

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДКА
**МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

УДК 658.52

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ И ОПТИМИЗАЦИЯ
КАЧЕСТВА В ЭКОНОМИКЕ ПРИ НАЛИЧИИ
АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ**

Севастьянов Павел Владимирович, д.т.н., профессор
Ченстоховский технологический университет, факультет механики и
информатики, кафедра информатики, г. Ченстохова, Польша
sevast@icis.pcz.pl

Дымова Людмила Германовна, д.т.н., профессор.
Ченстоховский технологический университет, факультет механики и
информатики, кафедра информатики, г. Ченстохова, Польша
sevast@icis.pcz.pl

Экономика является, вероятно, наиболее благодатной сферой приложения современных математических методов оперирования с неопределенностями. Действительно, если исключить чисто бухгалтерский анализ, когда мы имеем дело с уже совершившимися событиями, главными проблемами экономической науки остаются планирование и прогнозирование. Решение этих задач без анализа рисков, связанных с неопределенностью будущего, может в настоящее время представлять лишь некоторый академический интерес для представителей чистой математики. С другой стороны, оценка рисков с помощью только теоретико-вероятностного подхода возможна лишь при прогнозировании весьма близкого будущего, когда существующие в настоящий момент тренды еще имеют место.

Для более отдаленных горизонтов планирования, характерных, например, для разработки бизнес-планов инвестиций в реальные активы (capital budgeting), как правило, не имеется информации достаточной для построения необходимых соответствующих частотных распределений. В таких ситуациях разработчики бизнес-планов используют экспертные оценки и другую информацию, отягощенную неопределенностями субъективной природы. Последнее, в свою очередь, требует использования соответствующего математического аппарата, в частности, теории нечетких множеств и интервальной математики. Растущее понимание сложившейся ситуации отражается в лавинообразном росте числа публикаций в области приложений "Soft Computing" для решения экономических проблем, появлении специализированного международного журнала "Fuzzy Economic Review". Следует отметить, что источником неопределенности субъективной природы служит также

многокритериальность, внутренне присущая экономическим оценкам. Следующие несколько статей посвящены описанию таких оценок, которые основаны на оригинальных публикациях авторов [1-4]: разработка методики многокритериальной оценки качества коммерческих контрактов; методика многокритериальной оценки качества промышленной продукции; многокритериальная и многоуровневая оценка социально-экономического состояния регионов; методика математического моделирования и многокритериальной оптимизации финансовых параметров инвестиций в условиях нестатистической неопределенности

1. Севастьянов П.В. Севастьянов Д.П. Извлечение максимума // Риск. 1998. № 5-6. С. 71 – 75.

2. Sevastianov P.V., Valkovsky V.I, Sevastianov D.P., Stepanov D.V. The method and software for financial and economic analysis in conditions of fuzzy and probabilistic uncertainty. Proc.of Fifth Int. Con. Computer Data Analysis and Modelling, Vol 2. Minsk, 1998. P. 93 – 98.

3. Севастьянов П.В. Севастьянов Д.П. Оптимизация финансовых параметров инвестиций в условиях неопределенности // Управление капиталом. 1998. № 1. С. 33 - 37.

4. Севастьянов П., Севастьянов Д. Оценка финансовых параметров и риска инвестиций с позиций теории нечетких множеств // Надежные программы. 1997. № 1. С. 10-18.

УДК 330.322.5

ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ И РИСКА ИНВЕСТИЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Севастьянов Павел Владимирович, д.т.н., профессор.

Дымова Людмила Германовна, д.т.н., профессор.

Ченстоховский технологический университет, факультет механики и информатики, кафедра информатики, г. Ченстохова, Польша

sevast@icis.pcz.pl

Ключевые слова: инвестиции, чистый приведенный доход, внутренний коэффициент окупаемости, оценка риска инвестиций

Keywords: investment, net present value, internal rate of return, risk assessment of investments

Аннотация. Рассматриваются проблемы анализа эффективности и риска инвестиций с помощью теоретико-вероятностных методов, обосновывается методика с использованием нечетко-интервального подхода.

Abstract. The problems of analyzing the efficiency and risk of investments using probability-theoretic methods are considered, the method using a fuzzy-interval approach is justified

В настоящее время для оценки финансовой стороны планируемых инвестиций принято использовать дисконтированные параметры эффективности. При этом чаще всего применяются следующие показатели: чистый приведенный доход, внутренняя норма доходности, срок окупаемости капитальных вложений, рентабельность проекта, точка безубыточности. Перечисленные показатели являются результатами сопоставлений распределенных во времени доходов с инвестициями и затратами на производство. Как показывают исследования, за рубежом наиболее часто используются два основных показателя: чистый приведенный доход (net present value, NPV) и внутренний коэффициент окупаемости (внутренняя норма доходности, внутренняя процентная ставка) (internal rate of return, IRR).

Экономический смысл внутреннего коэффициента окупаемости IRR состоит в следующем. В качестве альтернативы вложения финансовых средств в инвестиционный проект рассматривается помещение тех же средств (так же распределенных во времени) под некоторый банковский процент. Распределенные во времени доходы, получаемые от реализации проекта, также помещаются на депозитный счет в банке под тот же процент. При ставке ссудного процента, равной IRR , инвестирование средств в проект даст в итоге тот же суммарный доход, что и помещение их на депозитный счет. Таким образом, при этой ставке ссудного процента обе альтернативы помещения финансовых средств экономически эквивалентны. Если реальная ставка ссудного процента меньше IRR проекта, инвестирование средств в него выгодно, и наоборот. Следовательно, IRR является граничной ставкой ссудного процента, разделяющей эффективные и неэффективные инвестиционные проекты.

В настоящее время традиционный подход к расчету NPV , IRR и других дисконтных параметров подвергается вполне заслуженной критике, ввиду того, что значения будущих доходов P_t , затрат KV_t и процентных ставок d - весьма неопределенные величины. При этом имеющие место неопределенности, в отличие от случая прогнозирования курсов акций, не могут быть адекватно описаны в теоретико-вероятностных терминах. В реальных ситуациях инвестор или привлекаемые им эксперты в состоянии уверенно указать лишь интервалы, в пределах которых могут оказаться

значения P , KV_t и d , и наиболее ожидаемые значения внутри этих интервалов. В итоге возникает проблема разработки адекватной методики расчета финансовых показателей проектов при наличии такого рода неопределенностей, имеющих, зачастую, субъективную природу. Кроме того, требует решения весьма существенная проблема оценки риска инвестиций.

В настоящее время наибольшее распространение получили методики анализа эффективности и риска инвестиций на основе теоретико-вероятностного подхода.

В наиболее общем виде финансовый риск можно рассматривать как степень определенности финансовой потери, выражающейся в: возможности не достичь поставленной цели; неопределенности прогнозируемого результата; субъективности оценки прогнозируемого результата.

Возможна и другая интерпретация риска - как степени variability дохода, который может быть получен благодаря владению данным видом активов.

Существует множество подходов к количественной оценке риска, которые обычно представляют собой различные модификации анализа чувствительности конъюнктуры (sensitivity analysis) или анализа вероятностного распределения доходности (probability Distributions).

Например, в рамках рекомендаций Всемирного Банка по анализу инвестиций указываются три основных методики:

- анализ чувствительности, при котором исследуется влияние определенных (5%, 10% и др.) вариаций наиболее важных для проекта входных параметров (размера инвестиций, динамики доходов и расходов, нормы дисконтирования и пр.) на устойчивость оценок эффективности проекта;

- метод статистических испытаний, при котором значения недетерминированных ключевых входных параметров выбираются случайно в соответствии с известной процедурой типа Монте-Карло (при помощи генератора случайных чисел);

- метод сценариев, когда опытные эксперты прорабатывают несколько типовых вариантов развития событий по проекту соответствующих значений динамики выпуска продукции, доходов и расходов и др.

Существуют и жесткие нормативные ограничения риска с четкой формулировкой метода его расчета. Например, для банков Республики Беларусь для оценки крупных рисков введен максимальный размер риска на одного заемщика. Следует отметить, что этот норматив по методике построения близок к концепции эмпирического риска. Однако его детерминированный характер не позволяет достаточно полно учитывать неопределенность, неизбежно связанную с оценкой будущих событий.

Последнее делает его малопригодным для оценки финансового риска инвестиций.

Традиционно неопределенности, связанные с прогнозированием будущих событий в экономике, интерпретируют с теоретико-вероятностной точки зрения, что во многих практически важных случаях может приводить к неадекватным результатам. Более обоснованным экономически является подход к оценке риска инвестиций, сущность которого заключается в построении вероятного распределения значений доходности, исчислении стандартного отклонения от средней доходности и коэффициента вариации, который и рассматривается как степень риска, ассоциируемого с данным активом. Таким образом, чем выше коэффициент вариации, тем более рискованным является данный вид актива. Основные процедуры этой методики состоят в следующем [1]:

задаются прогнозные оценки значений доходности K_i и вероятностей их осуществления P_i (все это субъективные экспертные оценки);

рассчитывается наиболее вероятная доходность K_b

$$K_b = \sum_i K_i \cdot P_i, \quad (1)$$

рассчитывается стандартное отклонение (O_c)

$$O_c = \sqrt{\sum_i (K_i - K_b)^2 \cdot P_i}; \quad (2)$$

рассчитывается коэффициент вариации (V)

$$V = \frac{O_c}{K_b}. \quad (3)$$

Действительно, если соответствующим образом отнормировать распределение P_i , чтобы оно стало соответствовать частотному, величина, рассчитываемая по формуле (1), будет соответствовать строгому определению математического ожидания.

Однако наиболее вероятным значением доходности она будет только в случаях симметричного распределения P_i , во всех остальных случаях математическое ожидание не имеет достаточно ясного экономического смысла и является скорее математической абстракцией. Соответственно теряют смысл параметры O_c и V . В рассматриваемой ситуации в случае несимметричного распределения (а симметрические гауссовские распределения в реальной жизни довольно редки) имеют смысл лишь доверительные интервалы и, собственно, сами исходные распределения. Далее возникает проблема обработки этих интервалов и распределений, и выполнения необходимых арифметических операций над ними. Именно

отсутствие соответствующего математического аппарата, реализующего при экономико-математическом анализе арифметику непосредственно для интервалов и распределений, является источником большинства сложностей при применении теоретико-вероятностных методов. С другой стороны, понимание необходимости разработки эффективного математического аппарата для работы с неопределенностями, в том числе и субъективной природы, осознание недостатков теоретико-вероятностных методов привело к бурному развитию и формированию новых научных дисциплин: интервальной математики, теории нечетких множеств и теории возможностей. В настоящее время можно говорить о некоторой определенности в областях применения этих методик, и весь этот комплекс новых теорий и методов (включая теорию вероятностей) движется к естественному объединению в общую теорию анализа неопределенностей.

Анализ характера неопределенностей, проявляющихся в финансовой оценке эффективности инвестиций, позволяет сделать вывод, что их адекватная математическая формализация может быть проведена в рамках нечетко-интервального подхода. При этом применение нечетко-интервального подхода позволяет решить ряд проблем, практически неразрешимых в рамках классического теоретико-вероятностного подхода, в частности, появляется возможность непосредственного проведения арифметических операций с параметрами, заданными в нечетко-интервальной форме, что невозможно при их описании частотными распределениями. Появляется также возможность описания неопределенностей, имеющих субъективную природу, что является крайне важным при прогнозах, касающихся будущих событий.

Список литературы

1. Дилигинский, Н.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология / Н.В. Дилигинский, Л.Г. Дымова, П.В. Севастьянов // Монография под. общ. ред. Н.В. Дилигинского. – М.: «Машиностроения – 1», 2004. – 336с.

МЕТОДИКА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ И МНОГОУРОВНЕВОЙ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕГИОНОВ

Севастьянов Павел Владимирович, д.т.н., профессор
Ченстоховский технологический университет, факультет механики и
информатики, кафедра информатики, г. Ченстохова, Польша

sevast@icis.pcz.pl

Дымова Людмила Германовна, д.т.н., профессор.
Ченстоховский технологический университет, факультет механики и
информатики, кафедра информатики, г. Ченстохова, Польша

sevast@icis.pcz.pl

<mailto:stepanov1972@example.by>

Чегерова Татьяна Ивановна, доцент кафедры экономики и
управления МГУ имени А.А. Кулешова, канд. техн. наук, доцент
Могилев, Беларусь

chegerova@msu.by

Ключевые слова: нечеткие множества, функция желательности, скрининг, экономическое состояние региона

Keywords: fuzzy sets, desirability function, economic state of the region

Аннотация. Предложена методика агрегированной многоуровневой оценки социально-экономического состояния региона на основе комплекса показателей промышленного и сельскохозяйственного производства, финансовых показателей.

Abstract. A method of aggregated multi-level assessment of the socio-economic state of the region based on a set of indicators of industrial and agricultural production, financial indicators is proposed

Одной из особенностей экономики переходного периода является существенная роль государства, выступающего гарантом стабильного, научно обоснованного развития процессов реформирования. Мирровая практика показала, что для смягчения неизбежно возникающих негативных социальных последствий проводимых реформ во многих случаях целесообразно прямое вмешательство государственных органов в экономическую жизнь регионов, как путем выработки необходимых рекомендаций, так и посредством оказания прямой финансовой помощи из

бюджетных средств. Ввиду ограниченности последних весьма актуальной становится проблема справедливого и экономически обоснованного распределения имеющихся денежных ресурсов между нуждающимися регионами. При решении поставленной задачи была разработана и внедрена в Могилевской области (Беларусь) методика многокритериальной оценки социально-экономического состояния регионов.

Многообразие показателей в той или иной мере учитываемых при принятии решений о выделении региону целевой финансовой помощи и о ее размерах можно разделить на следующие блоки: промышленность, сельскохозяйственное производство, финансы, социально-демографический и медико-экологический. Например, блок «Промышленность» при анализе итогов отчетного года содержит следующие показатели: темпы роста объемов производства; темпы роста товаров народного потребления; удельный вес реализованной продукции; темпы роста численности производственно-промышленного персонала; темпы роста производительности труда. Аналогичные списки параметров (частных критериев) рассматриваются в блоках «Сельскохозяйственное производство», «Финансы» и пр.

Ясно, что принятие каких-то обоснованных управленческих решений на основе столь обширной и разнокачественной информации - задача весьма сложная и требует разработки специальных методик, позволяющих тем или иным способом агрегировать получаемую информацию без потерь и искажений. В конечном итоге лица, принимающие решения, должны получить в распоряжение количественные оценки общего экономического состояния (ЭС) в рассматриваемых регионах, построенные путем агрегирования всех частных критериев с учетом коэффициентов их относительной важности (рангов), а также отраслевые обобщенные критерии, такие как количественные оценки степени развития промышленности, сельского хозяйства и т. д. Безусловно, представляют интерес и более детальные оценки, характеризующие, например, экономику капитального строительства или здравоохранения.

Таким образом, проблема количественной оценки ЭС является типичной многокритериальной задачей, математическая формализация и решение которой осложняются следующими обстоятельствами:

- частные критерии ЭС носят разнокачественный характер, например, задаются как абсолютными, так и относительными экономическими показателями. ;
- часть критериев находятся в антагонистических отношениях, т.е. удовлетворение одним критериям ведет к неудовлетворению по другим;
- критерии явно неравноценны, т.е. вносят разный вклад в интегральную оценку ЭС.

Кроме того, критериев много. Сложность в том, что человек плохо воспринимает излишне детализированные шкалы значений признаков или критериев. Психофизические данные свидетельствуют о том, что человек уверенно различает не более 7-9 градаций на шкале некоторого признака. Если же шкала содержит большее число градаций, то соседние градации начинают сливаться и уже не могут быть с уверенностью разграничены. В итоге это приводит к тому, что значительный объем, зачастую, актуальной информации попросту исчезает из поля зрения лиц, принимающих решения, что может свести на нет усилия по сбору первичных данных и способствовать выработке неадекватных решений органов власти.

Отмеченные трудности могут быть преодолены путем введения обобщенного ЭС как свертки всех частных критериев с учетом коэффициентов их относительной важности.

Для свертки частных критериев в обобщенный их необходимо привести к общей норме (базе сравнения). Для этого использовался математический аппарат теории нечетких множеств, который, как показал опыт, является эффективным средством решения подобных проблем в экономике [1,2].

Положим, что наша задача ограничивается сравнительным анализом ЭС районов в пределах только одной области. Определим для каждого показателя предельные худшие среди всех районов и наилучшие значения и будем их рассматривать как опорные точки для построения функций желательности, формализующих описание частных критериев.

Рассмотрим для примера такой важный количественный показатель, как темпы роста объемов производства в отчетном году (*ТРОП*). Пусть $ТРОП_1$ - наихудшее среди всех рассматриваемых районов области значение показателя *ТРОП*, а $ТРОП_2$ - соответствующее наилучшее значение. Будем полагать все значения *ТРОП* ниже $ТРОП_1$ недопустимыми, все значения *ТРОП* выше $ТРОП_2$ максимально желательными (в более общем случае в качестве опорных значений $ТРОП_1$, $ТРОП_2$ могут быть использованы данные, полученные на основе анализа всех районов Республики или установленные нормативные показатели, если таковые имеются). Значение функции желательности будет равно нулю в области недопустимых значений показателя, единице в области максимально желательных значений, плавно изменяться от нуля до единицы по мере изменения показателя от наихудших значений к наилучшим.

Формализация показателей, задаваемых на качественном уровне, может быть также проведена с помощью функций желательности. При этом удобно пользоваться лингвистическими оценками степени выраженности показателя. Например, степень выраженности показателя «социальная напряженность в регионе» может быть оценена по вербальной шкале: «не выражена», «слабо выражена», «заметно выражена» и т.д.

В итоге все качественные и количественные показатели представляются в единой безразмерной шкале функций желательности.

После построения функций желательности работники экономического отдела облисполкома заполнили матрицы парных сравнений важности частных критериев для всех блоков. Аналогично для оценки влияния каждого из направлений деятельности региона на общую оценку ЭС построили матрицу парных сравнений важности блоков и рассчитали соответствующие ранги (таблица).

Таблица. Матрица парных сравнений и ранги для оценки ЭС региона

	Промышленность	С/х производство	Финансы	Ранги
Промышленность	1	1/7	1/9	0.06
Сельское хозяйство	7	1	3	0.67
Финансы	1/3	9	1	0.27

При выборе способа агрегирования частных критериев в глобальные целесообразно пользоваться вариантом свертки, который обеспечивает минимальную потерю используемой информации – мультипликативный ($D1$), аддитивный ($D2$), критерий максимального пессимизма ($D3$) [3]. В нашем случае оказалось, что почти в каждом районе встречаются отдельные показатели, соответствующие нулевым значениям функций желательности, что в силу построения приводит к нулевым значениям свертки $D1$, $D3$, несмотря на то, что в этих районах получены неплохие результаты по остальным показателям. Поэтому в качестве базового варианта агрегирования частных критериев использовался аддитивный вариант.

$$D = (\alpha_1 * \mu_1 + \alpha_2 * \mu_2 + \dots + \alpha_n * \mu_n) / n$$

$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ - функции желательности исследуемых характеристик;

n - общее число исследуемых составляющих;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ - коэффициенты относительной важности отдельных показателей качества исследуемой системы для оценки ее качества в целом;

В итоге на основе статистических данных, поступающих из регионов в облисполком, для каждого из них получили интегральную количественную оценку ЭС, изменяющуюся в силу техники ее построения от 0 для районов с критическим социально-экономическим положением до 1 в благополучных регионах.

При этом в соответствии с методикой построения иерархической системы критериев [3], свертка частных критериев в единый глобальный критерий проводилась поэтапно. В начале с учетом рангов сворачивались частные критерии внутри подблоков, что позволило получить, например, такие количественные оценки в районе, как глобальные показатели развития производства, финансовой сферы и пр. Полученные обобщенные оценки внутри блоков, в свою очередь, использовались со своими рангами для формирования глобальных критериев эффективности промышленности, финансовой деятельности и т. д., которые в конечном итоге сворачивались в глобальный критерий оценки ЭС района. Разработанная методика имеет открытый характер, допускает любые изменения состава частных показателей ЭС и их ранжировки, что делает ее пригодной для использования не только на областном, но и на республиканском уровне, например, для сравнительной оценки ЭС городов и областей. В настоящее время методика внедрена и используется в практике работы Могилевского облисполкома.

Список литературы

1. Дымова Л., Севастьянов Д. Применение методов теории нечетких множеств для оценки эффективности инвестиций // Финансы, учет, аудит. 1997. № 3. С. 34-38.

2. Севастьянов П., Севастьянов Д. Оценка финансовых параметров и риска инвестиций с позиций теории нечетких множеств // Надежные программы. 1997. № 1. С. 10-18.

3. Дилигинский, Н.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология / Н.В. Дилигинский, Л.Г. Дымова, П.В. Севастьянов // Монография под. общ. ред. Н.В. Дилигинского. – М.: «Машиностроения – 1», 2004. – 336с.

УДК 519.816

МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Султанова Алина Ильшатовна, студент кафедры экономики и
управления предприятием, АГНИ
Лениногорск, Россия
sultanova.6@mail.ru

Н.рук.: Багаутдинов А.А.

Ключевые слова: Принятие решений, условия неопределенности, методы принятия решений

Keywords: Decision-making, uncertainty conditions, decision-making methods

Аннотация. Абстрактное принятие решений — это, безусловно, самая важная задача руководителя, и зачастую она очень сложна. Область применения моделей анализа решений находится между двумя крайними случаями — один "полюс" на этой шкале является детерминированным и противоположный "полюс" — это чистая неопределенность. Между этими двумя крайностями находятся проблемы, находящиеся под угрозой.

Abstract. Abstract decision-making is by far the most important task of a Manager, and it is often very difficult. The scope of decision analysis models is between two extreme cases — one "pole" on this scale is deterministic and the opposite "pole" is pure uncertainty. Between these two extremes are the problems that are at risk.

Управление — это функция организации, которая имеет задачу направлять организацию и ее деятельность в том или ином направлении, как правило, к каким-то целям. В конце концов, лидерство можно определить как побуждение чего-то двигаться в определенном направлении, а управление — как побуждение других делать то, что хочет правящий. Другой способ выразить то же самое заключается в том, что тот, кто контролирует, имеет желание создать определенную реакцию того, кто подвергается воздействию рулевого управления.

Таким образом, в целом можно сказать, что управление представляет собой искусство управления сложной системой — в данном случае организацией — путем использования ресурсов организации для достижения различных целей. Конкретным примером лидерства в этой

форме является управление военным вмешательством. Представьте себе военного командира, который в боевой обстановке имеет задачу руководить проведением военной операции против противника — где цель состоит в том, чтобы окружить этого противника. Для его помощи у мастера есть штат сотрудников, которые вместе образуют управленческую функцию — и в распоряжении руководства имеются ресурсы в виде различных перевязочных материалов.

На основе информации, поступающей в управленческую функцию, принимаются решения о направлении деятельности и об использовании ресурсов. Управляющие сигналы в виде приказов идут от функции управления наружу к подразделениям, перед которыми стоит задача попытаться реализовать решенное направление действий в боевой комнате. По мере поступления в функцию управления новой информации о событиях в боевой комнате принимаются новые решения и новые сигналы управления поступают в подразделения.

Это происходит под влиянием цикла информации-решения-сигналы управления-новая информация продолжается до тех пор, пока какая-либо из сторон не выиграет или не будет достигнуто перемирие. Это, конечно, очень упрощенное и идеализированное представление о том, как происходит управление военным вмешательством, но повествование иллюстрирует на принципиальном уровне элементарные возможности управленческой функции; уметь на основе поступающей информации получать знания, общаться и уметь действовать с помощью своих ресурсов.

Отличительной особенностью динамических задач принятия решений является то, что:

- что они требуют принятия целого ряда решений;
- что решения зависят друг от друга. Для данного решения варианты ограничены предыдущими решениями, а настоящее решение, в свою очередь, ограничивает варианты будущих решений;
- что окружающая среда изменяется, как в результате присущей ей динамики, так и в результате управленческих действий.

Существует множество примеров управленческих ситуаций, которые обладают этими четырьмя чертами характера, то есть управленческих ситуаций, когда в реальном времени решения должны приниматься серийно взаимосвязанных решений, в то время как окружающая среда характеризуется изменениями; например, ситуации, когда врачи проводят экстренные медицинские вмешательства, управление пожарными менеджерами пожаротушения, управление чрезвычайным реагированием в случае стихийных бедствий, управление полицейскими менеджерами полицейских вмешательств в случае, например, требований и не в последнюю очередь, случай управления, который является примером

динамического принятия решений в данном исследовании – управление военным вмешательством.

Разве не вся управленческая деятельность должна быть отнесена к категории динамичного принятия решений? Если нет, то, что же в таком случае отличает данный вид управления от других видов управления деятельностью в организациях? Хотя можно утверждать, что все виды управления деятельностью в организациях в той или иной степени обладают этими четырьмя характеристиками, существуют, по крайней мере, два фактора из них, которые более заметны в управленческих ситуациях, используемых выше для примера динамического принятия решений, то есть в тех ситуациях, когда речь идет о руководстве различными формами действий.

Это касается как характера окружающей среды в рамках управления складками, так и влияния фактора времени на принятие решений. Окружающая среда или контекст, в котором происходит управление — например, боевая ситуация, пожаротушение или управление полицейскими операциями — содержит больше динамизма, то есть носит более изменчивый характер, чем окружающая среда в управлении другими, более повседневными, видами деятельности, например, государственного управления.

Эта изменяющаяся среда, в свою очередь, предъявляет повышенные требования к руководству для принятия своевременных решений — что обычно означает быстроту — чем при управлении операциями в менее изменяющихся условиях. Это означает, что динамическое принятие решений как теоретическая основа должно быть более подходящим инструментом для понимания управления в изменяющихся ситуациях, таких как управление реагированием различных типов, чем управление в других менее динамичных средах.

Список литературы

1. Никонов, О. И. Математическое моделирование и методы принятия решений : учебное пособие / О. И. Никонов, С. В. Кругликов, М. А. Медведева ; под редакцией А. А. Астафьев. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 100 с. — ISBN 978-5-7996-1562-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/69624.html> (дата обращения: 21.05.2020).

2 Никонов, О. И. Математическое моделирование и методы принятия решений : учебное пособие для СПО / О. И. Никонов, С. В. Кругликов, М. А. Медведева ; под редакцией А. А. Астафьева. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. — 99 с. — ISBN 978-5-4488-0482-3, 978-5-7996-2828-4. — Текст :

электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. —
URL: <http://www.iprbookshop.ru/87825.html> (дата обращения: 21.05.2020).
3. <https://lawfirm.ru/article/index.php?id=13932>

УДК 338

THE TECHNIQUE OF MULTI-CRITERIAL AND MULTI-LEVEL ASSESSMENT OF CONTRACT QUALITY UNDER UNCERTAINTY

Sevastjanov Pavel, Professor of Informatics, Politechnika
Częstochowska, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor
Częstochowa, Poland
sevast@icis.pcz.pl

Zhestkova Elena, Head of Chair of Economics and Management,
Mogilev State A. Kuleshov University, Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor
Mogilev, Belarus
zhestkova@msu.by

Ключевые слова: КОНТРАКТ, КАЧЕСТВО, МЕТОДИКА ОЦЕНКИ,
МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ, НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ

Keywords: CONTRACT, QUALITY, TECHNIQUE OF ASSESSMENT,
ANALYTIC HIERARCHY PROCESS, UNCERTAINTY

Аннотация. В статье рассматривается методика многокритериальной и многоуровневой оценки качества контрактов, описывается порядок проведения оценки, особенности построения функций желательности частных критериев, проводится сравнение с методом анализа иерархий

Abstract. The article discusses the technique of multi-criteria and multi-level assessment of the quality of contracts, describes the procedure of assessing, the features of constructing desirability functions of private criteria, a comparison is made with the analytic hierarchy process

Currently, the high quality of any activity is of great importance for enterprises. Quality assessment system is a prerequisite for the certification of quality management systems.

The technique of multi-criteria assessment of the quality of commercial contracts developed by the authors was tested at the JSC «Mogilev Metallurgical Works». It should be noted that the technique, which was previously used by

specialists of the commercial department of JSC «MMW», based on the analytic hierarchy process (AHP), has a number of significant drawbacks.

First, this technique gives a possibility to assess only one level of factors, which is not always enough to make a rational decision. Sometimes the model contains a large number of factors of several levels.

Second, assessments of the quality of factors do not always correspond to reality. They can be overestimated or underestimated, since there is no best and worst value of the estimated factor.

Thirdly, serious problems arise in determining the weight coefficients, since it is difficult for an expert to single out the most significant factors of their totality and adequately rank them.

Fourth, the technique does not show which of the factors have the greatest influence on the quality and does not allow to assess the degree of this influence.

Fifth, the option is selected on the base of the maximum sum, which is not always true. It is possible that the factor with the highest weight will receive the highest value, while other factors with lower weights will have very low values.

Finally, sixth, the technique does not show how high the quality of the evaluated contract is in comparison with the «ideal contract» (100% quality).

It should be mentioned that any process is characterized by the set of conflicting private criteria. Moreover criteria are often set verbally in the form of statements, which introduces uncertainty in the problem being solved.

Concluding a contract is a process that has a result (a contract), therefore, it is possible to build a cause-effect diagram for this process proposed by the Japanese scientist Kaoru Ishikawa. To build a diagram, it is necessary to find the factors that influence the result of the process and to identify the secondary factors that affect the factors of the first level.

First of all, the result is determined: it is the quality of the contract. Specialists of the commercial department conducted a brainstorming session to identify the primary and secondary factors. The following conditions of the contract were identified as significant factors: the amount of the contract; terms of delivery; terms of payment; product quality; sanctions.

In turn, for each primary factor, factors of the second level were identified:

- for the amount of the contract: amount of delivery and price;
- for terms of delivery: basic terms of delivery and price;
- for the terms of payment: method, currency and time of payment;
- for product quality: quality and price;
- for sanctions: the timing of the sanctions and interest on penalties.

Desirability functions are used in the developed technique to formalize the factors identified by the specialists of JSC «MMW». The desirability functions for the factors were constructed taking into account the constraints imposed by economic conditions or dictated by considerations of economic benefits.

There are restrictions for the factor «Amount of delivery» on the minimum (dictated by considerations of economic benefits) and maximum (due to limited production capacity). In addition, there is the most desirable batch size that provides the optimum cost for preparing that batch.

The type of function for the factor «Price» is determined by the minimum cost of the product.

For the factor «Terms of delivery» reference points correspond to the conditions of Incoterms. The terms of delivery are listed in ascending order of costs and responsibilities of the seller. The function is presented as a table, where the values of the desirability function for each condition are indicated.

For the factor «Product quality» the following reference points are distinguished: compliance of quality with state standards, compliance of quality with technical specifications, compliance of quality with ISO-9000. It should be noted that manufacturing of high quality products requires higher costs for setting up equipment, for incoming quality control and outgoing quality control.

For the factor «Interest on penalties» a desirability function is constructed from the point of view of the seller, the form of which is explained by the fact that the seller is interested in the minimum amount of sanctions imposed on him.

The desirability function of the factor «Timing of the sanctions» shows that it is beneficial for the seller that sanctions for late delivery of products come as late as possible, since there may be unforeseen delays in the shipment.

For the factor «Currency of payment» the desirability function is presented in a tabular form. The better the currency is converted, the more profitable it is for the seller.

For the factor «Method of payment» the desirability function values are presented in a tabular form. The desirability of a method depends on the time of payment and the reliability of the payment method.

The desirability function of the factor «Time of payment» shows that the earlier payment is received, the better it is for the seller.

To analyze information related to the cause-effect diagram and desirability functions specific methods should be used to determine the degree of influence of a factor on the result. These methods include the determination of the coefficients of the relative importance of private criteria in terms of their contribution to the quality indicator at a higher level of the cause-effect diagram.

During the brainstorming the experts of JSC «MMW» performed a pairwise comparison of the importance of the factors of the first and second levels and filled in the matrices of pairwise comparisons according to AHP.

When evaluating contracts it is advisable to use different types of global criteria, since the use of only an additive criterion, which compensates the low values of some private criteria at the expense of the high values of others, can lead to inadequate decisions. That is why the obligatory use of additive criterion is the disadvantage of the AHP. In addition when using AHP and a new alternative appears, it is necessary to rebuild the matrices of paired comparisons.

With the large number of alternatives the construction of matrices seems unrealistic. The next drawback of the AHP is that the numerical characteristics (e.g. price per ton) had to be converted into qualitative comparative estimates using only nine discrete numbers, which led to a significant loss of information.

The performed analysis testifies to the advantages of the developed technique for solving multicriteria multilevel problems, which is free from the noted disadvantages of the widely used analytic hierarchy process.

УДК 005:338.46

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА

Чегерова Татьяна Ивановна, доцент кафедры экономики и управления МГУ имени А.А.Кулешова, к.т.н., доцент
Могилев, Беларусь
chegerova@msu.by

Ключевые слова: теория нечетких множеств, многокритериальная оценка качества, глобальный критерий

Keywords: fuzzy set theory, multi-criteria quality assessment, global criterion

Аннотация. В работе представлены варианты построения глобального критерия качества на основе количественных и качественных показателей с использованием теории нечетких множеств. Рассмотрено применение вариантов сверток глобального критерия в различных областях.

Abstract. The article presents options for constructing a global quality criterion based on quantitative and qualitative indicators using fuzzy set theory. The application of variants of global criterion convolutions in various fields is considered.

Многокритериальная оценка качества является актуальной задачей в различных сферах: на производстве при контроле качества продукции, как единичной оценке, так и оценке качества производственного процесса в целом, в оценке качества процесса оказания услуг, в том числе и медицинских, в здравоохранении, при оценке качества здоровья индивидуума и популяции в целом, для оценки качества среды обитания человека и в множестве других областей [1,4,5].

Существует множество подходов для решения такого типа задач. Рассмотрим один из них, который основан на использовании элементов теории нечетких множеств и описан в различных работах [1]. Суть этого подхода заключается в том, что оценка качества объекта проводится по множеству частных показателей, которые имеют как количественное выражение, так и качественные характеристики типа: «хороший» - «плохой», «удобный» - «неудобный». Кроме этого показатели имеют различную значимость в обобщенной оценке качества. Каждый показатель описывается с помощью, так называемой функции желательности (μ), которая возрастает от минимального нулевого значения (недопустимые значения показателя, брак) до максимума, равного 1, в области наилучших значений (значение показателя идеального качества). В диапазоне от 0 до 1 расположена так называемая «серая зона», характеризующая допустимые значения от наилучшего качества до границы брака. Для показателей, задаваемых на качественном уровне, значения функции желательности также могут быть присвоены в диапазоне от нуля до единицы в соответствие с вербальной шкалой выраженности признака: «плохой», «удовлетворительный», «хороший», «отличный». В результате проведения такой формализации параметров все количественные и качественные факторы представляются в единой безразмерной шкале функций желательности.

Таким образом, вместо набора количественных и качественных показателей оценки качества объекта мы получаем ряд безразмерных значения функций желательности, которые затем агрегируются в так называемый «глобальный критерий».

Существуют различные способы свертки подобных частных критериев, они неоднократно описывались в литературе и выбираются в зависимости от цели и задач исследования [305, 295, 296]. Достаточно часто для описания состояния и качества объекта используются следующие варианты свертки:

$$D1 = \min(\mu_1^{\alpha_1}, \mu_2^{\alpha_2}, \dots, \mu_n^{\alpha_n}) \quad (1)$$

вариант максимального пессимизма

$$D2 = (\alpha_1 * \mu_1 + \alpha_2 * \mu_2 + \dots + \alpha_n * \mu_n) / n \quad (2)$$

аддитивная свертка

$$D3 = \mu_1^{\alpha_1} * \mu_2^{\alpha_2} * \dots * \mu_n^{\alpha_n} \quad (3)$$

мультипликативная свертка

где D_1, D_2, D_3 - альтернативные варианты построения глобального критерия; $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ - функции желательности исследуемых характеристик; n - общее число исследуемых составляющих; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ - коэффициенты относительной важности отдельных показателей качества исследуемой системы для оценки ее качества в целом.

По построению каждая из входящих в (1.1) - (1.3) функций желательности изменяет свои значения от 0 до 1, поэтому значения D_1, D_2 и D_3 могут изменяться от нуля (недопустимое значение для данного критерия) до единицы (отличный или желаемый результат). Выбор варианта свертки зависит от целей и задачи проведения такой оценки. Если ставится задача оптимизации производственного процесса, нахождения таких оптимальных параметров работы системы, которые позволят получить максимальное качество при соблюдении всех условий и ограничений, то этому лучше всего будет соответствовать критерий D_1 – максимального пессимизма [1].

Аддитивный критерий D_2 строится по правилу среднего арифметического и вследствие этого имеет недостаток – компенсации плохих (нулевых) значений функций желательности хорошими, причем использование весовых коэффициентов не спасает положение. Однако в случае проведения оценок качества множества объектов, и выведения общего решения, применение такой свертки наиболее оправдано. Например, в случае оценки здоровья популяции по данным скрининговых обследований. Обобщенный показатель качества исследуемой системы (в данном случае здоровья населения определенного возраста одного из районов Могилевской области) рассчитывался для каждого обследуемого на основании данных анализов и тестов, после чего проводится выявление лиц с подозрением на заболевание. Например, всех обследуемых с показателем $D_2 = 1$ можно считать абсолютно здоровыми (с точки зрения исследуемой патологии), лица с $D_2 = 0$ очевидно нуждаются в лечении, лица с D_2 в пределах 0.3-0.5 требуют дополнительного обследования с целью выявления возможной патологии. Безусловно, такие оценки не могут явно указать на болезнь, однако при скрининговых исследованиях значительно облегчают выявление групп риска.

В случае индивидуальной оценки качества выполненных работ, услуг, оценки конкурентоспособности продукции на основе соотношения «цена/качество» лучше использовать D_3 – мультипликативный. Он лишен недостатка аддитивного критерия D_2 – компенсации плохих значений функций желательности хорошими, Мультипликативный лучше отслеживает изменения при индивидуальной оценке качества оцениваемого объекта. В тоже время, если есть хоть одно недопустимое значение частного показателя, обобщенный критерий D_3 будет равен

нулю, как и критерий максимального пессимизма D1. По этой же причине мультипликативный критерий D3 также лучше использовать при оценке качества оказания услуг в сфере здравоохранения, где в оценке используются множества критических показателей, нарушение которых означает ущерб здоровью человека [4].

В популяционных же исследованиях часто стоит вопрос о количественной оценке качества здоровья популяции в целом. Ответ на него весьма неоднозначен, так как частотные распределения глобальных критериев качества не подчиняются каким-либо изученным законам распределения (рисунок). Это делает невозможным использование стандартных подходов к анализу и интерпретации полученных результатов. На рисунке показаны частотные распределения глобальных критериев D1, D2 и D3 полученных на данных обследования популяции детей и подростков одного из районов Могилевской области в ходе профилактического осмотра.

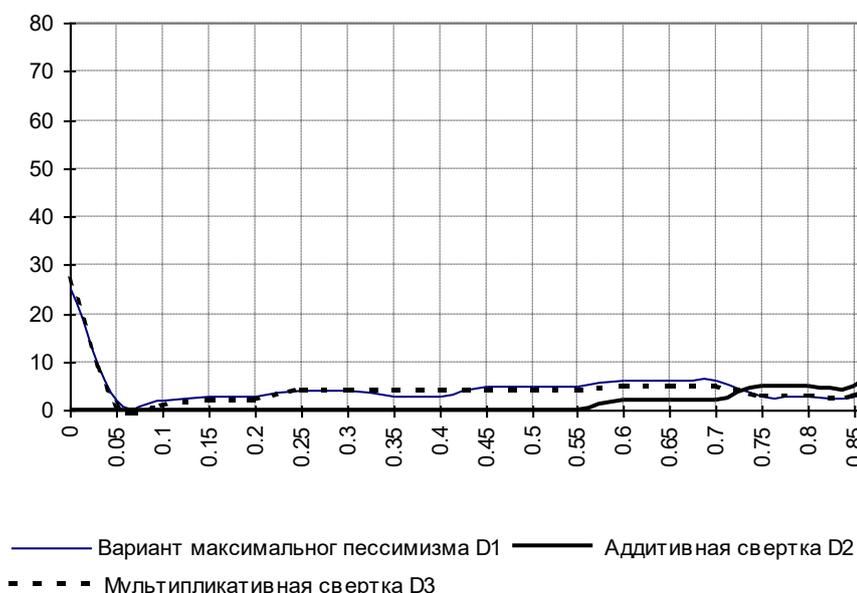


Рисунок. Частотные распределения глобальных критериев качества здоровья обследованных лиц.

Как видно из рисунка, распределения критериев D1, D2 и D3 очень близки. И значения критерия D2 дают достаточную информацию для принятия решения на стадии проведения скрининга.

Для получения единой количественной выборочной оценки показателя качества здоровья популяции, или на основе выборки условно здоровых людей количественной нормы для популяции обратимся к лингвистической интерпретации нечеткого множества [5].

Пусть - D один из вариантов глобального критерия (1-3). Тогда оценка качества здоровья i -ого обследуемого может быть представлена как D_i .

Однако, чтобы определить в какой степени оценки D_i количественно характеризуют качество здоровья индивидуума необходим некоторый базис сравнения, иными словами количественно выраженное понятие “нормы” характерное для рассматриваемой популяции. Определим, что же есть мера четкости утверждения о здоровье популяции в целом. Идеальная ситуация, т.е. идеальная оценка здоровья - это для которой функции желательности равны 1. Следовательно, и для глобальных критериев для идеальной ситуации $D_i=1$. Поэтому D_i можно рассматривать как меру близости ситуации к идеальной в i -той точке опыта, что позволяет ввести в области эксперимента нечеткое множество

$$DD = \{D_i/\bar{X}_i\}, (i=1, \dots N) \quad (4)$$

в котором D_i можно интерпретировать как степень удовлетворения требованиям к ситуации в точке \bar{X}_i . Тогда нечеткому множеству DD можно дать следующую лингвистическую интерпретацию: «рассматриваемое множество обследуемых $\{\bar{X}_i\}, i=1, \dots N$ представляет собой популяцию здоровых людей». Ясно, что это утверждение носит относительный нечеткий характер и степень его четкости (истинности) требует количественной оценки.

Поскольку по построению $D_i \leq 1$, утверждение о качестве здоровья индивидуума также имеет относительный характер. Поэтому используя лингвистическую интерпретацию нечеткого множества DD , можно ввести оценку качества здоровья на $\{\bar{X}_i\}$, опираясь на количественный эквивалент степени определенности высказывания о качестве здоровья.

Для этого можно воспользоваться мерой нечеткости, введенной Р.Егером, которая в нашем случае может быть представлена в виде

$$D_p(DD) = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N |2D_i - 1| \right) \quad (5)$$

Но, из этого выражения следует, что как для полностью здорового индивидуума ($D_i=1$), так и для нездорового ($D_i=0$) из (5) получаем одно и то же численное значение. Опуская в формуле (5) операцию взятия

абсолютной величины, получаем разные по знаку оценки определенности прямого и обратного высказываний, что также не решает проблему из-за трудностей разумной интерпретации отрицательных значений меры определенности.

Поэтому выражение (5) целесообразно преобразовывать таким образом, чтобы для абсолютно здоровой популяции $D_p(DD)$ равнялось единице, для абсолютно больной - нулю. Легко проверяется, что этим требованиям удовлетворяет соотношение

$$D_p(DD) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left((2D_i - 1) \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \right), \quad (6)$$

полученное из (5) с помощью линейного преобразования и исключения операции взятия модуля. Нетрудно заметить, что (6) есть не что иное, как среднее по нечеткому множеству значение функции принадлежности:

$$D_p(DD) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_i \quad (7)$$

Таким образом, мера определенности высказывания о здоровье исследуемой популяции, эквивалентная количественной оценке степени здоровья этой популяции, равна средневывборочной оценке качества здоровья. Полученный результат строго обосновывает способ формирования как нормы для исследуемой популяции, так и фактической оценки качества ее здоровья, основанной на реальных данных обследования.

Данный результат также может быть использован не только в области здравоохранения, но и в других исследованиях, которые связаны с проведением множественных оценок и принятии решений на их основе.

Таким образом, использование описанных вариантов свертки глобальных критериев качества могут найти свое применение в самых различных областях учетом особенностей применения.

Список литературы

1. Дилигинский, Н.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология / Н.В. Дилигинский, Л.Г. Дымова, П.В. Севастьянов // Монография под. общ. ред. Н.В. Дилигинского. – М.: «Машиностроения – 1», 2004. – 336с.

2. Методика комплексной оценки экологического состояния регионов для принятия оптимальных управленческих решений: метод. рекомендации / П.В. Севастьянов, Дымова Л.Г., Чегерова Т.И. и др. / БелНИИЭПП. – Могилев, 2000. – 29 с.

3. Применение методов математического прогнозирования для

управления тренировочным процессом квалифицированных спортсменов. Т.И.Чегерова, Е.В.Нехай, Н.Г. Кручинский // Актуальные проблемы социально-гуманитарных наук. МГУ имени А.А.Кулешова. – Могилев: МГУ имени А.А. Кулешова, 2013. -326-328с.

3. Андреева, С.Н. Экспертные оценки в стоматологии // Институт стоматологии. 2018. - №3(80). - С. 43-45.

4. Yager R. On the measure of fuzziness and Negation. Part 1. Membership in the Unit Interval // Int. J. Gen. Systems. - 1979.- V.5, №4.- P.221-229.