

## МЕТОДЫ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ И ВЛОЖЕННЫХ ЛИНЕЙНЫХ СВЕРТОК В ЗАДАЧЕ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВЯЗАННОГО СО ЗДОРОВЬЕМ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ

*М.П. Дьякович<sup>1,2</sup>, И.А. Финогенко<sup>3</sup>*

*(<sup>1</sup> Ангарск, Ангарский государственный технический университет, <sup>2</sup> Ангарск, Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований СО РАН, <sup>3</sup> Иркутск, Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН)  
e-mail: fin@icc.ru, marik9914@rambler.ru*

## METHODS OF ANALYSIS OF HIERARCHIES AND ENCLOSED LINEAR CONVOLUTIONS IN PROBLEM OF CONSTRUCTION OF INTEGRATED PARAMETERS OF THE HEALTH-RELATED QUALITY OF LIFE

*M. Diakovich<sup>1,2</sup>, I. Finogenko<sup>3</sup>*

*(<sup>1</sup>Angarsk, Angarsk State Technical University; Angarsk, <sup>2</sup>East-Siberian Institute of Medical and Environmental Research; Irkutsk, <sup>3</sup>Matrosov Institute of System Dynamics and Control Theory of SB RAS)*

**Abstract.** In the article, the authors continue studies that are devoted to assessing the health-related quality of life (HRQoL). The method of constructing the integral indicator of HRQoL as a multidimensional and heterogeneous system is proposed in this article. The structural model of HRQoL is constructed using a standardized Russian version of the MOS SF-36 health survey. The main problem of choosing the weighting coefficients for the embedded linear convolution of the vector scores of HRQoL scales is solved using the hierarchy analysis method. This method allows researchers to convert the qualitative characteristics of the structural model of HRQoL into quantitative ones.

**Key words:** health-related quality of life, structural model method of hierarchy analysis method, matrix of pair wise comparisons, enclosed linear convolution, integrated parameters

**Введение.** В настоящей статье авторы продолжают исследования связанного со здоровьем качества жизни (СЗКЖ) на уровне индивида [1]. Понятие «качество жизни», привлекающее внимание медиков и социологов, экономистов и психологов отлично от понятия «уровень жизни», характеризующего уровень потребления благ и услуг, для удовлетворения основных жизненных потребностей людей. Уровень жизни можно достаточно объективно измерять, основываясь на нормативных документах и статистических данных. В то же время качество жизни определяется субъективным восприятием индивидом своего физического, психологического, эмоционального и социального функционирования и поддается лишь качественному описанию. Согласно определению ВОЗ здоровье – это полное физическое, психологическое и социальное благополучие человека, а не просто отсутствие заболевания. Поэтому, если говорить о СЗКЖ, то следует рассматривать эти три его составляющие. Разумеется, все они взаимосвязаны и каждая из них имеет свои составляющие характеристики и критерии

Одним из частых способов их измерения на уровне индивида является медико-социальное исследование, включающее структурированное интервью на основе опросника MOS SF-36 [2]. Опросник содержит 36 пунктов, сгруппированных в 8 шкал. Показатели каждой шкалы варьируют между 0 и 100 баллами, где 100 баллов означает полное отсутствие ограничений или нарушений здоровья индивида. Все шкалы формируют два обобщенных показателя: РНС – общий компонент физического здоровья и МНС – общий компонент психического здоровья .

К компоненту физического здоровья относятся:

4. PF– физическое функционирование.
5. RP – ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием.
6. BP– интенсивность боли.
7. GH– общее состояние здоровья.

К компоненту психического здоровья относятся:

1. VT– жизненная активность.
2. SF – социальное функционирование.
3. RE– ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием.
4. MH– психическое здоровье.

Таким образом, мы имеем 8 частных шкал, показатели которых варьируют между 0 и 100 баллами (100 баллов означает полное отсутствие ограничений или нарушений здоровья индивида) и 2 общих шкалы, которые дают интегральную характеристику СЗКЖ – QoL (Quality of Live). Иерархическую или структурную модель СЗКЖ представим на рис. 1.

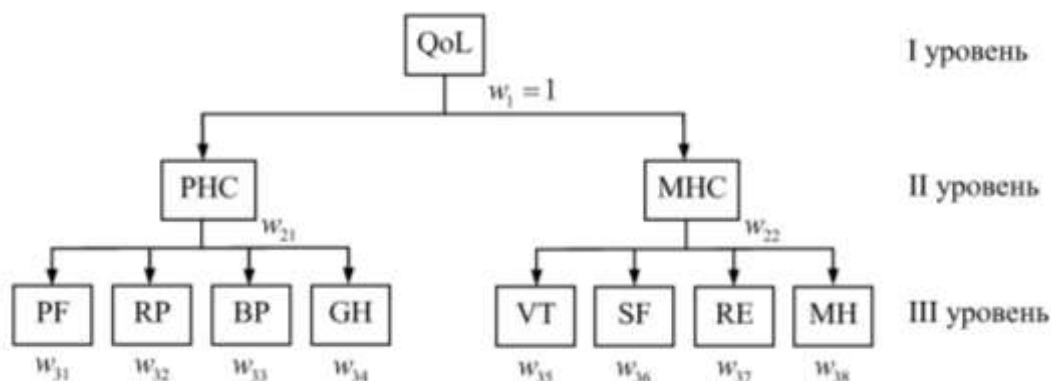


Рис. 1. Иерархическая модель СЗКЖ

Наша цель - построить интегральный показатель СЗКЖ, как скалярную функцию от показателей нижнего уровня модели. Значения этой функции и весовых коэффициентов после нормирования будут заключены между 0 и 1. и значению интегрального показателя, равному 1 должно соответствовать полному отсутствию ограничений или нарушений здоровья индивида. Поставленную цель мы достигаем путем комбинирования двух известных методов – метода анализа иерархий (МАИ) и метода вложенной линейной свертки, которые будут представлены ниже.

**Методика построения интегрального показателя СЗКЖ.** Для достижения цели нашего исследования необходимо решить задачу многокритериального анализа определения относительной значимости критериев исследуемой системы. Решение ее методами простого опроса экспертов, которые обладают лишь информацией качественного характера, неизбежно привносит элементы субъективности, а значит, может привести к серьезным ошибкам. Одним из современных способов перевода качественной информации об объекте в количественную (в весовые коэффициенты) является МАИ, который возник в середине прошлого столетия в трудах американского математика Т. Саати [3,4] и хорошо зарекомендовал себя во многих областях человеческой деятельности - экономике, энергетике и даже политике. Но в медицине и социологии этот метод не нашел еще должного применения.

Первым шагом МАИ является декомпозиция исследуемого объекта и построение его иерархической модели. Для СЗКЖ мы остановимся на модели, представленной на рис. 1, хотя могут быть и другие. Затем на каждом уровне иерархии составляется матрица парных сравнений критериев с элементами  $a_{ij}$  - интенсивностями предпочтения критерия  $K_i$  по отношению к критерию  $K_j$ . Критерии сравниваются попарно по отношению к их воздействию на общую для них характеристику. Результатом парного сравнения набора критериев  $K_1, K_2, \dots, K_n$  является квадратная матрица:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n} \\ a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2n} \\ \dots \dots \dots \\ a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nn} \end{pmatrix}$$

Число сравниваемых критериев не должно превосходить 9 – психологического барьера эксперта. Матрица парных сравнений обладает свойством обратной симметричности:  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ . На диагонали этой матрицы стоят единицы. Вектор  $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  весовых коэффициентов является решением линейного уравнения

$$Aw = \lambda_{\max} w, \quad (1)$$

где  $\lambda_{\max}$  – наибольшее собственное значение матрицы  $A$  и его отклонение от размерности матрицы служит некоторой мерой ее согласованности, по которой можно судить об обоснованности (непротиворечивости) парных сравнений. Эта мера называется отношением согласованности (ОС) и оно считается приемлемым, если не превышает 10%.

Для иерархической модели СЗКЖ, представленной на рис. 1, мы получим одну квадратную матрицу размерности 2 на втором уровне и две размерности 4-на третьем уровне модели. Решением трех систем уравнений вида (1) с этими матрицами будут найдены все весовые коэффициенты. Вложенная линейная свертка имеет вид

$$J(w, x) = w_{21} \sum_{i=1}^4 w_{3i} x_{3i} + w_{22} \sum_{i=5}^8 w_{3i} x_{3i}, \quad (2)$$

где  $x_{3i}$  – результат обработки анкет в баллах от 0 до 100 для шкал 3-го уровня иерархии,  $w_{21}, w_{22}$  – весовые коэффициенты двух шкал второго уровня,  $w_{3i}, i = 1, \dots, 8$ , весовые коэффициенты шкал третьего уровня, заключенные между 0 и 1 и полученные с использованием МАИ. Суть вложенной линейной свертки состоит в том, компонентами сверток вышестоящего уровня иерархии являются уже построенные ранее свертки нижестоящих уровней, начиная с самого нижнего. Это позволяет увеличивать размерность исследуемых систем и учитывать влияние критериев нижних уровней на вышестоящие вплоть до цели иерархической модели. Интегральный показатель СЗКЖ запишется в виде

$$I(w, x) = J(w, x)/100, \quad (3)$$

Значения интегрального показателя лежат в пределах от 0 до 1 и КЖ индивида будет тем лучше, чем его  $I(w, x)$  будет ближе к 1.

**Заключение.** Для построения интегрального показателя СЗКЖ выполняются следующие шаги.

1. Строится иерархическая модель. Здесь мы остановились на модели, основанной на опроснике КЖ MOS SF-36. Другие иерархии СЗКЖ можно найти в [5].
2. Определяются матрицы парных сравнений.
3. Находятся весовые коэффициенты из решения уравнения (1) и ОС. Для этого используются приближенные методы (см. [4]). Если ОС является неудовлетворительным для какой-либо матрицы, то эта матрица пересматривается.
4. Записывается вложенная линейная свертка (2) и интегральный показатель (3).

Использование векторных критериев оценки состояния исследуемого объекта неизбежно приводит к появлению несравнимых состояний. Скаляризация векторных критериев (см. [6]) в виде линейной свертки или интегрального показателя решает эту проблему, но при этом мы получаем некоторую усредненную характеристику состояния объекта.

Интегральный показатель может также служить механизмом обратной связи между субъектом и объектом управления для улучшения состояния объекта. В этом случае  $I(w, x)$  рассматривается, как целевая функция. Ее наибольшее значение известно – оно равно 1. По-

этому речь может идти лишь об оптимальном пути достижения этого значения. Любая функция векторного аргумента растет быстрее всего в направлении своего градиента. В данном случае это будет вектор весовых коэффициентов. Поэтому для быстрого достижения интегральным показателем своего наибольшего значения (при условии, что все показатели шкал нижнего уровня модели принимают значения, равные 100 баллов) из определенного начального состояния индивида показатели шкал третьего уровня иерархии следует менять пропорционально их весовым коэффициентам. При этом коэффициент пропорциональности должен быть одним и тем же для всех показателей. Если один или несколько показателей достигают своего наибольшего значения, равного 100, то дальнейшему изменению подлежат лишь оставшиеся показатели. Задача решается за конечное число шагов, не превышающее 8.

Результаты, полученные в ходе исследования, могут быть использованы для интегральной оценки СЗКЖ индивида как объекта управления в здравоохранении и социальной политике и для выработки управляющих решений по его улучшению.

## ЛИТЕРАТУРА

8. Diakovich M., Finogenko I., Blokhin A. Information support of health-related quality of life of patients with occupational diseases // Proc. of Intern. Conf. «Information Technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine» (ITSMSSM 2016). Tomsk, 2016. - P. 153–156.
9. Ware J.E., Sherbour C.D. The MOS 36-item short form health survey: conceptual framework and item selection. Medical Care, 1992. Vol. 30. - P. 473-483.
10. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Аналитические сети. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2001. - 357с.
11. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем: Пер с англ. - М.: Радио и связь, - 1993. – 224 с.
12. Качество жизни, связанное со здоровьем/ под общ. ред. В.С. Рукавишникова. – Иркутск: Восточно-Сибирский научный центр экологии человека СО РАМН. 2012. – 167 с.
13. Черноруцкий И.Г. Методы оптимизации и принятия решений. - СПб.: Лань, 2001. - 384с.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА ПО РЕКОНСТРУКЦИИ И МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ФИНАНСОВУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Н.И. Зобнина<sup>1</sup>, М.В. Рыжкова<sup>1,2</sup>*

*(1 – г. Томск, Томский университет систем управления и радиоэлектроники)*

*(2 – г. Томск, Томский политехнический университет)*

*e-mail: marybox@tpu.ru*

## MANUFACTURING IMPROVEMENTS PROJECT AND ITS IMPACT ON FINANCIAL OUTCOME

*N.I. Zobnina, M.V. Ryzhkova*

*(1 – Tomsk, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics)*

*(2 – Tomsk, Tomsk Polytechnic University)*

**Abstract:** In response to changes in the external conditions of the oil and gas processing industry, the requirements for the equipment of the oil refinery are forced to change, which calls for the implementation of investment projects. The article considers the data on the implementation of the project for the reconstruction of the primary oil refinery, shows its main technical and economic indicators, examines the direction of the project's impact on the financial performance of the enterprise as a whole.

**Key words:** investment, production, financial results, equipment renewal, oil and gas industry.