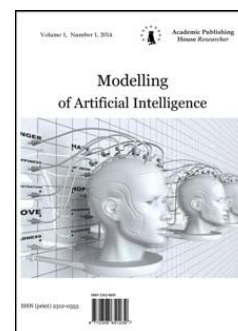


Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
 Modeling of Artificial Intelligence
 Has been issued since 2014.
 ISSN: 2312-0355
 Vol. 4, No. 4, pp. 165-175, 2014

DOI: 10.13187/mai.2014.4.165

www.ejournal11.com

UDC 311:61

Fuzzy Sets Model of Demographic Health of the Population

Irina L. Makarova

Sochi State University, Russian Federation
 26a, Sovetskaya Street, Sochi city, Krasnodar krai, 354000
 PhD (technical), Associate Professor
 E-mail: ratton@mail.ru

Abstract

Fuzzy sets approach of creation of an integrated indicator with use of fuzzy qualifiers and the matrix scheme is considered. The assessment of an indicator of demographic health according to statistical supervision for subjects of the Russian Federation, and also the analysis of results of calculation, merits and demerits of algorithm, prospects of its further use is carried out.

Keywords: linguistic variable; functions of accessory; fuzzy sets model; fuzzy qualifier; integrated indicator of demographic health.

Введение

Моделирование работы сложных систем, процессов в них протекающих, описание отдельных состояний содержит, как правило, набор показателей, характеризующих различные стороны происходящих изменений. Оценить все возможные изменения сразу всех показателях достаточно трудно, а скорее невозможно из-за разнообразия их направленности, размерности и важности. Поэтому задача построения сводного или интегрального показателя состояния таких систем, удовлетворяющего многим требованиям, всегда будет актуальна.

Общественное здоровье может рассматриваться как сложная система, характеризующаяся многими составляющими: демографическими, медицинскими, экологическими, социальными, финансовыми и т.д. Разработано большое количество различных моделей как отдельных, так и интегральных показателей общественного здоровья [1]. Часто возможности многих моделей ограничены имеющимися статистическими данными или сложностью их реального сбора. Среди критических замечаний использования различных моделей интегральных показателей встречаются такие, которые говорят об отсутствии необходимости строить сложные модели, учитывающие многие факторы, так как доступные статистические данные нельзя считать достоверными. Например, заболеваемость населения описывается показателем общей заболеваемости по обращению за медицинской помощью, не учитывающим больных и болевших, но не обращавшихся к врачу. Чтобы получить истинную или исчерпанную заболеваемость необходимы дополнительные, требующие финансовых, временных и людских затрат, обследования населения.

Необходимо высказать ещё несколько соображений относительно неопределенности используемых данных. Идея изложенного ниже подхода принадлежит О.А.Недосекину [2, 3,

4] и связана с неопределенностью рыночной среды. Обобщая высказанную идею, можно говорить вообще об окружающей действительности, а не только о финансовых рынках. Тогда неопределенность, неточность является неустранимым качеством окружающей действительности. Связано это с тем, что на любой объект или состояние системы одновременно воздействует неизмеримое число факторов различной природы и направленности, которые оценить невозможно. Но даже если бы все эти факторы можно было учесть, то сохранилась бы неустранимая неопределенность относительно характера реакций на те или иные воздействия. Это в полной мере относится к описанию состояния общественного здоровья.

Материалы и методы. В любой модели интегрального показателя используется множество различных частных показателей для каждого отдельного объекта, эти показатели меняются во времени. Поскольку со временем изменяются и многие другие характеристики действительности, не учитываемые в модели, то нельзя с полной уверенностью говорить о статистической однородности наблюдений. Таким образом, мы приходим к понятию «квазистатистики» [2, 3, 4], которое открывает широкие возможности для применения нечетких описаний при моделировании. В качестве примера использования нечетких описаний при моделировании различных показателей построим нечетко-множественную модель показателя демографического здоровья населения.

Введем лингвистическую переменную Y - демографическое здоровье населения территории, имеющую пять значений:

- Y_1 - очень низкий уровень демографического здоровья;
- Y_2 - низкий уровень демографического здоровья;
- Y_3 - средний уровень демографического здоровья;
- Y_4 - высокий уровень демографического здоровья;
- Y_5 - очень высокий уровень демографического здоровья.

Используем классификатор текущего значения u показателя демографического здоровья в качестве критерия разбиения этого множества на нечеткие подмножества. В качестве такого классификатора выберем пятиуровневый классификатор, носителем которого является $[0; 1]$ (Рис. 1, Таблица 1). Узловыми точками в этом классификаторе выступают числа $\alpha_j = \{0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9\}$, являющиеся абсциссами максимумов соответствующих функций принадлежности, симметричными относительно узла 0,5 и равноотстоящими друг от друга. Такой классификатор называют стандартным пятиуровневым нечетким 01-классификатором [2, 3, 4]. Поскольку для показателя Y известно лишь множество возможных значений, то такой классификатор обеспечит максимально достоверный выбор между качественной и количественной оценками уровня показателя. При этом сумма всех функций принадлежности для любого u равна единице, что говорит о непротиворечивости классификатора.

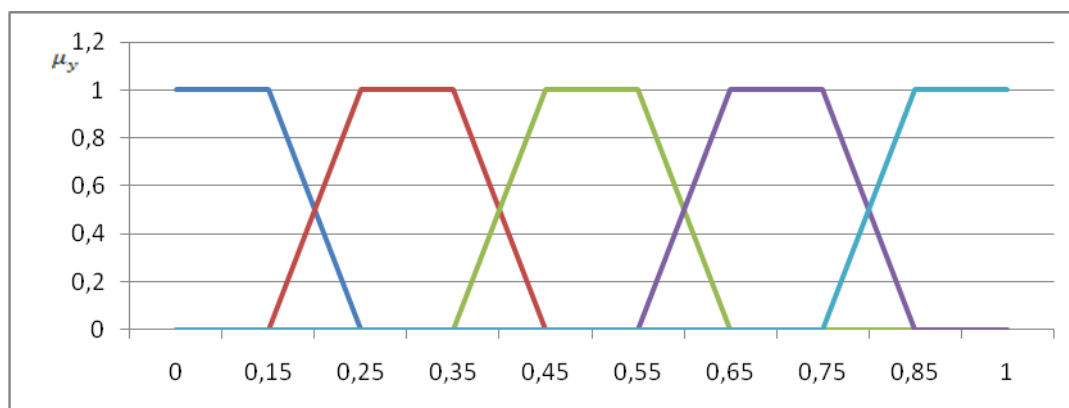


Рис. 1. Функции принадлежности значений лингвистической переменной Y

Таблица 1

Классификация значений Y

Интервал значений y	Уровень Y	Функция принадлежности
$0 \leq y \leq 0,15$	Y_1	$\mu_y = \mu_1 = 1$
$0,15 < y < 0,25$	Y_1 Y_2	$\mu_y = \mu_1 = 2,5 - 10y$ $\mu_y = \mu_1 = 10y - 1,5$
$0,25 \leq y \leq 0,35$	Y_2	$\mu_y = \mu_2 = 1$
$0,35 < y < 0,45$	Y_2 Y_3	$\mu_y = \mu_1 = 4,5 - 10y$ $\mu_y = \mu_1 = 10y - 3,5$
$0,45 \leq y \leq 0,55$	Y_3	$\mu_y = \mu_3 = 1$
$0,55 < y < 0,65$	Y_3 Y_4	$\mu_y = \mu_1 = 6,5 - 10y$ $\mu_y = \mu_1 = 10y - 5,5$
$0,65 \leq y \leq 0,75$	Y_4	$\mu_y = \mu_4 = 1$
$0,75 < y < 0,85$	Y_4 Y_5	$\mu_y = \mu_1 = 8,5 - 10y$ $\mu_y = \mu_1 = 10y - 7,5$
$0,85 \leq y \leq 1$	Y_5	$\mu_y = \mu_5 = 1$

Введем набор частных показателей $X = \{X_i\}$, которые, с нашей точки зрения, характеризуют демографическое здоровье:

X_1 - общий коэффициент рождаемости на 1000 человек;

X_2 - общий коэффициент смертности на 1000 человек;

X_3 - коэффициент младенческой смертности на 1000 родившихся живыми;

X_4 - ожидаемая продолжительность жизни;

X_5 - чистый коэффициент воспроизводства населения.

Для каждого показателя демографического здоровья зададим лингвистическую переменную X_i - уровень показателя x_i , $i = \overline{1, N}$. Сформируем набор классификаторов текущих значений x_i показателей X_i . Известно, что показатель X_1 принимает реальные значения приблизительно от 10 до 40, более того, известна классификация уровней рождаемости [5]. Унифицируем реальные значения, т.е. приведем их к $[0;1]$ и построим семиуровневый классификатор в соответствии с [5] (Таблица 2).

О показателе X_2 также известно, что он принимает реальные значения приблизительно от 7 до 21 и имеет пять уровней в классификации [5]. Аналогично унифицируем эти значения и построим пятиуровневый классификатор в соответствии с [5] (Таблица 3).

Интервалы изменений показателей X_3, X_4 описаны в [6], но строго не определены уровни классификации. Унифицируем реальные значения этих показателей и построим стандартные пятиуровневые классификаторы на 01-носителе (Таблицы 4, 5).

Таблица 2

Классификатор уровня рождаемости

Значения общего коэффициента рождаемости на 1000 чел.	Унифицированные значения X_1	Уровень рождаемости	Трапециевидные числа, характеризующие функции принадлежности
До 10	0	Очень низкий	$(-\infty; -\infty; 0; 0,033)$
11–15	0,033 - 0,167	Низкий	$(0; 0,033; 0,167; 0,2)$
16–20	0,200 - 0,333	Ниже среднего	$(0,167; 0,2; 0,333; 0,367)$
21–25	0,367 - 0,500	Средний	$(0,333; 0,367; 0,5; 0,533)$
26–30	0,533 - 0,667	Выше среднего	$(0,5; 0,533; 0,667; 0,7)$
31–40	0,700 - 0,967	Высокий	$(0,667; 0,7; 0,967; 1)$
Более 40	1	Очень высокий	$(0,967; 1; +\infty; +\infty)$

Таблица 3

Классификатор уровня смертности

Общий коэффициент смертности на 1000 чел. населения	Унифицированные значения X_2	Уровень смертности	Трапециевидные числа, характеризующие функции принадлежности
До 7	1	Очень низкий	$(0,929; 1; +\infty; +\infty)$
7–10	0,786 - 0,929	Низкий	$(0,714; 0,786; 0,929; 1)$
11–15	0,714 - 0,429	Средний	$(0,357; 0,429; 0,714; 0,786)$
16–20	0,357 - 0,071	Высокий	$(0; 0,071; 0,357; 0,429)$
21 и выше	0	Очень высокий	$(-\infty; -\infty; 0; 0,071)$

Считается [7], что если показатель X_5 равен единице, то соотношение рождаемости и смертности обеспечивает простое воспроизводство населения, а если он больше или меньше единицы, то соответственно, - расширенное или суженное воспроизводство. Используя это и нормируя возможные значения показателя, построим трехуровневый классификатор на 01-носителе (Таблица 6).

Таблица 4

Классификатор уровня младенческой смертности

Коэффициент младенческой смертности на 1000 родившихся живыми	Унифицированные значения X_3	Уровень младенческой смертности	Трапециевидные числа, характеризующие функции принадлежности
До 5	1	Очень низкий	$(0,998; 1; +\infty; +\infty)$
6 – 8	0,998 - 0,994	Низкий	$(0,99; 0,994; 0,998; 1)$
10 – 15	0,99 - 0,98	Средний	$(0,606; 0,98; 0,99; 0,994)$
200 – 400	0,606 - 0,202	Высокий	$(0; 0,202; 0,606; 0,98)$
Более 500	0	Очень высокий	$(-\infty; -\infty; 0; 0,202)$

Таблица 5

Классификатор уровня средней продолжительности жизни

Средняя продолжительность жизни	Унифицированные значения X_4	Уровень средней продолжительности жизни	Трапециевидные числа, характеризующие функции принадлежности
До 20	0	Очень низкий	$(-\infty; -\infty; 0; 0,031)$
22 – 30	0,031 – 0,154	Низкий	$(0; 0,031; 0,154; 0,615)$
60 – 65	0,615 – 0,692	Средний	$(0,154; 0,615; 0,692; 0,846)$
75 – 80	0,846 – 0,923	Высокий	$(0,692; 0,846; 0,923; 1)$
Более 85	1	Очень высокий	$(0,923; 1; +\infty; +\infty)$

Таблица 6

Классификатор уровня воспроизводства населения

Чистый коэффициент воспроизводства населения	Унифицированные значения X_5	Уровень чистого коэффициента воспроизводства	Трапециевидные числа, характеризующие функции принадлежности
До 0,8	0	Низкий (суженное)	$(-\infty; -\infty; 0; 0,8)$
0,8 – 1,0	0,8 – 1,0	Средний (простое)	$(0; 0,8; 1; 1,2)$
Более 1,2	1	Высокий (расширенное)	$(1; 1,2; +\infty; +\infty)$

Таким образом, мы имеем пять частных показателей со своими текущими значениями x_i , и каждому показателю соответствует свой классификатор. Значение единого интегрального показателя Y можно получить по формуле двойной свертки [2, 3, 4]:

$$Y = \sum_{j=1}^5 \alpha_j \sum_{i=1}^N r_i \mu_{ij}(x_i),$$

где α_j - узловые точки стандартного пятиуровневого классификатора, r_i - вес i -того показателя в свертке, $\mu_{ij}(x_i)$ - значение функции принадлежности j -того качественного уровня относительно текущего значения i -того показателя, N - число частных показателей. Теперь значение Y можно распознать с помощью принятого стандартного классификатора (Таблица 1).

Узловые точки в нечетком классификаторе выступают в качестве весов при суммировании системы показателей на уровне их качественных состояний. Так узловые точки сводят набор нестандартных классификаторов к единому классификатору стандартного вида с 01-носителем.

Чтобы оценить вес каждого показателя, нужно расположить все показатели в порядке убывания их значимости

$$r_1 \geq r_2 \geq \dots \geq r_N,$$

тогда по правилу Фишберна вес показателя будет равен

$$r_i = \frac{2(N - i + 1)}{(N + 1)N}.$$

Если все показатели обладают равной значимостью (равнопредпочтительны или системы предпочтений нет), то $r_i = 1/N$.

В [2, 3, 4] предлагается построить матрицу, где по строкам расположены частные показатели, а по столбцам – их качественные уровни. На пересечении строк и столбцов лежат значения функций принадлежности соответствующих качественных уровней. Если дополнить матрицу еще одним столбцом весов показателей в свертке r_i и еще одной строкой с узловыми точками α_j , то для расчета интегрального показателя будут собраны все исходные данные. Такую схему суммирования называют матричной [2].

Поскольку в нашем случае необходимо провести суммирование показателей, имеющих разноуровневые классификаторы, чтобы учесть все возможные варианты предлагается следующая последовательность заполнения расчетной таблицы (Таблица 7):

- 1) определяются значения функций принадлежности по каждому показателю по подмножествам уровней;
- 2) эти значения записываются в расчетную таблицу как показано в Таблице 7; некоторые значения встречаются по два или три раза (для учета всех случаев);
- 3) заполняется столбец весов показателей;
- 4) определяются внутренние суммы $d'_j = \sum_{i=1}^5 r_i \mu_{ij}$;
- 5) эти суммы приводятся к стандартному пятиуровневому классификатору как показано в таблице 7;
- 6) в последней строке записываются узловые точки пятиуровневого классификатора.

Таким образом, результирующая оценка интегрального показателя демографического здоровья населения Y определяется как средневзвешенное значение по всем участвующим в оценке показателям и по всем качественным уровням этих показателей. Распознавание полученного значения на базе пятиуровневого классификатора приводит к лингвистическому описанию демографического здоровья населения и степени уверенности в таком результате.

Результаты. Рассмотрим реализацию предложенного подхода на примере имеющихся статистических данных используемых показателей $X_1 - X_5$ по Федеральным округам Российской Федерации [8-13]. Исходные и унифицированные данные за три года (2010 – 2012) представлены в Таблице 8, где Российская Федерация и Федеральные округа представлены своей аббревиатурой.

Таблица 7

Расчетная таблица

Показатель	Значения функций принадлежности по подмножествам уровней									r_i
	μ_{11}	μ_{12}	μ_{12}	μ_{13}	μ_{14}	μ_{15}	μ_{16}	μ_{16}	μ_{17}	
X_1	μ_{11}	μ_{12}	μ_{12}	μ_{13}	μ_{14}	μ_{15}	μ_{16}	μ_{16}	μ_{17}	r_1
X_2	μ_{21}	μ_{21}	μ_{22}	μ_{23}	μ_{23}	μ_{23}	μ_{24}	μ_{25}	μ_{25}	r_2
X_3	μ_{31}	μ_{31}	μ_{32}	μ_{33}	μ_{33}	μ_{33}	μ_{34}	μ_{35}	μ_{35}	r_3
X_4	μ_{41}	μ_{41}	μ_{42}	μ_{43}	μ_{43}	μ_{43}	μ_{44}	μ_{45}	μ_{45}	r_4
X_5	μ_{51}	μ_{51}	μ_{51}	μ_{52}	μ_{52}	μ_{52}	μ_{53}	μ_{53}	μ_{53}	r_5
d'_j	d'_1	d'_2	d''_2	d'_3	d''_3	d'''_3	d'_4	d''_4	d'_5	
d_j	$d_1 = d'_1$	$d_2 = (d'_2 + d''_2)/2$		$d_3 = (d'_3 + d''_3 + d'''_3)/3$			$d_4 = (d'_4 + d''_4)/2$		$d_5 = d'_5$	
α_j	α_1	α_2		α_3			α_4		α_5	

Унификация исходных данных, т.е. получение безразмерных значений из [0;1] выполнялась по формулам:

$$\tilde{x} = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad - \quad \text{если зависимость монотонно возрастающая,}$$

т.е. чем выше x , тем выше качество (X_1, X_4, X_5);

$$\tilde{x} = \frac{x_{\max} - x}{x_{\max} - x_{\min}} \quad - \quad \text{если зависимость монотонно убывающая,}$$

т.е. чем выше x , тем ниже качество (X_2, X_3);

немонотонные зависимости не использовались. Здесь x_{\max}, x_{\min} - соответственно наибольшее (самое лучшее) и наименьшее (самое наихудшее) значения исходного показателя.

Были выполнены два варианта расчетов. Первый вариант учитывал заданную значимость частных показателей, т.е. если их расположить в порядке убывания значимости, то получим: X_5, X_4, X_2, X_3, X_1 . Во втором случае все показатели считались равнозначными.

Результаты расчетов, представленные в Таблице 9 и на Рис. 2, 3, хорошо согласуются с выводами экспертов о демографической ситуации в Российской Федерации [14, 15].

Анализ полученных значений показателя демографического здоровья населения показал:

- демографическая ситуация по Российской Федерации в целом улучшилась в двух вариантах расчета;

- в ЦФО: в первом случае наблюдался сначала рост, затем снижение значения Y , но в целом в 2012 г. значение показателя лучше, чем в 2010 г.; во втором случае при сохранении той же тенденции, ситуация 2012 г. хуже, чем в 2010 г. Очевидно, это можно объяснить учетом значимости частных показателей, которые в ЦФО улучшились;

- в СЗФО в двух вариантах расчета демографическая ситуация резко ухудшилась, хотя в 2010 и 2011 годах значения показателя были наибольшими среди всех округов;

- нельзя сказать о заметных изменениях демографического здоровья в ЮФО;

- стабильное ухудшение демографического здоровья наблюдается в СКФО, ПФО и УФО;

- изменения показателя демографического здоровья в СФО и ДВФО схожи с динамикой по РФ в целом;

- значения показателя демографического здоровья немного выше при расчете с учетом значимости частных показателей, чем без её учета;

- среди Федеральных округов наилучшая демографическая ситуация в 2012 г. наблюдалась в ДВФО, а наихудшая – в СКФО;

- если помнить, что наилучшее значение показателя равно 1, то повсеместно сложилась критическая ситуация, необходимы меры по улучшению демографической ситуации.

Таблица 8

Исходные данные по Федеральным округам Российской Федерации за 2010, 2011 и 2012 гг.

Показатели	Исходные данные										Унифицированные данные																									
	2010					2011					2012					2010					2011					2012										
	РФ	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО	РФ	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО	РФ	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО									
X_1	12,5	10,7	11,4	11,8	17,3	12,4	14,1	14,1	13,2	0,083	0,023	0,047	0,060	0,243	0,080	0,137	0,137	0,107	12,6	10,7	11,4	11,8	17,5	12,4	14,2	14,1	13,2	0,087	0,023	0,047	0,060	0,250	0,080	0,140	0,137	0,107
X_2	14,2	15,2	14,9	14,1	8,6	15	13	14,2	13,8	0,486	0,414	0,436	0,493	0,886	0,429	0,571	0,486	0,514	13,5	13,9	13,9	13,7	8,5	14,3	12,7	13,7	13,5	0,536	0,507	0,507	0,521	0,893	0,479	0,593	0,521	0,536
X_3	7,5	6,6	5,6	7,1	12	6,8	6,7	8,4	9,6	0,995	0,997	0,999	0,996	0,986	0,996	0,997	0,993	0,991	9,1	6,5	5,4	7,1	13	6,3	6,6	7,8	9,1	0,995	0,997	0,999	0,996	0,984	0,997	0,997	0,994	0,992
X_4	68,94	69,93	68,9	70,12	72,19	68,38	68,82	67,1	65,76	0,753	0,768	0,752	0,771	0,803	0,744	0,751	0,725	0,704	66,36	71,19	70,07	70,65	72,62	69,24	69,42	67,72	66,36	0,767	0,788	0,770	0,779	0,810	0,758	0,760	0,734	0,713
X_5	0,745	0,65	0,687	0,718	0,955	0,75	0,813	0,805	0,772	0,373	0,325	0,344	0,359	0,478	0,375	0,407	0,403	0,386	0,752	0,655	0,691	0,722	0,959	0,757	0,828	0,817	0,781	0,376	0,328	0,346	0,361	0,480	0,379	0,414	0,409	0,391
X_1	13,3	11,4	12,2	12,6	17,4	13,3	15,1	15	14	0,110	0,047	0,073	0,087	0,247	0,110	0,170	0,167	0,133	13,3	11,4	12,2	12,6	17,4	13,3	14	15	14	0,110	0,047	0,073	0,087	0,247	0,110	0,170	0,167	0,133
X_2	13,3	13,9	13,8	13,4	8,3	14	12,6	13,7	13,1	0,550	0,507	0,514	0,543	0,907	0,500	0,600	0,521	0,564	13,3	13,9	13,8	13,4	8,3	14	12,6	13,7	13,1	0,550	0,507	0,514	0,543	0,907	0,500	0,600	0,521	0,564
X_3	8,6	7,8	6,2	8,4	14,6	7,7	7,5	9,4	10,9	0,993	0,994	0,998	0,993	0,981	0,995	0,995	0,991	0,988	8,6	7,8	6,2	8,4	14,6	7,7	7,5	9,4	10,9	0,993	0,994	0,998	0,993	0,981	0,995	0,995	0,991	0,988
X_4	70,24	71,43	70,57	71,26	73,22	69,79	69,65	67,99	67	0,773	0,791	0,778	0,789	0,819	0,766	0,764	0,738	0,723	70,24	71,43	70,57	71,26	73,22	69,79	69,65	67,99	67	0,773	0,791	0,778	0,789	0,819	0,766	0,764	0,738	0,723
X_5	0,803	0,697	0,745	0,773	0,951	0,819	0,895	0,879	0,842	0,402	0,349	0,373	0,387	0,476	0,410	0,448	0,440	0,421	0,803	0,697	0,745	0,773	0,951	0,819	0,895	0,879	0,842	0,402	0,349	0,373	0,387	0,476	0,410	0,448	0,440	0,421

Вычислив значения функций принадлежности для любого значения показателя Y (Табл. 1), можно определить степень достоверности того или иного уровня демографического здоровья. В 2012 г. это уровень был пограничным между низким и средним значением для большинства Федеральных округов и Российской Федерации в целом. Так в СКФО уровень демографического здоровья можно считать низким со степенью достоверности 0,49 и средним – с достоверностью 0,51. В РФ в 2012 г. уровень демографического здоровья был скорее средним (0,85), чем низким (0,15). СФО и ДВФО однозначно имели средний уровень демографического здоровья.

Таблица 9

Результаты расчета

РФ и ФО	Вес показателя в свертке: $r_1 = 0,067, r_2 = 0,200, r_3 = 0,133,$ $r_4 = 0,267, r_5 = 0,333 .$			Все показатели равнозначны, $r_i = 0,2; i = \overline{1,5}$		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
РФ	0,433	0,432	0,435	0,407	0,406	0,414
ЦФО	0,366	0,424	0,422	0,332	0,391	0,399
СЗФО	0,480	0,499	0,427	0,479	0,511	0,403
ЮФО	0,428	0,426	0,428	0,404	0,402	0,407
СКФО	0,406	0,404	0,401	0,374	0,372	0,371
ПФО	0,435	0,432	0,431	0,409	0,407	0,406
УФО	0,435	0,433	0,432	0,409	0,407	0,405
СФО	0,446	0,439	0,454	0,420	0,412	0,433
ДВФО	0,462	0,455	0,463	0,441	0,432	0,445

Заключение

В рассмотренном примере использовались всего пять частных показателей с различными нечеткими классификаторами, поэтому отдельно не обсуждался переход от нестандартных нечетких классификаторов к стандартному классификатору интегрального показателя. Этот вопрос требует дополнительных исследований.

В заключение отметим, что предлагаемый нечетко-множественный подход к определению интегральных показателей, используемый в статье для определения демографического здоровья населения, может быть использован для других составляющих общественного здоровья.



Рис. 2. Результаты расчета показателя демографического здоровья с учетом значимости частных показателей



Рис. 3. Результаты расчета показателя демографического здоровья без учета значимости частных показателей

Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 14-01-00835.

Примечания:

1. Медик В.А., Токмачев М.С. Математическая статистика в медицине: учебное пособие.- М.: Финансы и статистика, 2007. 800 с.
2. Недосекин А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний / Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. – СПб. 2003/ на сайте// [http:// sedok.narod.ru/sc_group.html](http://sedok.narod.ru/sc_group.html)
3. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. - СПб.: Типография «Сезам», 2002/ на сайте// [http:// sedok.narod.ru/sc_group.html](http://sedok.narod.ru/sc_group.html)
4. Недосекин А.О. Финансовый менеджмент на нечетких множествах. М.: «Аудит и финансовый анализ», 2003/ на сайте// [http:// sedok.narod.ru/sc_group.html](http://sedok.narod.ru/sc_group.html)
5. Методические рекомендации по расчету статистических показателей здоровья населения и деятельности организаций здравоохранения. - Утверждены Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации 24 мая 2005 г.
6. Прохоров Б.Б., Горшкова И.В., Шмаков Д.И., Тарасова Е.В. Общественное здоровье и экономика. М.: МАКС Пресс, 2007. 288 с.
7. Борисов В.А. Демография. Учебник для вузов. М.: NOTA BENE Медиа Трейд Компания, 2005. 344 с.
8. Российский статистический ежегодник. 2010:Стат.сб./ Росстат. М., 2010. – 813 с.
9. Российский статистический ежегодник. 2011:Стат.сб./ Росстат. М., 2011. – 795 с.
10. Российский статистический ежегодник. 2012:Стат.сб./ Росстат. М., 2012. – 786 с.
11. Демографический ежегодник России. 2010: Стат.сб./ Росстат. М., 2010. – 525 с.
12. Демографический ежегодник России.2012: Стат.сб./ Росстат. М., 2012. – 535 с.
13. Демографический ежегодник России.2013: Стат.сб./ Росстат. М., 2013. – 543 с.
14. Кравченко Л.И. Демографическая ситуация в России / на сайте// <http://rusrand.ru/forecast/demograficheskaja-situatsija-v-rossii/> 08.07.2014
15. Концепция демографической политики российской Федерации на период до 2025 года. Утверждена указом Президента РФ № 1351 от 9 октября 2007. /на сайте// <http://www.protown.ru/information/doc/4291.html/> 08.07.2014

References:

1. Medik V.A., Tokmachev M.S. Matematicheskaya statistika v meditsine: uchebnoe posobie. M.: Finansy i statistika, 2007. 800 s.
2. Nedosekin A.O. Metodologicheskie osnovy modelirovaniya finansovoi deyatel'nosti s ispol'zovaniem nechetko-mnozhestvennykh opisaniy / Dissertatsiya na soiskanie uchenoi stepeni doktora ekonomicheskikh nauk. – SPb. 2003/ na saite// [http: sedok.narod.ru/sc_group.html](http://sedok.narod.ru/sc_group.html)
3. Nedosekin A.O. Nechetko-mnozhestvennyi analiz riska fondovykh investitsii. - SPb.: Tipografiya «Sezam», 2002/ na saite// [http: sedok.narod.ru/sc_group.html](http://sedok.narod.ru/sc_group.html)
4. Nedosekin A.O. Finansovyi menedzhment na nechetkikh mnozhestvakh. M.: «Audit i finansovyi analiz», 2003/ na saite// [http: sedok.narod.ru/sc_group.html](http://sedok.narod.ru/sc_group.html)
5. Metodicheskie rekomendatsii po raschetu statisticheskikh pokazatelei zdorov'ya naseleniya i deyatel'nosti organizatsii zdravookhraneniya. - Utverzhdeny Ministerstvom zdravookhraneniya i sotsial'nogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii 24 maya 2005 g.
6. Prokhorov B.B., Gorshkova I.V., Shmakov D.I., Tarasova E.V. Obshchestvennoe zdorov'e i ekonomika. M.: MAKS Press, 2007. 288 s.
7. Borisov V.A. Demografiya. Uchebnik dlya vuzov. M.: NOTA BENE Media Treid Kompaniya, 2005. – 344 s.
8. Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik. 2010:Stat.sb./ Rosstat. M., 2010. – 813 s.
9. Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik. 2011:Stat.sb./ Rosstat. M., 2011. – 795 s.
10. Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik. 2012:Stat.sb./ Rosstat. M., 2012. – 786 s.
11. Demograficheskii ezhegodnik Rossii. 2010: Stat.sb./ Rosstat. M., 2010. – 525 s.
12. Demograficheskii ezhegodnik Rossii.2012: Stat.sb./ Rosstat. M., 2012. – 535 s.
13. Demograficheskii ezhegodnik Rossii.2013: Stat.sb./ Rosstat. M., 2013. – 543 s.
14. Kravchenko L.I. Demograficheskaya situatsiya v Rossii / na saite// <http://rusrand.ru/forecast/demograficheskaja-situatsiya-v-rossii/> 08.07.2014
15. Kontseptsiya demograficheskoi politiki rossiiskoi Federatsii na period do 2025 goda. Utverzhdena ukazom Prezidenta RF № 1351 ot 9 oktyabrya 2007. /na saite// <http://www.protown.ru/information/doc/4291.html/> 08.07.2014

УДК 311:61

Нечетко-множественная модель демографического здоровья населения

Ирина Леонидовна Макарова

Сочинский государственный университет, Российская Федерация
 354000, Краснодарский край, г. Сочи, ул. Советская, 26а
 Кандидат технических наук, доцент
 E-mail: ratton@mail.ru

Аннотация. Рассмотрен нечетко-множественный подход построения интегрального показателя с использованием нечетких классификаторов и матричной схемы. Проведена оценка показателя демографического здоровья по данным статистических наблюдений для субъектов российской Федерации, а также анализ результатов расчета, достоинств и недостатков алгоритма, перспектив его дальнейшего использования.

Ключевые слова: лингвистическая переменная; функции принадлежности; нечетко-множественная модель; нечеткий классификатор; интегральный показатель демографического здоровья.