

УДК 372.853

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА

Бондаренко П.В., Фокина Е.А., Трухляева А.А.

*ФГАОУ ВПО «Волгоградский государственный университет», Волгоград,
e-mail: bondarenko.volsu@gmail.com, fokina-ea@mail.ru, ann.tru@mail.ru*

Данная статья посвящена рассмотрению методологических аспектов оценки качества жизни населения. Разработанная методика позволяет определить интегральный показатель качества жизни населения региона. Схематично отражены основные этапы расчета интегрального показателя качества жизни населения. В работе приводится система показателей, сгруппированных по функциональным блокам с учетом корреляционного и кластерного анализа. Приводится соответствующий математический аппарат и алгоритм его практического использования при обработке статистических данных. Для определения весовых функций предлагается использовать матрицу, состоящую из двух систем весов, включающих правило Фишберна и теорию нечеткого множества. Первая система весов на основе правила Фишберна определяет максимум энтропии наличной информационной неопределенности об объекте исследования. Основой второй системы весов является теория нечеткого множества, позволяющая описать качественные характеристики качества жизни населения.

Ключевые слова: качество жизни, оценка качества жизни, интегральный показатель, нечеткие множества, правила Фишберна

APPLICATION OF THE THEORY OF FUZZY SETS FOR ASSESSMENT OF THE QUALITY OF LIFE POPULATION OF THE REGION

Bondarenko P.V., Fokina E.A., Trukhlyaeva A.A.

*Federal State Autonomous Institution of Higher Professional Education, Volgograd State University,
Volgograd, e-mail: bondarenko.volsu@gmail.com, fokina-ea@mail.ru, ann.tru@mail.ru*

This article deals with the methodological aspects of the evaluation of the quality of life of the population. The proposed methodology will determine the integral index of quality of life in the region. The main stages of the calculation of the integral index of quality of life are reflected in the form of the scheme. The paper presents a system of indicators, grouped by function blocks based on the correlation and cluster analysis. The drive complies with the mathematical formalism and algorithm of its practical use in the processing of statistical data. To determine the weight functions are proposed to use a matrix consisting of two systems of weights includes the right Fishburne and the theory of fuzzy sets. The first system of weights based on the rule specifies the maximum entropy Fishburne cash information uncertainty of the research object. The basis weights of the second system are a fuzzy set theory, which allows describing the qualitative characteristics of quality of life.

Keywords: quality of life, assessment of quality of life, integral index, fuzzy sets, rule Fishburne

На современном этапе общественного развития стратегической целью функционирования как регионов, так и страны в целом является достижение высокого уровня жизнеобеспечения населения.

В Российской Федерации основная нагрузка в решении социальных проблем возложена на органы государственной власти субъектов федерации и органы местного самоуправления. Именно они должны разрабатывать и реализовывать мероприятия, обеспечивающие поддержание общенациональных стандартов жизни населения и выполнение социальных обязательств на всей территории страны с учетом территориальных особенностей и различий [3]. Необходимость учета территориальной специфики обусловлена многообразным региональным укладом социально-экономической жизни России, различными природно-климатическими условиями, особенностями географического положения регионов, менталитета, политической ситуации и другими фактора-

ми, тем или иным образом влияющими на уровень развития региональной экономики, состояние инфраструктуры и социальной сферы, демографической ситуации, институтов гражданского общества, экологической устойчивости и т.п. В силу этого при разработке задач, направлений и конкретных мер в области социальной политики в каждом отдельном российском регионе требуется глубокий и всесторонний анализ локальных факторов.

Качество жизни – это важнейшая экономическая категория, отражающая состояние не только социальной, но и экономической сферы общества. По причине многогранности исследуемой категории среди современных исследователей нет единства в определении качества жизни населения, данная категория по-прежнему остается дискуссионной. Можно выразить убеждение в том, что качество жизни следует рассматривать как объективно-субъективную характеристику условий существования человека,

его благосостояния, социального и духовного развития, а также субъективных представлений и оценок удовлетворения своей жизнью. При конкретизации измерения качества жизни актуальны показатели, отражающие степень удовлетворенности человека материальными благами, доступностью и качеством медицины, образования, состоянием окружающей среды, безопасностью, свободой. В настоящее время не существует обобщенной концепции и единой методики оценки качества жизни населения, учитывающей все сферы удовлетворенности населения своей жизнью с точки зрения различных потребностей и интересов.

Наибольшую известность при оценке качества жизни получил индекс развития человеческого потенциала, который используется специалистами ООН для исследования уровня жизни различных стран [1]. Индекс представляет собой среднее арифметическое трех обобщенных показателей, отражающих различные аспекты уровня жизни населения: индекса продолжительности жизни; индекса достигнутого уровня образования; индекса уровня жизни, скорректированного реального ВВП на душу населения. Но данный индекс не в полной мере отражает прогресс цивилизации, а именно экологические аспекты, уровень развития культурно-нравственного развития общества, доходы населения и т.д. Для

оценки качества жизни необходимо учитывать комплексный набор показателей, характеризующий уровень развития физических, духовных и социальных потребностей и степень их удовлетворения, а также условия в обществе для развития и удовлетворения этих потребностей. Для того чтобы полученный результат в наиболее полной мере описывал социально-экономическое развитие региона, необходимо разработать математический аппарат для расчета интегрального показателя качества жизни населения.

Предлагаемая авторами методика оценки интегрального показателя качества жизни основана на применении правила Фишберна и теории нечеткого множества. Отличительной особенностью предложенной методики является использование нового подхода в использовании математического аппарата для оценки интегрального показателя качества жизни населения.

Методика оценки качества жизни включает в себя выполнение следующих последовательных действий (рис. 1).

На первом этапе для оценки качества жизни авторами было отобрано двадцать девять показателей, которые были сгруппированы в восемь функциональных групп (рис. 2). Показатели отобраны с учетом корреляционного анализа и сгруппированы в функциональные блоки на основе кластерного анализа.



Рис. 1. Методика определения интегрального показателя качества жизни населения

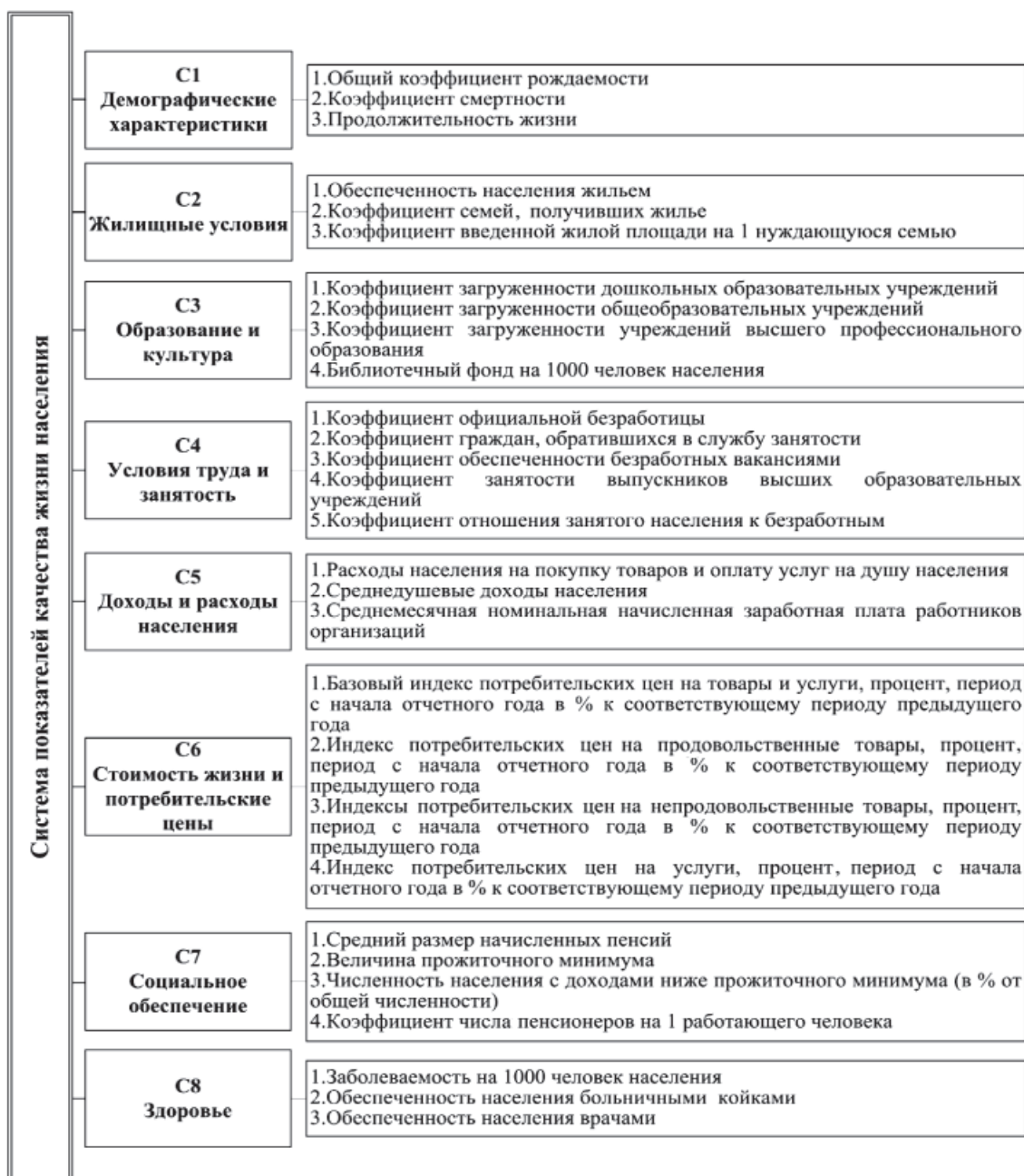


Рис. 2. Система показателей качества жизни населения

Вторым этапом методики является стандартизация значений статистических показателей. Все выбранные показатели имеют различные единицы измерения, поэтому для целесообразного проведения операций сопоставления между ними привели их к стандартизованному виду, используя метод линейного масштабирования [2]. При использовании данного метода значения каждого показателя агрегированы в интервале от 0 до 1.

В применяемой формуле масштабированное значение получается в результате

деления разности наблюдаемого и минимального значения переменной на ее размах. Если показатель положительно влияет на качество жизни населения, то показатели – стимулы рассчитываются по следующей формуле:

$$X_i^+ = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad (1)$$

где x_i – значение показателя для конкретного региона; x_{\max} , x_{\min} – соответственно максимальное и минимальное значения

показателей, которые определяются для всего временного периода.

Если показатель отрицательно влияет на уровень жизни населения, то показатели – де-стимулы, рассчитываются следующим образом:

$$X_i^- = 1 - \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}. \quad (2)$$

На третьем этапе объединили агрегатные показатели в частные по каждой функциональной группе с помощью средней геометрической величины:

$$C_j = \sqrt[j]{\prod(X_i)}, \quad (3)$$

где C_j – частный показатель j -й функциональной группы.

Для формирования интегрального показателя качества жизни населения по региону произвели свертку всех частных показателей с соответствующим весом по каждой функциональной группе. В качестве весов выбрали матрицу, состоящую из двух типов весов, определенных по правилу Фишберна и на основании теории нечеткого множества. Следовательно, четвертым этапом предложенной методики будет формирование матрицы весов для всех показателей функциональных групп.

Согласно правилу Фишберна [4], необходимо сопоставить каждому частному показателю функциональной группы C_j уровень его значимости n_k и провести его оценку, расположив все показатели по порядку убывания значимости так, чтобы выполнялось правило

$$n_1 > n_2 > \dots > n_k. \quad (4)$$

Определив уровень значимости n_k для каждого показателя функциональной группы C_j , весовые коэффициенты вычисляются согласно правилу Фишберна следующим образом:

$$\omega_j = \frac{2(N-j+1)}{(N+1)N}, \quad (5)$$

где ω_j – весовой коэффициент Фишберна для показателя функциональной группы C_j ; N – общее количество функциональных групп; j – порядковый номер показателя C_j .

Правило Фишберна отражает тот факт, что уровень значимости показателей определяется только соотношением (4). Следовательно, оценка (5) определяет максимум энтропии наличной информационной неопределенности об объекте исследования.

Для определения второго типа весов функциональных групп введем следующее:

нечеткие множества состояний, основанных на естественном языке:

1. Нечеткое множество A_i $\{i = 1, \dots, 4\}$, характеризующее принадлежность качества жизни населения функциональных групп C_j , разбивается на четыре подмножества состояний: A_1 – нечеткое подмножество «низкое качество жизни» (НКЖ); A_2 – нечеткое подмножество «удовлетворительное качество жизни» (УКЖ); A_3 – нечеткое подмножество «хорошее качество жизни» (ХКЖ); A_4 – нечеткое множество «высокое качество жизни» (ВКЖ). Носитель множества A_i принимает значение в диапазоне от нуля до единицы согласно предложенной методике свертки показателей функциональных групп C_j .

2. Для показателей функциональных групп C_j зададим следующее множество его значений B_j , которое также разбивается на четыре подмножества: B_1 – подмножество НКЖ показателя C_j ; B_2 – нечеткое подмножество УКЖ показателя C_j ; B_3 – нечеткое подмножество ХКЖ показателя C_j ; B_4 – нечеткое множество ВКЖ показателя C_j . Затем, каждому показателю C_j приводится в соответствие функция принадлежности $\mu_{i,j}(C_j)$ $\{j = 1, \dots, 4\}$, отражающая степень принадлежности показателя функциональной группы подмножеству A_j , значения которой лежат в диапазоне от нуля до единицы.

Авторами работы в качестве функции принадлежности нечеткого множества была предложена трапециевидная форма, которая позволяет задавать ядра нечеткого множества и однозначно характеризует принадлежность рассматриваемого показателя к нечеткому множеству A_i . Трапециевидную форму нечеткого множества можно представить в следующем виде:

$$\mu_{i,j}(C_j) = \begin{cases} 0, & x < a; \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b; \\ 1, & b \leq x \leq c; \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d; \\ 0, & b \leq x, \end{cases} \quad (6)$$

где $[a, d]$ – носитель нечеткого множества, содержащий пессимистическую оценку значений переменной; $[b, c]$ – ядро нечеткого множества, содержащее оптимистическую оценку значений переменной.

Верхнее основание трапеции соответствует полной уверенности эксперта в принадлежности соответствующего введенного нечеткого подмножества, а нижнее – уверенность в том, что ни одно из значений интервала $[0, 1]$ не попадает в выбранное нечеткое подмножество (рис. 3).

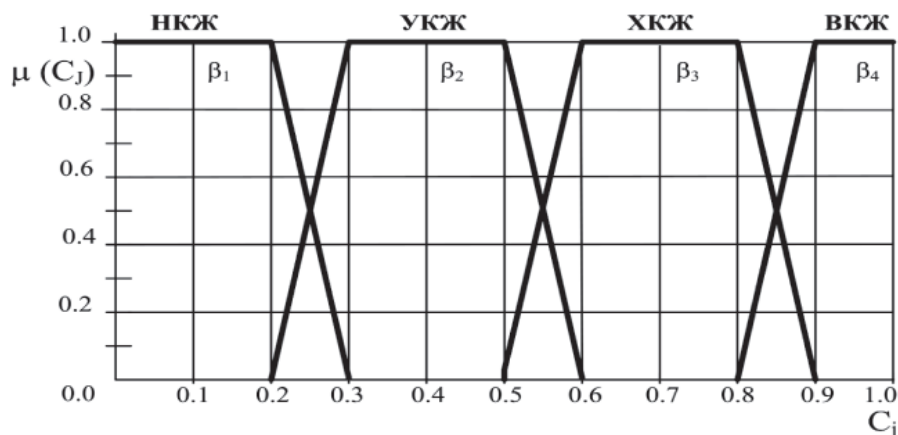


Рис. 3. Трапецевидная функция принадлежности

В трапецевидной функции принадлежности для каждого нечеткого подмножества V_j можно выделить ядра, где данная функция принимает значение, равной единице. Серединой ядра являются узловые точки $\beta_j \{j = 1, \dots, 4\}$ нечетких подмножеств, которые принимают следующие значения: $\beta_j = \{0,1; 0,1; 0,1; 0,05\}$ [5].

На основании рассчитанных весов Фишберна ω_j , значений узловых точек β_j и значений функций принадлежности $\mu_{i,j}(C_j)$ формируется матрица преобразования двух систем весов:

$$\gamma_j = \omega_j \beta_j \mu_{i,j}(C_j). \quad (7)$$

Определив матрицу преобразования двух типов весов для каждой функциональной группы, на пятом этапе можно определить интегральный показатель качества жизни. Он определяется как свертка всех частных показателей функциональных групп с соответствующей величиной матрицы весов по каждой группе:

$$I = \sum_{j=1}^n C_j \gamma_j. \quad (8)$$

На заключительном, шестом этапе, необходимо провести ранжирование городов региона по интегральному показателю качества жизни с целью построения рейтинга для проведения аналитического анализа полученных результатов.

Таким образом, предложенная методика оценки интегрального показателя качества жизни населения позволит проводить мониторинг социально-экономического развития региона, а также может служить индикатором работы государственных органов власти и отражать результат ведения эффективной политики страны.

Список литературы

1. Бобков В.Н. Качество жизни: концепция и измерение. – М.: ВЦУЖ, 1998. – 34 с.
2. Спиридонов С.П. Индикаторы качества жизни и методологии их формирования // Вопросы современной науки и практики. – 2010. – № 10–12(31). – С. 208–223.
3. Указ Президента Российской Федерации «Об основных положениях региональной политики в Российской Федерации» от 3 июня 1996 года № 803. // Российская газета. – 11 июня 1996.
4. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
5. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику: монография. – Винница: Континент-Прим, 2003. – 198 с.

References

1. Bobkov V.N. Kachestvo zhizni: koncepciya i izmerenie. M.: VCUZH, 1998. 34 p.
2. Spiridonov S.P. Indikatory kachestva zhizni i metodologii ih formirovaniya // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. 2010. no. 10–12(31). pp. 208–223.
3. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii «Ob osnovnyh polozheniyah regionalnoj politiki v Rossijskoj Federacii» ot 3 iyunya 1996 goda no. 803. // Rossijskaya gazeta. 11 iyunya 1996.
4. Fishbern P. Teoriya poleznosti dlya prinyatiya reshenij / P. Fishbern. M.: Nauka, 1978. 352 p.
5. SHtovba S.D. Vvedenie v teoriyu nechetkih mnozhestv i nechetkuyu logiku: Monografiya. Vinnica: Kontinent-Prim, 2003. 198 p.

Рецензенты:

Курченков В.В., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой государственного и муниципального управления, ФГАОУ ВПО «Волгоградский государственный университет», г. Волгоград;

Рогачев А.Ф., д.т.н., заведующий кафедрой математического моделирования и информатики, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», г. Волгоград.