

# Оценка финансового потенциала региона на основе нечетко-множественных методов (на примере ЯНАО)

Е. В. Рытова<sup>1</sup>, С. С. Гутман<sup>2</sup>, А. В. Козлов<sup>3</sup>

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>1</sup>rytova\_ev@spbstu.ru, <sup>2</sup>SGutman@spbstu.ru, <sup>3</sup>avk55-spb@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрен подход к расчету показателя финансового потенциала региона с использованием нечетко-множественного метода. Для определения входных переменных использовалась составляющая «Финансы региона» комплекса региональных индикаторов. На базе стратегической карты были выделены факторы, влияющие на финансовый потенциал региона, сформирована лингвистическая шкала оценки данного показателя, рассчитан показатель на примере Ямало-Ненецкого Автономного округа. Использование экспертных оценок для получения агрегированных показателей развития социально-экономических систем, что особенно важно в условиях недостаточности или низкого качества статистической информации, возможно с использованием нечеткой логики. Полученный показатель финансового потенциала может быть использован как один из индикаторов мониторинга социально-экономического развития региона.

**Ключевые слова:** теория нечетких множеств; комплекс региональных индикаторов; финансовый потенциал; Ямало-Ненецкий АО

## I. ВВЕДЕНИЕ

Данная статья завершает цикл статей, посвященных формализации стратегии развития регионов Крайнего Севера на основе нечетко-множественного подхода [1]. В исследовании методологической базой формирования стратегии развития является концепция региональных индикаторов (КРИ) [2]. В рамках данной концепции были сформированы стратегические карты, содержащие наборы индикаторов реализации стратегии по четырем составляющим стратегии: «Обучение, развитие, инновации», «Промышленность и предпринимательство», «Общество и рынок» и «Финансы региона». Индикаторы по каждой составляющей формируют основу для оценки результатов реализации стратегии. На предыдущих этапах был проведен анализ агрегированных показателей, оценивающих составляющие «Обучение, развитие, инновации», «Промышленность и предпринимательство» и «Общество и рынок». В данном исследовании предлагается оценить агрегированный показатель по составляющей «Финансы региона». В качестве такого интегрального показателя

предлагается использовать показатель «Финансовый потенциал региона».

Финансовый потенциал региона является одним из показателей вызывающих большой интерес у исследователей регионального развития, поскольку именно финансы являются основой реализации региональных программ и проектов. Традиционно оценка финансового потенциала проводится с применением количественных показателей. Несмотря на значительный интерес, общепринятый подход к оценке показателя финансового потенциала региона пока не сформирован, и данный вопрос продолжает оставаться достаточно актуальным. В качестве объекта исследования в работе выступают районы Крайнего Севера РФ. Особенностью этих территорий является низкий уровень социального развития, но при этом крайняя степень обеспеченности минеральными ресурсами. Такие характеристики региона делают невозможным однозначно оценить состояние финансового потенциала без использования дополнительных качественных показателей. Учет качественных, лингвистических оценок отдельных индикаторов требует применения нечетко-множественного подхода. Таким образом, целью исследования явилось обоснование, разработка и практическое применение метода определения финансового потенциала региона на основе нечеткой логики.

## II. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Теория нечетких множеств была предложена в классической работе Л. Заде [3]. Данный подход активно используется для решения задач оценки различных социальных и экономических показателей. В отечественной литературе нечетко-множественный подход применяется для определения различных типов потенциала: ресурсного [4], инвестиционного [5], инновационного [6]–[8], научного [9], трудового [10], бюджетно-налогового [11], [12]. Однако, несмотря на большое количество работ, посвященных понятию, структуре [13], [14] и традиционным подходам к оценке финансового потенциала [15], [16], исследований использующих нечеткую логику для описания показателя практически нет. Таким образом, вопросы оценки финансового потенциала региона с использованием аппарата нечеткой логики в литературе практически не раскрыты.

Публикация подготовлена в рамках поддержанного РФФИ научного проекта №16-32-00040.

### III. МЕТОДОЛОГИЯ

В качестве применяемых для достижения цели данного исследования методов можно выделить системный, сравнительный и контентный анализ, относящиеся к категории качественных методов. Методологической базой выполненных в статье расчетов послужили методы сбора и обработки статистической информации, экспертные процедуры, нечеткая логика, а также концепция комплекса региональных индикаторов (КРИ) [1]. Последовательность шагов по достижению цели исследования:

- Определение состава и количественных и качественных показателей, характеризующих финансовый потенциал региона.
- Введение лингвистической переменной и формирование шкал для оценки уровня финансового потенциала региона.
- Нормирование показателей и формирование матрицы значений факторов.
- Расчет агрегированного показателя финансового потенциала региона.

### IV. ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В соответствии с концепцией КРИ [1] составляющая «Финансы региона» характеризует потенциал доходов всех уровней: региона, предприятий и населения, а также возможности по привлечению дополнительных финансовых ресурсов: инвестиционных, кредитных. Кроме того, нельзя не принять во внимание наличие финансовых рисков, оказывающих влияние на состояние предприятий и потребителей региона. При исследовании финансового потенциала региона традиционно проводится анализ значительного массива показателей, характеризующих как бюджетный процесс региона, так и инвестиционный и потребительский. В результате анализа может быть сформирован массив ключевых показателей, которые позволяют определить позиции региона по количеству и качеству финансовых ресурсов.

Анализируемые показатели могут быть условно разделены на 2 группы. Первая группа показателей носит количественный характер и отражает объем наличных финансовых ресурсов региона: доходы бюджета, финансовый результат предприятий, среднедушевые доходы населения. В отличие от современного уровня обеспеченности финансами, потенциал финансов региона может быть описан двумя типами показателей: количественными (ВРП, инвестиции в основной капитал) и качественными: кредитоспособность региона, инвестиционная привлекательность и финансовый риск. Кредитоспособность региона отражает устойчивость финансов региона и позволяет оценить возможности субъекта РФ выполнять свои долговые обязательства. Важнейшим фактором, который приводит к повышению кредитоспособности регионов, является рост собственных доходов на фоне невысокого темпа роста государственного долга бюджета. Этот показатель, как и показатель качества жизни, строится ежегодно экспертами Рейтингового агентства «РИА Рейтинг» на основе ком-

плексного учета различных факторов. Инвестиционная привлекательность отражает будущие возможности по привлечению финансовых ресурсов в регион. Финансовый риск позволяет учесть возможные неблагоприятные явления и снижение потенциала финансовых ресурсов региона. Также в анализ был включен интегральный показатель качества жизни, который косвенно сигнализирует о соответствии финансовых ресурсов реальным потребностям в них.

Поскольку индикаторы достаточно различны по своей природе, на основе имеющихся данных сложно сделать выводы о текущем состоянии финансового потенциала региона. Однако на основе имеющихся индикаторов возможно рассчитать агрегированный показатель, отражающий финансовый потенциал региона.

Введем лингвистическую переменную «Финансовый потенциал региона», описав ее совокупностью предложенных индикаторов. Каждый из факторов имеет свою область определения. В соответствии с основными положениями теории нечетких множеств, если каждому фактору ставится в соответствие степень его принадлежности к нечетному множеству  $A$ , то эта принадлежность выражается числом  $\mu_A(x)$  – функцией принадлежности на интервале  $[0;1]$ .

Далее каждому значению лингвистической переменной (которое, по своему построению, является нечетким подмножеством значений интервала  $(0,1)$ ) сопоставляется функция принадлежности интегрального показателя тому или иному нечеткому подмножеству. Можно представить подобную функцию в виде треугольной функции принадлежности  $\mu(x)$ , описываемой треугольными числами вида:  $\beta(a_1, a_2, a_3)$ , где  $a_1$  и  $a_3$  – абсциссы нижнего основания,  $a_2$  – абсцисса верхней точки треугольника, задающая  $\mu(x)$  в области с ненулевой принадлежностью носителя  $x$  соответствующему нечеткому подмножеству.

Таким образом, значение функции  $Y$  будет характеризовать уровень финансового потенциала региона в зависимости от ряда выбранных факторов. Эта функция будет называться параметром, оценивающим данный элемент.

Рассмотрим лингвистическую переменную  $Y$ :  $Y=[x, T, D]$ , где  $Y$  – наименование переменной «Уровень совокупного трудового потенциала региона»;  $x$  – факторы, определяющие значение переменной  $Y$ ;  $T$  – множество значений: «очень низкий», «низкий», «средний», «высокий», «очень высокий»;  $D$  – область определения на отрезке  $[0, 1]$ . Рекомендуемая шкала нечетких значений переменной  $Y$  представлена в табл. 1. Можно рассчитать предлагаемый показатель для ЯНАО исходя из имеющихся данных на 2016 г. Исходные значения параметров представлены в табл. 1.

Областью определения для каждого фактора будет интервал значений от минимального до максимального значения фактора, определяющего трудовой потенциал региона относительно других регионов РФ. Далее лингвистическая шкала по каждой из входных переменных кодировалась путем преобразования в метрику на интервале  $[-1;+1]$ . После нормирования уровень факторов может быть представлен следующими значениями (табл. 3).

ТАБЛИЦА I

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ШКАЛА НЕЧЕТКИХ ЗНАЧЕНИЙ ПЕРЕМЕННОЙ Y

Категория	Критерий		
	<i>ВВП на душу населения Инвестиции в основной капитал на душу населения Среднедушевые доходы населения Доходы консолидированного бюджета субъекта Сальдированный финансовый результат организаций</i>	<i>Финансовый риск Инвестиционный потенциал</i>	<i>Кредитоспособность региона Качество жизни</i>
Очень низкий $0 < y < 0,333$	более чем на 10% ниже среднего по РФ уровня	Значение близко к максимальному по РФ - препятствует развитию региона	Значение близко к минимальному по РФ - препятствует развитию региона
Низкий $0,167 \leq y < 0,5$	более чем на 5% ниже среднего по РФ уровня	Значение выше среднероссийского уровня	Значение ниже среднероссийского уровня
Средний $0,333 \leq y < 0,667$	на уровне среднего по РФ	Значение соответствует среднероссийскому уровню	Значение соответствует среднероссийскому уровню
Высокий $0,5 \leq y < 0,833$	на 5% выше среднего по РФ уровня	Значение ниже среднероссийского уровня	Значение выше среднероссийского уровня
Очень высокий $0,667 \leq y \leq 1$	более чем на 10% выше среднего по РФ уровня	Значение близко к минимальному по РФ - способствует развитию региона	Значение близко к максимальному по РФ - способствует развитию региона

ТАБЛИЦА II

ИСХОДНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ИНДИКАТОРОВ МОДЕЛИ ДЛЯ ЯНАО 2016 г.[15,16,17]

Фактор	Индикатор	Ед. изм.	ЯНАО	РФ, среднее
X1	ВВП на душу населения	млн. руб.	3,38	0,44
X2	Инвестиции в основной капитал на душу населения	млн. руб.	2,05	0,998
X3	Среднедушевые доходы населения	тыс. руб./мес.	67,5	30,7
X4	Доходы консолидированного бюджета субъекта	млрд. руб.	155,16	9923,8
X5	Сальдированный финансовый результат организаций	млрд. руб.	604,48	12801,58
X6	Кредитоспособность регионов	%	82,9	
X7	Инвестиционный потенциал	ранг	27	
X8	Качество жизни	%	49,03	
X9	Финансовый риск	ранг	6	

ТАБЛИЦА III

НОРМИРОВАННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ФАКТОРОВ 2016 г.

Шифр показателя X <sub>i</sub>	Значение X <sub>i</sub>	Нормированное значение X <sub>i</sub>
X1	3,38	0,342
X2	2,05	1,000
X3	67,5	0,912
X4	155,16	-0,845
X5	604,48	-0,736
X6	82,9	0,658
X7	27	0,365
X8	49,03	-0,019
X9	6	0,859

Нормированные уровни факторов классифицируются согласно своим функциям принадлежности, формируется матрица значений факторов (табл. 4). Для расчета агрегированного показателя матрица может быть дополнена столбцом, в котором определен вес факторов  $g_i$ . Данные уровни значимости факторов были предложены исходя из частоты использования в зарубежных публикациях и в практике регионов РФ.

Теперь можно рассчитать значение переменной «Финансовый потенциал региона», перейдя от набора отдельных факторов  $x_1 \dots x_n$  к единому агрегированному показателю Y, значение которого можно будет распознать с помощью классификатора.

ТАБЛИЦА IV

МАТРИЦА ЗНАЧЕНИЙ ФАКТОРОВ

Наименование фактора	Шкала подмножеств					Уровень значимости $g_i$
	$\lambda_1(x_i)$	$\lambda_2(x_i)$	$\lambda_3(x_i)$	$\lambda_4(x_i)$	$\lambda_5(x_i)$	
X1				0,487	0,513	0,15
X2					1	0,15
X3					1	0,12
X4	1					0,10
X5	1					0,12
X6				0,013	0,987	0,10
X7				0,453	0,547	0,08
X8		0,03	0,97			0,08
X9					1	0,10

Согласно [20], если существует набор из  $i=1..N$  отдельных факторов со своими текущими значениями  $x_i$ , и каждому фактору сопоставлен свой M-уровневый классификатор, то можно определить количественное значение агрегированного фактора по формуле двойной свертки.

$$A_N = \sum_{j=1}^M \alpha_j \sum_{i=1}^N d_i \mu_{ij}(x_i)$$

где  $\alpha_j$  – узловые точки,  $d_i$  – вес i-го фактора в свертке,  $\mu_{ij}(x_i)$  – значение функции принадлежности j-го качественного уровня относительно текущего значения i-го фактора, M – количество уровней классификатора.

Окончательная формула будет иметь следующий вид:

$$y = \sum_{j=1}^5 y_j \sum_{i=1}^N f_i \lambda_{ij}$$

где  $y_j$  – узловые точки треугольных чисел,  $\lambda_{ij}$  определяется по таблице-матрице 1.

Теперь можно рассчитать значение переменной «Финансовый потенциал региона». Расчетное значение  $Y = 0,64$ . Это позволяет определить степень, с которой показатель «Финансовый потенциал региона» принадлежит к той или иной группе. Классифицируя его согласно предложенной шкале по функциям принадлежности, можно увидеть, что на 16% показатель находится в группе «высокий» и на 84% в группе «очень высокий». Оценка финансового потенциала отражает существующие тенденции регионального развития ЯНАО. Такое значение показателя можно объяснить тем, что для региона характерно преобладание предприятий минерально-сырьевого комплекса, которые, во-первых, привлекают значительные инвестиции в регион, формируют значительный ВРП. В дальнейшем не предвидится снижения производства добывающих предприятий в регионе, что демонстрируют высокие значения кредитоспособности и инвестиционной привлекательности региона. Несмотря на неблагоприятные климатические условия и обусловленное этим снижение показателя качества жизни, по среднедушевым доходам населения регион является одним из лидеров, что обеспечивает также его высокий потребительский потенциал. Снижение доходных показателей предприятий и региона связаны с оттоком значительной части средств из региона, обусловленной особенностями налоговых и межбюджетных отношений в РФ.

## V. ОГРАНИЧЕНИЯ

Возможности расчета агрегированных экономических показателей ограничиваются недостатком экспертной и статистической информации для исследования.

## VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование нечеткой логики для оценки финансового потенциала региона позволило объединить в едином интегральном показателе статистические данные и качественную оценку экспертов. Показатель, отражающий финансовый потенциал, может быть использован как индикатор социально-экономической политики региона. Также он может быть выбран в качестве одного из параметров для проведения оценки привлекательности исследуемого региона для инвесторов, мониторинга и сравнительного анализа социально-экономического развития различных регионов РФ. Работоспособность предложенного метода определения интегрального показателя финансового потенциала региона подтверждена расчетами на примере ЯНАО.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Kozlov, A., Gutman, S., Zaychenko, I., Rytova, E., Nijinskaya, P. Environmental management on the basis of Complex Regional Indicators Concept: case of the Murmansk region. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2015, Volume 91 (1), 012073.
- [2] Gutman, S., Kozlov, A., Rytova, E., Zaychenko, I. The Application of the Fuzzy Set Theory to Counting a Regional Innovative Development Indicators: the Case of the Yamal Region of the Russian Federation. Soft Computing and Measurements (SCM), 2015 XVIII International Conference. IEEE Conference Publications. Pages: 287–290.
- [3] Zadeh L., Fuzzy Sets. Information and Control, 1965, pp. 338–353.
- [4] Панышин И.В., Добронравова А.М. Оценка ресурсного потенциала модернизации социально-экономической системы региона //Региональная экономика: теория и практика. 2012. №. 14.
- [5] Боровская Т.И., Козлов А.Н., Кузьмина Е.А. Методика определения уровня инвестиционной привлекательности региона с использованием аппарата нечетких множеств //Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2012. №. 2-1 (26)
- [6] Дли М.И., Какатунова Т.В. Трехуровневая нечеткая когнитивная модель для анализа процессов инновационного развития региона //Прикладная информатика. 2013. №. 1 (43).
- [7] Палюх Б.В. и др. Интеллектуальная система поддержки принятия решений по управлению сложными объектами с использованием динамических нечетких когнитивных карт //Программные продукты и системы. 2013. №. 4.
- [8] Захарова А.А. Интегральная оценка инновационного развития региона на основе нечетких множеств //Современные проблемы науки и образования. 2013. №. 3. С. 25-25
- [9] Wei G., Peng J. An approach of fuzzy comprehensive evaluation on supporting capacity of regional science and technology with case study of Chongqing (Conference Paper). International Conference on Management and Service Science. MASS 2011. pp. 1-5.
- [10] Uddin M. F. Application of fuzzy logic in sociological research: an instance of potential payoff //Bangladesh e-Journal of Sociology. 2012. T. 9. №. 2. С. 7.
- [11] Голодова Ж.Г. Финансовый потенциал и экономический рост региона. Воронеж: ИПК «Институт ИТОУР». 2010. 327 с. (20,5 п.л.).
- [12] Залукаева Э.В., Кашенцева Н.П. Оценка бюджетного потенциала субъекта Арктического региона и его инвестиционной составляющей //Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2012. №. 43.
- [13] Булатова Ю.И. Финансовый потенциал региона: содержание и структура //Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2010. №. 5.
- [14] Яруллин Р. Р., Галимова Г.А. Теоретические основы финансового потенциала региона //Современные проблемы науки и образования. 2011. №. 6. С. 209-209.
- [15] Зенченко С.В., Бережной В.И. Система интегральной оценки финансового потенциала региона и методика ее формирования //Региональные проблемы преобразования экономики. 2008. №. 2.
- [16] Вербиненко Е.А. Финансовый потенциал региона: сущность и подходы к оценке //Вестник Кольского научного центра РАН. 2011. №. 4
- [17] Официальный сайт Росстата [Электронный ресурс]
- [18] Рейтинговое агентство «Эксперт» [Электронный ресурс] <https://raexpert.ru/ratings/regions/2015/>
- [19] Рейтинговое агентство РИА рейтинг [Электронный ресурс] <http://riarating.ru/infografika/20160225/630010958.html>  
[http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/science\\_and\\_innovations/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/science_and_innovations/)
- [20] Недосекин А. Нечеткий финансовый менеджмент. М: АФА Library, 2003.