

EDN: JCTHPP
УДК 504.064.3

Multicriteria Approach to Assessing Quality of Life Population the Krasnoyarsk Region on Basis of Generalized Desirability Function

Irina M. Popel'nitskaia^{*a}, Marina G. Khromova^a,
Evgenii V. Popel'nitskii^b, Anatolii V. Bukharov^a
and Anna R. Semenova^a

^a*Siberian Federal University
Krasnoyarsk, Russian Federation*

^b*Siberian Law Institute of the Ministry
of Internal Affairs of the Russian Federation
Krasnoyarsk, Russian Federation*

Received 25.04.2023, received in revised form 05.06.2023, accepted 19.06.2023

Abstract. The article considers an approach assessing quality of life population municipal territories of Krasnoyarsk region on basis of generalized desirability function.

The Harrington's desirability function is successfully used in solving optimization problems in various fields of research. In positive qualities, scientists mark continuity, monotony and smoothness, i.e. qualities necessary for convolution of dissimilar information. Subjectivism (when assigning scales or weighting coefficients) and diversity of information (in terms of the rate of change or significance of features) undergoing convolution are disadvantages. Material was studied using statistical analysis of demographic, social, environmental, economic and health data from 2017 to 2021, a mathematical method – generalized desirability function. This technique made it possible to assess quality of life population Krasnoyarsk Territory by 30 parameters. Source data is taken from official website of Federal State Statistics Service, *Ministry Environment and Rational Management* of the *Krasnoyarsk Krai*.

Multicriteria approach makes it possible to comprehensively assess the quality to life for population in region and compare selected territories. As a consequence of the study, using generalized desirability function, a rating of municipal districts of the Krasnoyarsk Territory in terms of quality of life was obtained, which is shown through the geographic information system QGIS. The indicator quality of life population in five municipalities of the kra: Abansky, Bogotolsky, Idrinsky, Karatuzsky and Krasnoturansky can be considered good, Taseyevsky and Berezovsky districts fell into the range with a poor (low) indicator of quality life, in all other municipalities this indicator can be considered satisfactory.

Analysis quality of life by macro-regions showed diversity of indicator for municipal districts included in them. The highest average values of parameter are noted in Southern

and Western regions, in all other macro-regions the average values can be considered satisfactory.

In order to preserve human capital in territory of the region, it's necessary to improve quality of environment, improve demographic situation, and improve quality of medical care.

The practical significance concludes in identifying socio-ecological and economic rating municipalities of the Krasnoyarsk Territory, on basis of which measures will can be taken to improve quality life of studied region.

Keywords: quality of life, territory rating, statistical indicators, environment, desirability function.

Research area: economics.

Citation: Popel'nitskaia I. M., Khromova M. G., Popel'nitskii E. V., Bukharov A. V., Semenova A. R. Multicriteria approach to assessing quality of life population the Krasnoyarsk region on basis of generalized desirability function. In: *J. Sib. Fed. Univ. Humanit. soc. sci.*, 2023, 16(9), 1592–1599. EDN: JCTHPP



Многокритериальный подход к оценке качества жизни населения территорий Красноярского края на основе обобщённой функции желательности

И.М. Попельницкая^а, М.Г. Хромова^а,
Е.В. Попельницкий^б, А.В. Бухаров^а, А.Р. Семёнова^а

^аСибирский федеральный университет
Российская Федерация, Красноярск

^бСибирский юридический институт МВД России
Российская Федерация, Красноярск

Аннотация. В статье рассмотрен подход к оценке качества жизни населения муниципальных территорий Красноярского края на основе обобщённой функции желательности.

Функция желательности Харрингтона успешно применяется при решении оптимизационных задач в различных областях исследований. В положительных свойствах исследователи отмечают непрерывность, монотонность и гладкость, то есть свойства, необходимые для свёртки разнородной информации. К недостаткам относят субъективизм (при назначении шкалы или весовых коэффициентов) и разнородность информации (по скорости изменений или значимости признаков), подвергающейся свёртке.

Исследование материала проводилось с помощью статистического анализа демографических, социальных, экологических, экономических, данных здравоохранения с 2017 по 2021 годы, математического метода – обобщённой функции желательности. Данная методика позволила оценить качество жизни населения Красноярского края по 30 показателям. Исходные данные взяты с официального

сайта Федеральной службы государственной статистики, Министерства экологии и рационального природопользования Красноярского края.

Многокритериальный подход позволяет комплексно оценить качество жизни населения региона и сравнить выбранные территории. В результате исследования с помощью обобщённой функции желательности был получен рейтинг муниципальных районов Красноярского края по качеству жизни, который отображён через геоинформационную систему QGIS. Показатель качества жизни населения в пяти муниципальных образованиях края: Абанском, Боготольском, Идринском, Каратузском и Краснотуранском можно считать хорошим, в диапазон с плохим (низким) показателем качества жизни попали Тасеевский и Березовский районы, во всех остальных муниципальных образованиях данный показатель можно считать удовлетворительным. Анализ качества жизни по макрорегионам показал неоднородность уровня для входящих в них муниципальных округов. Наиболее высокие средние значения параметра отмечены в Южном и Западном, во всех остальных макрорегионах средние значения можно считать удовлетворительными.

Для сохранения человеческого капитала на территории края необходимо улучшать качество окружающей среды, улучшать демографическую ситуацию, повышать уровень и качество медицинского обслуживания.

Практическая значимость работы заключается в выявлении социально-экологического рейтинга муниципальных образований территории Красноярского края, на основе которого могут быть реализованы мероприятия, направленные на улучшение качества жизни населения Красноярского края.

Ключевые слова: качество жизни, рейтинг территорий, статистические показатели, окружающая среда, функция желательности.

Научная специальность: 08.00.00 – экономические науки.

Цитирование: Попельницкая И.М., Хромова М.Г., Попельницкий Е.В., Бухаров А.В., Семёнова А.Р. Многокритериальный подход к оценке качества жизни населения территорий Красноярского края на основе обобщённой функции желательности. *Журн. Сиб. федер. ун-та. Гуманитарные науки*, 2023, 16(9), 1592–1599. EDN: JCTHPP

Введение

Человеческий капитал служит одним из важнейших ресурсов экономики, а его формирование и привлечение зависят от уровня и качества жизни населения. Проблема низкого уровня и качества жизни населения является первостепенным предметом обсуждения государственного и (или) регионального развития. В целях нахождения возможных путей решения данного вызова требуется всесторонне изучить условия нескольких жизненных сфер с помощью рассмотрения значимых показателей. В работе проанализированы такие показатели, как уровень безработицы и заработной платы, воздействие на окружаю-

щую среду, качество и доступность питьевой воды, демографические показатели, заболеваемость населения и другие.

Понятие «качество жизни» является междисциплинарным, поскольку его изучают многие – экономисты, социологи, психологи, лингвисты, биологи, экологи и другие исследователи. В работе для оценки качества жизни населения муниципальных образований (МО) Красноярского края применён многокритериальный подход, основанный на обобщённой функции желательности (ОФЖ), который позволяет исследовать разнородные параметры. При определении ОФЖ считают, что «интегральная оценка включает в себя этап, в котором произво-

дится обобщение разнородных показателей с учётом их влияния в результирующую (общую) оценку» (Dmitriev, 2009). Таким интегральным показателем является обобщённая функция желательности, предложенная Е.С. Харрингтоном в 1963 году. Её можно использовать для оценки качества жизни на территории региона, одновременно учитывая параметры разных жизненных сфер.

В исследовании использована методика обобщённой функции желательности, которая позволяет получить желаемые, целесообразные результаты. Особенности данной функции заключаются в том, что она позволяет сравнивать разнородные показатели и величины, которые можно измерять в различных единицах, – физические, экономические, экологические, демографические, социальные показатели, далее их объединить.

Цель исследования – оценка качества жизни населения муниципальных образований Красноярского края.

Материалы и методы

Для расчёта показателя качества жизни населения исходные данные взяты с официального сайта Федеральной службы государственной статистики (*gks.ru*), а также государственных докладов «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае» Министерства экологии и рационального природопользования Красноярского края за период с 2017 по 2021 гг.

Функция желательности обычно обозначается буквой *d* и является «способом перевода натуральных значений в единую

безразмерную числовую шкалу с фиксированными границами от 0 до 1. Значения функции желательности и отклика приведены в табл. 1 (Gelashvili, 2014).

Использование функции желательности объясняется разными единицами измерения выбранных параметров (*человек, тонны, м³, т/год, руб., процентная доля*), которые невозможно усреднить и сравнить между собой (Liubushin, Brikach, 2014). С помощью ОФЖ существует возможность переводить различные параметры в единую числовую шкалу, таким образом, устраняя вышеуказанную проблему (Vorobeichik, 1994).

В общем виде обобщённая функция желательности рассчитывается по формуле среднего геометрического взвешенного набора вещественных чисел ($d_1 \dots d_n$) без учёта вещественных весов (Kuznetsov, Bednova, Andriushin, 2014) и определяется как:

$$D = \sqrt[n]{d_1 d_2 \dots d_n}, \quad (1)$$

где d_i – частная функция желательности; n – число показателей.

Первоначальным звеном в нахождении ОФЖ является определение списка частных параметров оценки (критерии, по которым оценивается какой-либо объект). Для оценки качества жизни населения были отобраны следующие показатели: уровень безработицы по муниципальным образованиям, заболеваемость, мощность коечного фонда, обеспеченность врачами и средним медицинским персоналом, демографические показатели. Далее для каждого параметра были установлены границы допусти-

Таблица 1. Базовые значения шкалы желательности
Table 1. Basic values of the desirability scale

Количественные значения на шкале желательности	Желательность значения отклика
$0,80 \leq D \leq 1,00$	Очень хорошо
$0,63 \leq D < 0,80$	Хорошо
$0,50 \leq D < 0,63$	Удовлетворительно
$0,20 \leq D < 0,50$	Плохо
$0,00 \leq D < 0,20$	Очень плохо

мых значений «минимум» и «максимум» по всем МО Красноярского края за исследуемый период.

В качестве частных функций можно выбрать любой критерий (показатель). Частные значения функции желательности вычисляли по формуле:

$$d_i = \exp(-\exp\{b_{0i} + b_{1i}y_i\}), \quad (2)$$

где коэффициенты b_{0i} и b_{1i} рассчитываются с учётом линейных соотношений, принятых как «хорошие» (0, 63) и «плохие» (0, 37), а также с учётом используемых показателей, где «хорошие» значения соответствовали максимальному значению параметра, а плохие – минимальному. Для каждого показателя находили значения коэффициентов из системы уравнений:

$$\begin{cases} b_{0i} + a_{1i}b_{1i} = 0,772 \\ b_{0i} + a_{2i}b_{1i} = -0,476 \end{cases}, \quad (3)$$

где a_{1i} и a_{2i} выбирают для каждого выбранного показателя исходя из условий их минимального и максимального воздействия соответственно.

Для экологических показателей, таких как выбросы загрязняющих веществ, сбросы очищенных и неочищенных вод в поверхностные источники, обеспеченность населения питьевой водой надлежащего качества, где минимальное значение является желательным и должно равняться 0, частные функции желательности рассчитывали по формуле:

$$d_i = \frac{2(x_i * x_{min})}{(x_i^2 + x_{min}^2)}, \quad (4)$$

где x_i – значение, исследуемого параметра, а x_{min} – его наименьшее значение (Basurov, 2013). Всего использовали 30 показателей.

Для обработки и представления результатов использовались: система QGIS и пакет анализа «STATISTICA 10».

Результаты и обсуждение

Для улучшения качества жизни важны не только высокие социально-экономические показатели, но и экологически ориентированное развитие эконо-

мики. Для оценки состояния окружающей среды существует большое количество показателей, которые классифицируются по схеме, предложенной ЕЭК ООН и ЕАОС, включающей показатели, оказывающие давление на природную среду, – выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сброс сточных вод, бытовое водопотребление, образование отходов, загрязнение почв, а также факторы воздействия – качество питьевой воды, изъятие земель из продуктивного оборота и факторы восприятия, например заболеваемость. Эколого-экономическая безопасность территории и качество жизни её населения напрямую связаны с состоянием окружающей среды, которое в первую очередь зависит от экологических факторов давления. Уровень влияния этих факторов формирует показатели качества среды, которые непосредственно связаны с качеством жизни населения. Поэтому при расчётах ОФЖ использовались все перечисленные выше показатели, а также заболеваемость и коэффициенты смертности от новообразований, заболеваний органов дыхания, системы кровообращения, сердечно-сосудистой системы.

Наиболее низкие значения частных функций желательности наблюдаются для экологических показателей, для 37-ми МО их значения попадают в диапазон отклика «плохо» (табл. 1.)

Также для оценки качества жизни использовали общепринятые показатели: демографические – рождаемость, смертность, естественный прирост/убыль населения; социальные и экономические, такие как уровень безработицы, средняя заработная плата, затраты на образование, науку и культуру.

Расчётные значения ОФЖ по всем 30-ти показателям приведены на рис. 1.

Минимальное значение величины D, полученное в результате расчётов, равно 0,32, а максимальное – 0,63.

Только пять МО края попали по значению отклика в диапазон «хорошо», это Абанский, Боготольский, Идринский, Каратузский и Краснотуранский районы,

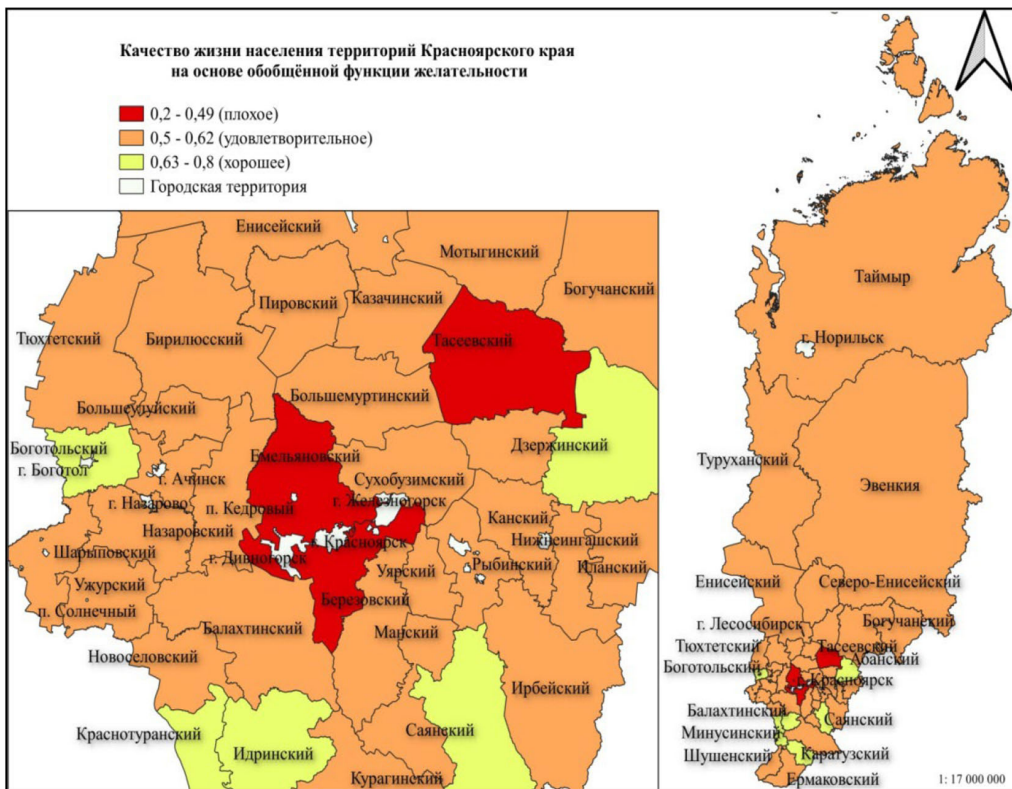


Рис. 1. Интегральный показатель качества жизни (ОФЖ) населения МО Красноярского края
 Fig. 1. Integral indicator of the quality of life (OFH) of the population of the Krasnoyarsk Territory

в диапазон «плохо» попали Тасеевский и Березовский районы, все остальные МО попали в раздел «удовлетворительно».

Между расчётным показателем качества жизни и миграцией населения существует средняя, статистически достоверная корреляционная зависимость $R = -0,537$ ($p < 0,05$). То есть с увеличением значения ОФЖ уменьшается отток населения из МО.

Изменение ОФЖ в рамках макрорегионов представлено на рис. 2. Наиболее высокое среднее значение показателя качества жизни, близкое к хорошему, в Южном и Западном макрорегионах, в остальных средние показатели практически одинаковы. При этом можно отметить значительные изменения показателя в рамках каждого макрорегиона.

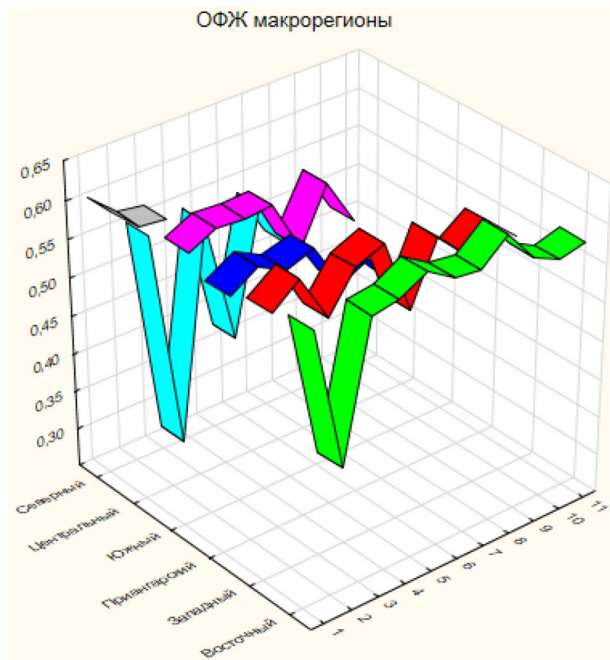


Рис. 2. Интегральный показатель качества жизни населения макрорегионов Красноярского края

Fig. 2. Integral indicator of the quality of life of the population of the macro-regions of the Krasnoyarsk Territory

Заключение

На основе обобщённой функции желательности было оценено качество жизни населения МО Красноярского края по 30-ти статистическим показателям.

Наименьший вклад в ОФЖ для большинства территорий приходится на экологические показатели, что свидетельствует о неблагоприятном качестве окружающей среды и климатических условиях на исследованных территориях.

Можно отметить, что практически на всех территориях наблюдается естественная убыль населения.

Наиболее высокое значение имеют экономические показатели, но, по-видимому, это не будет определяющим фактором в сохранении и привлечении человеческого капитала.

Показатель качества жизни населения пяти МО края: Абанский, Боготольский, Идринский, Каратузский и Краснотуранский районы, можно считать хорошим, при этом значение ОФЖ находится на низшей

границе интервала (табл. 1), в диапазон с плохим (низким) показателем качества жизни попали Тасеевский и Березовский районы, все остальные МО попали в раздел «удовлетворительно».

Проведённый корреляционный анализ выявил наличие средней отрицательной статистически достоверной корреляционной зависимости между уровнем жизни и миграционными процессами. Чем выше уровень жизни, тем меньше эмиграция.

Анализ уровня жизни по макрорегионам показал его изменение внутри макрорегионов, а наиболее высокие средние значения показателя в Южном и Западном, во всех остальных макрорегионах средние значения ОФЖ отличаются не сильно.

Для сохранения человеческого капитала на территории края необходимо улучшать качество окружающей среды, улучшать демографическую ситуацию, повышать уровень и качество медицинского обслуживания.

Список литературы / References

Basurov V. A. Otsenka prostranstvenno-vremennoi dinamiki ekologicheskoi obstanovki na osnove obobshchennoi funktsii zhelatelnosti (na primere Nijezhorodskoi oblasti)[Assessment of the spatial-temporal dynamics of the ecological situation on basis of the generalized desirability function (on example of Nizhny Novgorod region)]. In: *Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N. I. Lobachevsky*, 2013, 5 (1). 164–170.

Dmitriev V. V. Definition of an integral indicator of the state of a natural object as a complex system. In: *Society. Wednesday. Development (Terra Humana)*, 2009, 4, 146–165.

Gelashvili D. B. Ekologicheskaya harakteristika Privoljskogo federalnogo okruga na osnove obobshchennoi funktsii zhelatelnosti [Ecological characteristics of the Volga Federal District on the basis of a generalized desirability function]. In: *Volga Ecological Journal*, 2014, 1, 130–138.

Kuznetsov V. A., Bednova O. V., Andriushin Yu. Yu. Multi-criteria assessment of the state of forest ecosystems of urban protected areas based on the results of integrated environmental monitoring based on the method of desirability functions. In: *Uspehi v khimii i khimicheskoi tekhnologii [Advances in chemistry and chemical technology]*, 2014, 28. 4 (153). 51–54.

Liubushin N. P., Brikach G. E. Ispolzovanie obobshchennoi funktsii zhelatelnosti Harringtona v mnogoparametricheskikh ekonomicheskikh zadachakh [The use of the generalized Harrington desirability function in multiparametric economic problems]. In: *Economic analysis: theory and practice*, 2014, 18 (370), 2–10.

Vorobeichik E. L. *Ekologicheskoe normirovaniet ehnogennih zagryazneniina zemnihekosistem (lokalniuroven)* [Ecological regulation of technogenic pollution of terrestrial ecosystems (local level)]. Yekaterinburg, Nauka, 1994. 279 p.