

## Использование надмедианных рангов для сравнения альтернатив на долгосрочную перспективу регионального развития



**Сергей Львович  
САДОВ**

доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории комплексных топливно-энергетических проблем, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра Уральского отделения РАН (167982, г. Сыктывкар, ГСП-2, Республика Коми, ул. Коммунистическая, 26, sadov@energy.komisc.ru)

**Аннотация.** В статье предлагается авторский подход к сравнению альтернатив долгосрочного развития системы/объекта, основанный на использовании порядковых переменных. Сравнение и выбор лучшей альтернативы проводится авторским методом надмедианных рангов. Применение предлагаемого подхода иллюстрируется при выборе варианта развития экономики Республики Коми.

**Ключевые слова:** альтернативы долгосрочного развития системы/объекта, метод надмедианных рангов, порядковые переменные.

Sadov S.L.

## The use of median rank for the comparison of alternatives in the long-term

Sadov Sergey L'vovich – Doctor of Economics, Leading Research Associate, Laboratory for Complex Fuel-and-Energy Issues, the Institute of Socio-Economic and Energy Problems of the North Komi Science Centre, Ural Branch of RAS (26, Kommunisticheskaya Street, Syktyvkar, 167982, Russia, sadov@energy.komisc.ru)

**Abstract.** The article offers the author's approach to the comparison of the alternatives for the long-term development of the system/object, based on the use of ordinal variables. The best alternative is compared and selected using the author's method of supramedian ranks. The article illustrates the application of the proposed approach when choosing the option of economic development of the Komi Republic.

**Key words:** alternatives for the long-term development of the system/object, supramedian rank method, ordinal variables.

Прогнозировать социально-экономические процессы на долгосрочную перспективу, оценивать варианты их динамики и давать рекомендации по их выбору приходится в условиях высокой неопределённости. Это вызвано большим горизонтом прогнозирования и, как следствие, высокой неопределённостью внешних условий — среды, в которой происходит развитие и функционирование прогнозируемого объекта (системы), а также низкой достоверностью многих исходных данных.

Социально-экономические системы, как правило, отличаются высокой сложностью, что влечёт большую и принципиально неустранимую неопределённость при определении динамики их развития. Поэтому типична ситуация, когда при моделировании экономических систем и процессов важной частью информационного обеспечения моделей служат экспертные оценки. Причём желательно свести к минимуму получаемые от экспертов конкретные количественные оценки, которые на долгосрочную перспективу заведомо неточны и могут дезориентировать исследователя. Целью автора была разработка метода выбора наилучшей альтернативы развития объекта/системы на основе анализа совокупности экспертных качественных оценок, не ограничивающегося группированием альтернатив по предпочтительности, а позволяющего по максимуму дифференцировать их.

При работе над проблемой учёта неопределённости при экономической оценке нефтегазовых ресурсов ранее нами были использованы средства теории нечётких множеств. Они хорошо подошли к задачам моделирования геологических объектов и нефтегазоносных территорий и проблемам получения оценок экономической ценности ресурсов углеводородов [1]. Так ли хорошо будут обстоять дела с задачами долгосрочного прогнозирования соци-

ально-экономических процессов, остаётся неясным. Например, построение одного из важнейших инструментов теории нечётких множеств — функции принадлежности — в каждой конкретной задаче требует особых подходов и учёта отраслевой специфики. Поэтому оказалось полезным обратиться к другим возможностям, которые предоставляет математика для прогнозирования в условиях неопределённости.

В этих целях наряду с нечеткими переменными нашли широкое применение номинативные (*nominative variable*), порядковые (*ordinal variable*), интервальные (*interval variable*) переменные и переменные отношений (*ratio variable*). Они перечислены в порядке повышения информативности и в этом же порядке возрастают требования к исходной информации. В этом перечне привлекают внимание порядковые переменные. Это тип дискретной переменной величины, качественной по своему характеру, используемой для обозначения порядковых или ранговых показателей. Они выражаются численно в баллах или вербально в виде градаций лингвистической шкалы (которые также легко переводятся в количественные показатели). К информационному обеспечению они нетребовательны — достаточно упомянутых выше экспертных оценок. Примеры использования порядковых переменных в задачах прогнозирования и управления встречаются у Т. Саати [2], Я.И. Хургина [3], во многих работах, посвященных социологической, психологической и лингвистической тематикам. Нет сколько-нибудь серьёзных препятствий для применения их при решении задач экономического прогнозирования качественного характера.

Подобный подход реализован в известном методе медиан рангов [4]. Хотя пользователь данного метода будет вынужден признавать равноценными несколько альтернатив и объединять их в один кластер.

Формально это правомерно. Но в содержательном аспекте решаемой задачи это нонсенс: альтернативы долгосрочного развития должны представлять *существенно различные* пути развития изучаемой системы, поэтому следует не смешивать их, а добиваться выделения из них наилучшей. Именно достижению этой цели служит предлагаемый метод надмедианных рангов (НР).

Рассмотрим формализованную постановку задачи сравнения нескольких альтернатив развития объекта/системы, в роли которых может фигурировать регион, сектор или отрасль его экономики или отдельный хозяйствующий субъект. Цель исследователя – выявление альтернативы, имеющей наилучшие условия для реализации, посредством сравнения.

На *первом этапе* (аналитическом) экспертным путём определяются, с одной стороны, альтернативы – существенные варианты развития объекта/системы, они должны исчерпывать основные возможности и при этом значительно отличаться друг от друга. Определяются также *m* факторов, влияющих на развитие объекта/системы. По своему характеру факторы могут быть самыми различными – экономическими, энергетическими, социальными, инвестиционными, экологическими, институциональными, демографическими, транспортными и иными, – главное, чтобы их влияние было признано существенным.

Далее по каждой из альтернатив следует присвоение ранга каждому фактору, который будет характеризовать его достаточность, способность поддержать, обеспечить развитие объекта/системы сообразно данной альтернативе, и проведение на основе полученного множества рангов выбора наилучшей альтернативы. Поскольку факторы будут иметь различную природу и размерность, их следует свести к единой шкале

рангов, состоящей, как правило, из 5 или 9 градаций. Рассмотрим широко используемую шкалу, состоящую из девяти градаций [2]. Для рассматриваемой задачи:

- ранг 1 будет означать отличную, самую высокую степень способности фактора обеспечить рассматриваемую альтернативу развития;
- ранг 3 – хорошую;
- ранг 5 – удовлетворительную;
- ранг 7 – плохую;
- и ранг 9 – полную неспособность.

Чётные ранги от 2 до 8 выражают промежуточные состояния. Таким образом устанавливается связь между количественными величинами рангов и их вербальным описанием как лингвистической переменной [5]. Если будет представлять трудность выделение чётных рангов для какого-либо фактора, то для него придётся использовать шкалу из 5 нечётных градаций. Это приведёт к меньшей «разрешающей способности» данного фактора, но сути метода не изменит. Анализ полученной матрицы факторов укажет на узкие места в реализации той или иной альтернативы.

На *втором этапе* (алгоритмическом) оценки альтернатив и выводы о преимуществе какой-либо из них проводятся методом *надмедианных рангов*. Очевидно, что если у какой-либо альтернативы все ранги наилучшие, то выбрать следует именно её. Но такая ситуация представляется редким исключением. Обычно имеет место «разноголосица» при оценке факторов. В таком случае из совокупности рангов, приписанных альтернативе, выделяется множество надмедианных рангов. Здесь решающую роль сыграет то соображение, что драйверов реализации того или иного варианта развития не может и не должно быть слишком много – вполне достаточно, если это будет абсолютное большинство факторов от общего их числа.

Надмедианными будем считать ранги, лучшие либо равные медианному. Они должны составлять абсолютное большинство среди рангов, участвующих в оценке альтернатив, т.е. их количество будет не меньше  $m'$ , где

$$m' = \begin{cases} \frac{m}{2} + 1, & \text{если } m - \text{чётное число} \\ \frac{m+1}{2}, & \text{если } m - \text{нечётно.} \end{cases}$$

Другими словами, надмедианные ранги – это  $m'$  рангов, стоящих в начале ряда, ранжированного от наилучшего к худшему. До этого момента описываемый метод напоминает метод медианы рангов [4]. Но дальнейший ход действий существенно отличен.

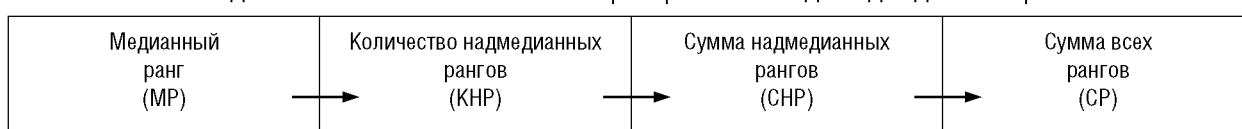
Как правило, выясняется, что на первом этапе многие альтернативы имеют одинаковый медианный ранг (МР). Тогда, чтобы дифференцировать их детальнее, следует применить другие критерии, используемые в методе (рисунки): для альтернатив с одинаковым МР подсчитывается количество надмедианных рангов (КНР), и чем больше КНР у альтернативы, тем она должна быть предпочтительнее.

При необходимости, если у каких-либо альтернатив и КНР будет одинаково, следует обратить внимание на структуру надмедианных рангов – чем больше среди них высоких рангов, тем структура лучше. Это выявляется таким критерием, как сумма НР (СНР). Чем меньше СНР у альтернативы, тем её оценка в итоге выше. Здесь следует обратить внимание на одну тон-

кость – на условность операции суммирования. Ведь в принципе ранги не обязательно должны выражаться числами (хотя так привычнее и удобнее). Допустимы буквенные и вообще любые пиктографические изображения – главное, чтобы на их множестве был определён порядок. В этом случае введение операции суммирования на множестве используемых символов в принципе возможно, но это хлопотная и не имеющая практического резона работа. Поэтому суммирование на данном этапе алгоритма важно не само по себе, а именно как средство отражения, качественного анализа и количественной оценки структуры надмедианных рангов, имеющихся у альтернативы.

Последней попыткой дифференцировать альтернативы, если все предыдущие показатели окажутся одинаковы, станет вычисление суммы *всех* рангов (СР) – т.е. учитывается структура всей совокупности рангов, полученных альтернативой. И только в случае, если и здесь будет иметь место равенство, альтернативы следует признать равноценными и проводить окончательный выбор, привлекая иные соображения. Возможно, следует вернуться к исходным данным и проверить правомерность надделения факторов значениями рангов, которые были присвоены им первоначально. Последовательность критериев, применяемых по мере необходимости (см. рисунок), позволяет говорить об использовании расширенного понятия медианного ранга, его обобщения. Отсюда и проистекает название метода НР.

Последовательность использования критериев в методе надмедианных рангов



**Пример.** Пусть рассматриваются 4 альтернативы развития объекта/системы и по итогам анализа отобрано 7 факторов, при использовании шкалы с 9 градациями подготовлены следующие исходные данные (табл. 1).

Процесс определения медианного ранга на примере первой альтернативы выглядит следующим образом. Поскольку факторов 7, то в соответствии с формулой  $m' = 4$ . Среди множества рангов, имеющих у данной альтернативы, отыскивается самый высокий – в данном случае это ранг 2. Может ли он быть медианным? Нет, поскольку он только один, а  $1 < m'$ . Далее рассматривается, не является ли медианным следующий ранг – в данном случае 3. Тоже нет, поскольку количество третьих и более лучших рангов равно  $2 < m'$ . Ранг 4 вместе с лучшими тоже не составляет большинства, поэтому медианным быть не может. И только ранг 5 является медианным. Аналогичным образом находятся медианные ранги для альтернатив со 2-й по 4-ю и для всех них он оказывается равным 4. Если бы какая-то одна альтернатива имела наивысший медианный ранг, то она была бы признана наилучшей и на этом работа метода закончилась бы. Но в данном примере наивысший МР имеется сразу у трёх альтернатив (заметим, что по методу медианы рангов их следует скопом зачислить в один кластер), поэтому к этой группе применяется второй критерий – количество надмедианных рангов. Поскольку для всех альтернатив это количество равно 4, выбор сделать нельзя, и в действие вступает следующий критерий –

сумма надмедианных рангов. Эта сумма для «альтернативы-2» равна  $4+2+4+3=13$ , для третьей –  $1+4+4+2=11$ , для четвёртой равна  $3+2+4+2=11$ . Для двух последних альтернатив с лучшими значениями критерия СНР они оказались равными, поэтому к ним необходимо применить последний критерий – сумму рангов, значение которой для «альтернативы-3» равно 32, а для «альтернативы-4» – 29. В результате «альтернатива-4» является наилучшей и на этом работа метода надмедианных рангов заканчивается.

Обратимся к конкретной задаче оценки и выбора альтернатив развития экономики Республики Коми на долгосрочную перспективу. Для республики можно выделить 4 (за исключением консервативно-инерционной) следующие альтернативы, перспективные в плане социально-экономического развития региона [6, 7]: №1 – углубление сырьевой специализации, №2 – ставка на рост переработки сырья с высокой добавленной стоимостью, №3 – создание новых отраслей, №4 – инновационная. На возможности их реализации будут влиять как минимум 6 факторов: инвестиционный, технологический, кадровый, транспортный, институциональный, экологический (именно в таком порядке они включены в табл. 2), поэтому  $m' = 4$ .

Для присвоения рангов альтернативам по какому-либо из факторов необходимо сначала проанализировать, насколько существен данный фактор для реализации альтернатив, оценив при этом его влияние, а затем соотнести это влияние с 9-балльной шкалой рангов.

Таблица 1. Пример определения наилучшей альтернативы по методу НР

Альтернатива	Фактор							МР	КНР	СНР	СР
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й				
Альтернатива-1	5	2	7	6	3	6	4	5			
Альтернатива-2	4	7	5	2	4	3	6	4	4	13	
Альтернатива-3	1	7	4	6	4	2	8	4	4	11	32
Альтернатива-4	3	6	2	4	2	7	5	4	4	11	29

Таблица 2. Факторная матрица для задачи выбора альтернативы развития экономики Республики Коми

Альтернатива	Фактор						МР	КНР	СНР	СР
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й				
№ 1	6	2	3	7	4	8	6	–	–	–
№ 2	3	4	3	5	3	6	4	–	–	–
№ 3	4	5	5	5	5	5	5	–	–	–
№ 4	3	7	6	3	2	2	3	–	–	–

Так, например, инвестиционный фактор наиболее неблагоприятен для альтернативы №1, поскольку часть Тимано-Печорской нефтегазонасной провинции, приходящаяся на Республику Коми, содержит в основном месторождения, находящиеся на стадии падающей добычи, и прогнозные ресурсы с проблематичной локализацией, и поэтому она не представляет большого интереса для крупных нефтяных компаний (имеющих большие инвестиционные возможности). Мелкие же компании не располагают инвестиционными ресурсами, достаточными для проведения поисково-разведочных работ и освоения потенциала малоизученных территорий провинции. Очень капиталоемким является также освоение ресурсов угля.

Менее инвестиционный фактор значим для альтернативы №3 и еще меньше (примерно в равной степени) — для №2 и 4. Исходя из этих соотношений, выбираем на 9-балльной шкале соответствующие наиболее близкие числовые градации сообразно их лингвистическим значениям. В результате выбраны количественные значения баллов, равные соответственно 6, 4, 3 и 3. Аналогично и для остальных факторов. Придание процедуре назначения численных значений рангов по возможности более объективного характера посредством её унификации и

формализации видится важным направлением развития описанного метода.

Итак, факторная матрица имеет вид (см. табл. 2). Заметно, что уже на первом этапе метода НР выявляется наиболее перспективная в реализации альтернатива — №4.

В заключение необходимо отметить, что для более углублённой проработки прогнозов полезно не рассматривать метод НР изолированно от экономических оценок, хотя бы и сугубо ориентировочных, какие получаются при долгосрочном прогнозировании. Допустим, какая-то альтернатива (№2, углубление переработки сырья) признаётся самой желательной для успешного социально-экономического развития республики. Тогда полезно будет сопоставить затраты на расшивку узких мест этой альтернативы (в данном случае речь идёт о 2-м и 4-м факторах, которые придётся подтянуть до ранга 3) с положительными последствиями её реализации. Иными словами, следует определить, стоит ли бороться за эту конкретную альтернативу или лучше ориентироваться на ту, которая более отвечает сложившимся условиям. Одним из направлений совершенствования изложенного метода может стать учёт неравнозначности факторов, по которым проводится оценка реализуемости альтернатив, — для случаев, когда есть уверенность в превалировании каких-либо факторов на весь период прогнозирования.

## Литература

1. Садов, С.Л. Методы оценки нефтегазового потенциала территорий / С.Л. Садов. — Сыктывкар: Изд-во КНЦ УрО РАН, 2007. — 248 с.

2. Саати, Т. Принятие решений: метод анализа иерархий / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 280 с.
3. Хургин, Я.И. Проблемы неопределённости в задачах нефти и газа / Я.И. Хургин. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. – 320 с.
4. Орлов, А.И. Эконометрика / А.И. Орлов. – М.: Изд-во «Экзамен», 2002. – 576 с.
5. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
6. Энергоэкономическое прогнозирование развития региона / отв. ред. чл.-корр. РАН В.Н. Лажентцев. – М.: Наука, 2008. – 356 с.
7. Инновационное развитие топливно-энергетических систем Севера / отв. ред. О.В. Бурый. – Сыктывкар: Изд-во КНИЦ УрО РАН, 2011. – 244 с.

## References

1. Sadow S.L. *Metody otsenki neftegazovogo potentsiala territoriy* [Methods for Assessing Oil and Gas Potential of the Territories]. Syktyvkar: KNTs UrO RAN Publ., 2007. 248 p.
2. Saati T. *Prinyatie resheniy: metod analiza ierarkhiy* [Decision-Making: Analytic Hierarchy Process]. Moscow: Radio i svyaz', 1993. 280 p.
3. Khurgin Ya.I. *Problemy neopredelennosti v zadachakh nefiti i gaza* [Problems of Uncertainty in Oil and Gas Issues]. Moscow-Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovaniy, 2004. 320 p.
4. Orlov A.I. *Ekonometrika* [Econometrics]. Moscow: "Ekzamen" Publ., 2002. 576 p.
5. Zadeh L. *Ponyatie lingvisticheskoy peremennoy i ego primeneniye k prinyatiyu priblizhennykh resheniy* [The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning]. Moscow: Mir, 1976. 165 p.
6. *Energoekonomicheskoe prognozirovaniye razvitiya regiona* [Energy and Economic Forecast of the Region's Development]. Executive Editor: RAS Corresponding Member V.N. Lazhentsev. Moscow: Nauka, 2008. 356 p.
7. *Innovatsionnoye razvitiye toplivno-energeticheskikh sistem Severa* [Innovation Development of Fuel and Power Systems of the North]. Executive Editor: O.V. Buryi. Syktyvkar: KNTs UrO RAN Publ., 2011. 244 p.