и Ленинский район	8.76±0.54	4.70	104.6	15.69±0.77	0.72	100.5	0.56
3-й кластер							
Евпатория и Красногвардейский, Красноперекоепский, Нижнегорский, Раздольненский, Сакский районы	9.85±0.47	4.42	103.8	13.94±0.37	-0.41	99.9	0.71
4-й кластер							
Армянск, Судак, Красноперекоепск и Первомайский, Симферопольский, Советский районы	11.77±1.27	3.00	102.2	12.93±0.38	0.38	100.3	0.91

В первый кластер вошли территории, где уровень, как рождаемости, так и смертности выше среднего значения по Крыму (рис. 3). Административно группа представлена столицей РК и

пятью районами, а географически в основном охватывает центральный и восточный Крым. Как видно на графике, за исследуемый период тренд роста рождаемости и снижения смертности в данном кластере в целом соответствует общей тенденции в регионе.

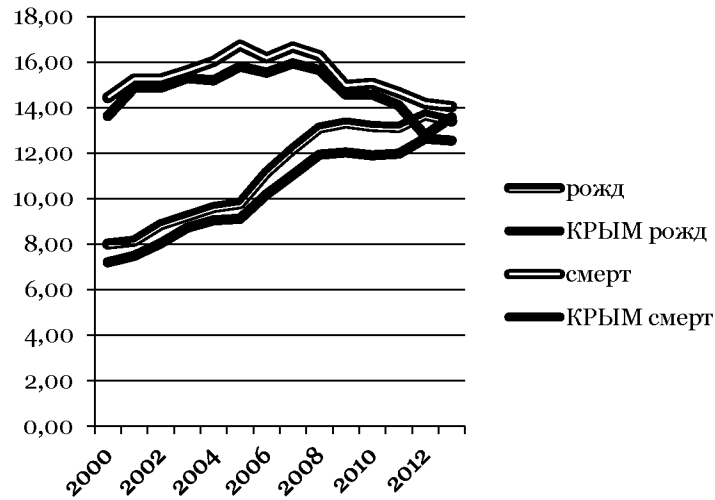


Рис. 3. Динамика показателей рождаемости и смертности населения в 1-ом кластере за период 2000-2013 гг.
Fig. 3. Dynamics of the birth and death rates in the first cluster for 2000-2013

При этом по индексу Покровского-Пирла данный кластер занимает вторую позицию по Крыму среди сформированных кластеров, как следствие положительного среднего темпа роста рождаемости и отрицательного темпа роста смертности.

Территории, представленные во 2-м кластере, объединены показателем рождаемости ниже среднего значения в регионе и показателем смертности выше средних данных в Крыму (рис. 4). Примечательно, что в данный кластер вошли исключительно приморские территории: города Керчь, Ялта, Феодосия, Алушта и Ленинский район, а географически – это южный и восточный Крым, включая Керченский полуостров. Среди всех кластеров, демографическая ситуация в этих территориальных подразделениях Крыма самая неблагоприятная, что подтверждается и наименьшим коэффициентом жизненности.

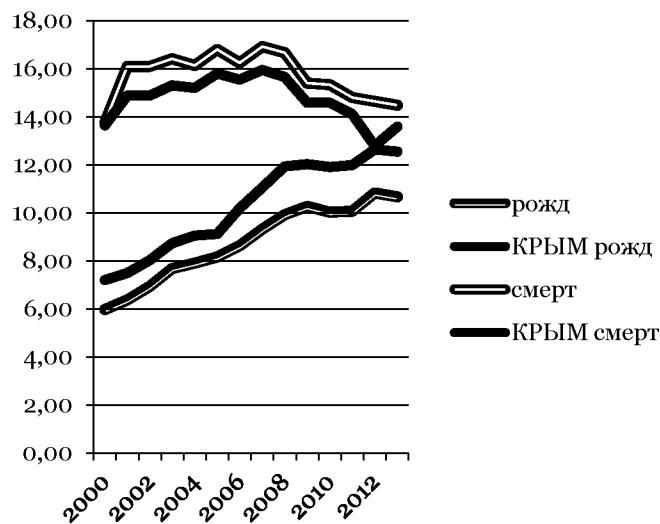


Рис. 4. Динамика показателей рождаемости и смертности населения во 2-ом кластере за период 2000-2013 гг.
Fig. 4. Dynamics of the birth and death rates in the second cluster for 2000-2013

В третий кластер вошли территории, где уровень, как рождаемости, так и смертности определен ниже среднего значения по Крыму. В третью группу объединены географически западные территории Крыма, представленные практически полностью административными районами. Несмотря на то, что по уровню смертности кластер в среднем занимает вторую позицию в регионе, низкий уровень рождаемости обусловил лишь третью позицию среди кластеров по индексу Покровского-Пирла (рис. 5).

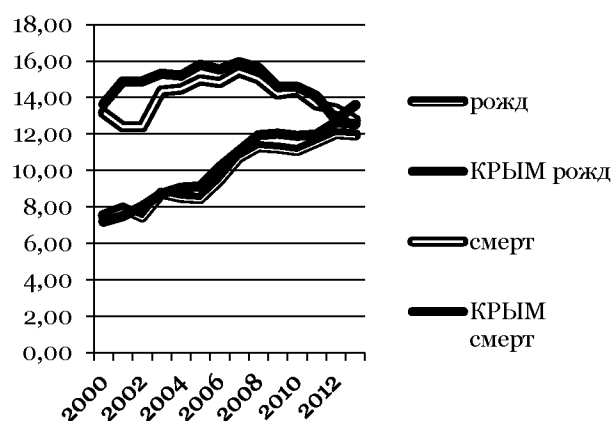


Рис. 5. Динамика показателей рождаемости и смертности населения в 3-ем кластере за период 2000-2013гг.
Fig. 5. Dynamics of the birth and death rates in the third cluster for 2000-2013

Территории, вошедшие в 4-й кластер, объединены уровнем показателя рождаемости выше среднего значения в Крыму и показателем смертности ниже средних данных в субъекте (рис. 6). Географически эту группу составили в основном северные и центральные территории Крыма, административно в равной доле представлены городами и районами.

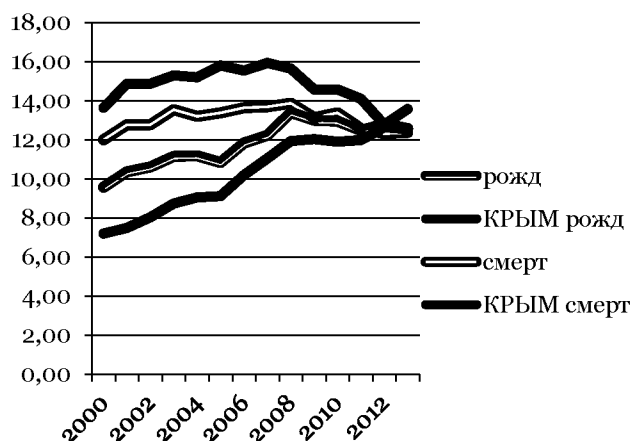


Рис. 6. Динамика показателей рождаемости и смертности населения в 4-ом кластере за период 2000-2013гг.
Fig. 6. Dynamics of the birth and death rates in the fourth cluster for 2000-2013

Именно на территориях, вошедших в 4-й кластер, демографическая ситуация по данным исследования, наиболее благоприятна, что подтверждается и наибольшим среди остальных кластеров коэффициентом жизненности.

Анализ временных рядов показателей воспроизводства населения в кластерах выявил наибольший средний темп роста как рождаемости (несмотря на существующий в этом кластере наименьший средний уровень показателя в регионе), так и смертности во втором кластере (см. таблицу). На территориях, вошедших в первый и третий кластеры, отмечено оптимальное для региона соотношение положительного среднего темпа роста для рождаемости и отрицательного среднего темпа роста показателя смертности. Территории, вошедшие в четвертый кластер, несмотря на самый высокий средний уровень рождаемости в Крыму, имеют наименьший темп роста этого показателя в субъекте и положительный темп роста смертности (с учетом наименьшего среднего значения показателя в регионе).

Условный коэффициент депопуляции, наряду с другими показателями, используется в мировой практике для оценки устойчивости воспроизводства населения. Предельно-критическое значение индекса депопуляции не должно превышать 1.0, что соответствует замещающему уровню воспроизводства (нулевому естественному приросту населения) [Тоичкина, 2012]. Значение коэффициента депопуляции в РК в пределах принятого в мире стандарта отмечено только в 4-ом кластере к концу исследуемого периода (2012 г. – 0.96; 2013 г. – 0.99).

Анализ динамики показателя депопуляции в Крыму за исследуемый период показал тенденцию снижения во всех четырех кластерах с незначительным подъемом для первого, второго и четвертого кластеров в 2013 г. (рис. 7).

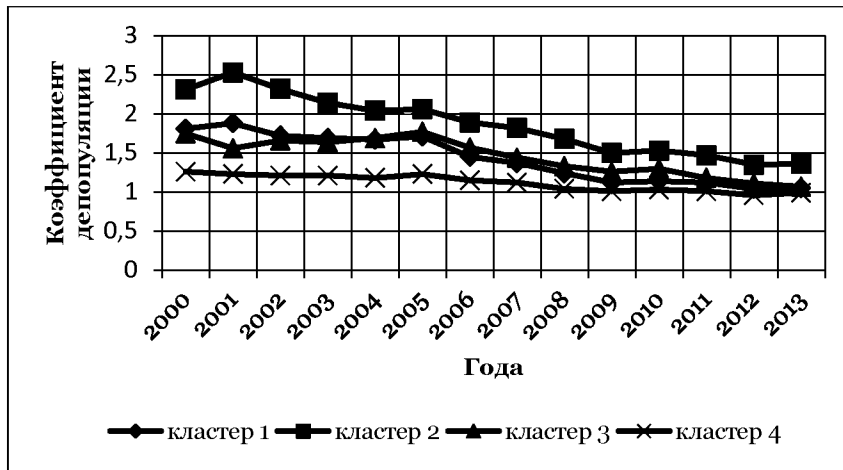


Рис. 7. Динамика показателя депопуляции в кластерах в 2000-2013 гг.
Fig. 7. Trend data of the depopulation index in the clusters for 2000-2013

Несмотря на различия показателя в кластерах в 2000 г., к концу исследуемого периода разница между первым, третьим и четвертым кластерами в показателе стала минимальной. Во втором кластере показатель депопуляции заметно превышает данные в других кластерах на протяжении всего периода исследования.

Выводы

1. Применение иерархического кластерного анализа по методу Варда позволило выделить на территории Крыма 4 кластера, отличающиеся общими тенденциями уровня рождаемости и смертности населения.
2. Сравнительный анализ рождаемости и смертности позволил выделить кластер с наиболее неблагоприятной демографической ситуацией. В него вошли исключительно приморские территории, а географически – это южный и восточный Крым, включая Керченский полуостров.
3. Несмотря на существующий во втором кластере наименьший средний уровень рождаемости в регионе, выявлен наибольший средний темп роста показателя. При этом, средний темп роста смертности в кластере также выше, чем в других территориальных группах.
4. Практически на всех административных территориях РК показатель депопуляции за исследуемый период превышал общемировой пороговый минимум с трендом снижения до 2013 г. во всех кластерах и с незначительным подъемом для первого, второго и четвертого кластеров в 2013 г.

Список литературы References

Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. 1989. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности. М.: Финансы и статистика, 607.

Ajvazyan S.A., Buhstaber V.M., Enyukov I.S., Meshalkin L.D. 1989. Prikladnaya statistika: klassifikatsiya i snizhenie razmernosti [Applied statistics: classification and decrease in dimension]. M.: Finansy i statistika, 607. (in Russian)

Голубова Т.Н., Махкамова З.Р., Овсянникова Н.М. 2014. Классификация районов Республики Крым по уровню смертности с использованием кластерного анализа. Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. Т. 4, № 3 (15): 12-15.

Golubova T.N., Mahkamova Z.R., Ovsyannikova N.M. 2014. Klassifikatsiya rajonov Respubliki Krym po urovnyu smertnosti s ispol'zovaniem klaster'nogo analiza. Krymskij zhurnal ehksperimental'noj i klinicheskoy meditsiny [Classification of the regions of the Republic of Crimea by death rate with use of the cluster analysis]. T. 4, № 3 (15): 12-15. (in Russian)

Нуйкина Е.Ю. Статистическое исследование территориальной дифференциации показателей естественного движения населения в Российской Федерации: дис. канд. эк. наук: 08.00.12: защищена 22.05.2003. Самара, 2003. 115.

Nujkina E.YU. Statisticheskoe issledovanie territorial'noj differenciacii pokazatelej estestvennogo dvizheniya naseleniya v Rossijskoj Federacii [Statistical research of territorial differentiation of indicators of the natural movement of the population in the Russian Federation]: dis. kand. ehk. nauk: 08.00.12: zashchishchena 22.05.2003. Samara, 2003. 115. (in Russian)



Реброва О.Ю. 2006. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М.: Изд-во Медиа Сфера, 312.

Rebrova O.YU. 2006. Statisticheskij analiz medicinskih dannyh. Primenenie paketa prikladnyh programm STATISTICA [Statistical analysis of medical data. Application of a package of the applied STATISTICA programs]. М.: Izd-vo Media Sfera, 312. (in Russian)

Российский статистический ежегодник. 2014: стат. сб. Фед. служба гос. статистики (Росстат). М.: Статистика России, 2014. 693.

Rossijskij statisticheskij ezhegodnik [Russian statistical year-book]. 2014: stat. sb. Fed. sluzhba gos. statistiki (Rosstat). - М.: Statistika Rossii, 2014. 693. (in Russian)

Тоичкина В.П. 2012. Методические аспекты оценки воспроизводства населения муниципальных образований (на примере Мурманской области). Вопросы государственного и муниципального управления. 3: 188-194.

Toichkina V.P. 2012. Metodicheskie aspekty ocenki vosproizvodstva naseleniya municipal'nyh obrazovanij (na primere Murmanskoy oblasti) [Methodical aspects of an assessment of reproduction of the population of municipalities (on the example of Murmansk region)]. Voprosy gosudarstvennogo i municipal'nogo upravleniya. 3: 188-194. (in Russian)

Электронный учебник по статистике StatSoft // <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stcluan.html>.

Elektronnyj uchebnik po statistike [Electronic textbook statistically] StatSoft <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stcluan.html>. (in Russian)

Ovsyannikova N.M., Makhkamova Z.R., Golubova T.N. 2013. Statistical analysis of territorial differentiation of morbidity in the autonomous republic Crimea. Crimea Journal of Experimental and Clinical Medicine. Vol. 3, № 1-2 (9-10): 28-31.

Ward J.H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American statistical association. 58 (301): 236-244.