

ПРОЦЕДУРА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Рассматривается проблема увеличения степени формализации процесса принятия решений ЛПР (лицом, принимающим решение) использующим экономико-математическое моделирование. Предлагается рациональная процедура принятия решений. Предложены некоторые этапы процедуры.

Ключевые слова: процедура, принятие решений, критерий, альтернатива, моделирование.

В настоящее время существует достаточно большое количество современных научных дисциплин посвященных проблеме принятия решений. К ним можно отнести математическое программирование, теорию игр, теорию статистических решений, теорию оптимального автоматического управления. Наряду с ними появился ряд новейших прикладных дисциплин: исследование операций, системный анализ, экономическая кибернетика и др. Эти дисциплины занимают рассмотрением проблемы оптимальных решений применительно к объектам управления различной природы и в разных условиях их существования. В этом смысле их можно считать составными частями единой научной дисциплины, для обозначения которой применяется термин «теория принятия решений» (ТПР).

Теория принятия решений – часть теории управления, изучающая способы анализа, выработки образа действий в зависимости от целевой установки и условий, в которых осуществляется деятельность, располагаемых ресурсов, состава исполнителей.

В настоящее время используются три способа принятия решений:

1. Интуитивный способ, т. е. принимается решение, подсказанное предыдущим жизненным опытом (интуицией).

2. Принимается решение по результатам натурных испытаний, обработанных методами прикладной статистики.

3. Принимается решение по результатам экономико-математического моделирования.

В [1] показано, что интуитивный способ принятия решений дает большую ошибку, натурные испытания не всегда представляется возможным организовать, наиболее приемлемо принимать решения с использованием экономико-математического моделирования.

В настоящее время еще не выработана единая «технология» процесса принятия решений, однако определенные тенденции в этом направлении имеются. В работах многих авторов по исследованию операций, системному анализу, управлению производством содержатся рекомендации по формированию состава и последовательности исследований в процессе принятия решений. На основании их анализа и обобщения можно предложить следующий состав «типового» процесса принятия решения: 1) предварительное формулирование проблемы; 2) определение целей операции и выбор соответствующих критериев оптимальности; 3) выявление и формулирование дисциплинирующих условий; 4) составление возможно более полного списка альтернатив и предварительный их анализ с целью отбрасывания явно неэффективных; 5) сбор необходимой информации и прогнозирование изменений параметров операции в будущем; 6) точное формулирование постановки задачи; 7) разработка математической модели операции, позволяющей оценивать эффективность каждой альтернативы; 8) анализ и выбор метода решения задачи и разработка алгоритма решения; 9) оценка альтернатив и определение наиболее эффективных; 10) принятие решения ЛПР; 11) выполнение решения и оценка результатов.

Процесс принятия решений является сложной итеративной циклической процедурой. Действительно, результат практически любого этапа исследований может повлиять на постановку задачи и привести к ее изменению. В частности, даже практическое опробование принятого решения, если оно дает нежелательный результат, также является стимулом к пересмотру постановки задачи и поиску новых решений.

Процедура принятия решений начинается с постановки задачи. Постановка задачи представляет собой формулировку целей (желаемых результатов), предстоящих действий и условий, в которых их необходимо выполнить. Выделим [2] три различных, хотя и взаимосвязанных способа возникновения задач:

1. На основе изучения теории. Исследуем все доступное окружение в поисках новых идей, теорий, методов, материалов и устройств, а затем предлагаем способы использования их в нашей практической деятельности.

2. На основе изучения практических потребностей.

3. Ждем конкретных указаний на разработку новых методов применения техники, технологии производства.

Метод ожидания часто исключает разумное планирование (из-за нехватки времени) программы действий; когда приходят конкретные указания, единственным выходом из положения может оказаться выполнение задачи любой ценой. В конечном счете, метод ожидания – самый дорогостоящий.

Подберем математический инструментарий предварительного формулирования проблемы на основе изучения практических потребностей.

Исходные статистические данные для анализа и последующей постановки задачи удобно представлять в виде матрицы

$$(и.с.д.) = \begin{pmatrix} x_{Ж}^{(1)}(t) & x_{Ж}^{(2)}(t) & \dots & x_{Ж}^{(p)}(t) \\ x_o^{(1)}(t) & x_o^{(2)}(t) & \dots & x_o^{(p)}(t) \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где $x_{Ж}^{(j)}(t)$ – значение j -го анализируемого признака, характеризующего желаемое ЛППР состояние объекта в момент времени t_k ; $x_o^{(j)}(t)$ – значение j -го анализируемого признака, характеризующего состояние объекта в момент времени t_k , причем на объекте регистрируются значения p характеризующих его признаков в N – последовательные моменты времени t_1, t_2, \dots, t_N . Очевидно, что запись (1) в действительности определяет целую последовательность (а именно N штук) матриц. Можно также сказать, что данные вида (1) содержат n реализаций p -мерного временного ряда $x_{Ж}^{(1)}(t), x_{Ж}^{(2)}(t), \dots, x_{Ж}^{(p)}(t)$ и n реализаций p -мерного временного ряда $x_o^{(1)}(t), x_o^{(2)}(t), \dots, x_o^{(p)}(t)$.

Если мы располагаем так называемыми одномоментными наблюдениями, то это соот-

ветствует случаю $N = 1$ в общей записи (1) и исходные данные приобретают вид

$$(и.с.д.) = \begin{pmatrix} x_{Ж}^{(1)} & x_{Ж}^{(2)} & \dots & x_{Ж}^{(p)} \\ x_o^{(1)} & x_o^{(2)} & \dots & x_o^{(p)} \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Если $p = 1$, то речь идет о временных рядах $x_{Ж}^{(1)}(t)$ и $x_o^{(1)}(t)$.

Заметим, что для практики наиболее типична ситуация, когда моменты времени t_1, t_2, \dots, t_N , в которые производится регистрация значений анализируемых признаков, являются равноотстоящими, т.е. $t_2 - t_1 = t_3 - t_2 = \dots = t_N - t_{N-1} = \Delta t$. В этом случае время удобнее считать и обозначать в числе «тактов» Δt . Соответственно тогда вместо t_1, t_2, \dots, t_N удобнее записывать $t = 1, 2, \dots, N$.

Предлагается для предварительного формулирования проблемы на основе изучения практических потребностей использовать понятие однородности или меру близости.

В общем случае, понятие однородности состояния объектов [3] задается либо введением правила вычисления расстояний $\rho(x_i, x_j)$ между любой парой исследуемых состояний объектов, либо заданием некоторой функции $r(x_i, x_j)$, характеризующий степень близости i -го и j -го состояний объектов. Если задана функция $\rho(x_i, x_j)$, то близкие с точки зрения этой метрики состояния объектов считаются однородными, принадлежащими к одному классу. Очевидно, что необходимо при этом сопоставлять $\rho(x_i, x_j)$ с некоторыми пороговыми (желаемыми) значениями $\rho_{жс}(x_i, x_j)$, определяемыми в каждом конкретном случае по-своему. В случае если $\rho(x_i, x_j) \geq \rho_{жс}(x_i, x_j)$, то налицо проблема и требуется формулировать постановку задачи на разработку операции.

Аналогично используется и мера близости $r(x_i, x_j)$, при задании которой мы должны помнить о необходимости выполнения следующих условий: симметрии $r(x_i, x_j) = r(x_j, x_i)$ и монотонного убывания $r(x_i, x_j)$ по мере увеличения $\rho(x_i, x_j)$, т.е. из $\rho(x_k, x_l) \geq \rho(x_i, x_j)$ должно следовать неравенство $r(x_k, x_l) \leq r(x_i, x_j)$.

Выбор метрики или меры близости является узловым моментом исследования. В каждом, конкретном случае, этот выбор должен производиться по-своему, в зависимости от целей исследования, физической и статистической

природы наблюдений X , априорных сведений о характере вероятностного распределения X .

Для многих задач принятия решений (особенно в административных системах) в качестве метрики целесообразно использовать Евклидово расстояние

$$\rho_E(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{l=1}^k (x_{il} - x_{jl})^2},$$

где x_{il}, x_{jl} - величина l -ой компоненты у i -го (j -го) состояния объекта ($l = 1, 2, \dots, k; i, j = 1, 2, \dots, n$).

Естественное, с геометрической точки зрения, евклидово пространство может оказаться бессмысленным (с точки зрения содержательной интерпретации), если признаки измерены в разных единицах. Чтобы исправить положение, прибегают к нормированию каждого признака путем деления централизованной величины на среднее квадратическое отклонение и переходят от матрицы X , к нормированной матрице с элементами:

$$t_{il} = \frac{x_{il} - \bar{x}_l}{S_l},$$

где, x_{il} - значение l -го признака у i -объекта; \bar{x}_l - среднее значение l -го признака;

$$S_l = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{il} - \bar{x}_l)^2}$$
 - среднее квадратическое отклонение l -го признака.

В тех случаях, когда каждой компоненте x_l вектора наблюдений X удается приписать некоторый «вес» ω_l , пропорционально степени важности признака (обычно принимают $0 \leq \omega_l \leq 1$, где $l = 1, 2, \dots, k$.) полезно применить «взвешенное» Евклидово пространство

$$\rho_{BE}(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{l=1}^k \omega_l (x_{il} - x_{jl})^2},$$

Классификация постановок задач в зависимости от наличия информации о множестве вариантов решения S и множестве критериев качества F приведена в таблице 1.

Итак, для предварительного формулирования проблемы на основе изучения практических потребностей предлагается использовать Евклидово расстояние или «взвешенное» Евклидово пространство.

Таблица 1

| $\langle S, F \rangle$ | ОЗПР | Задача выбора | ОЗ оптимизации |
|---------------------------|------|---------------|----------------|
| S – варианты решения | – | + | + |
| F – критер. оптимальности | – | – | + |

ОЗПР – общая задача принятия решения, ОЗ – общая задача.

Чтобы сравнить степень достижения поставленной цели с помощью выбранного способа действия, используют критерии качества (иначе – критерии эффективности или критерии оптимальности), они являются математическим выражением цели операции (математической моделью цели операции).

На основании анализа рекомендаций различных авторов предлагается неформальная процедура, позволяющая получить критерии качества, для задач принятия решений в административных, коммерческих и финансовых сферах:

1. Устранить неопределенность целей, т. е. сформулировать и записать все цели, которые мы преследуем в рамках данной задачи.
2. Согласовать полученный перечень целей между собой и с целями вышестоящего органа.
3. Выбрать для каждой цели единицу и шкалу измерения (провести шкалирование), т. е. этой неформальной операцией мы переводим цели в критерии качества.
4. Провести ранжирование критериев качества, т. е. расположить критерии в порядке важности.

При составлении перечня целей нам окажет помощь: обращение к авторитету; экспертный анализ; использование казуистических методов.

В любой задаче принятия решений присутствуют факторы, ограничивающие возможности достижения цели. Их также называют «дисциплинирующими условиями».

Среди дисциплинирующих условий могут быть детерминированные, случайные и неопределенные группы факторов [2]. Предлагается процедура, которой целесообразно пользоваться при описании факторов, ограничивающих возможности достижения цели операции:

1. Из всех параметров, характеризующих планируемую операцию выделить множество

дисциплинирующих условий и множество элементов решения.

2. Из множества дисциплинирующих условий выделить детерминированные, стохастические и неопределенные факторы.

3. Для случайных факторов рассмотреть возможность: усреднения параметров дисциплинирующих условий или усреднения показателей эффективности или введения статистических ограничений.

4. Разделить неопределенные факторы [5] на виды а) распределение вероятностей для параметров θ в принципе существует, но к моменту принятия решения не может быть получено и б) распределение вероятностей для параметров θ вообще не существует.

Для вида а): принять гипотезу о характере неопределенных факторов или попытаться использовать адаптивные методы.

Для вида б): выбрать правдоподобные параметры для неопределенных факторов или определить возможный диапазон изменения неопределенных параметров или определить наилучшую для нас стратегию поведения конкурента.

Те параметры, совокупность которых образует решение, называются элементами решения. В качестве элементов решения могут фигурировать различные числа, векторы, функции, физические признаки и т. д.

Элементы решения X_i представляют собой множества, состоящие из конечного числа дискретных значений $x_{ij} \in X_i$ или непрерывных значений из некоторого интервала $[x_{i0}, x_{im}]$.

Вариант решения (альтернатива решения) задачи принятия решений – это совокупность элементов решения (управляемых параметров), каждому из которых присвоено конкретное значение из набора допустимых $x_{ci} = \langle x_{i1}, \dots, x_{in}, \dots, x_{im} \rangle$.

Варианты решения могут быть получены на основе:

– выявления управляемых параметров X_i (элементов решения) и выбора для каждого конкретного значения $X_i = g(x_{ij})$;

– использования методов поиска новых решений.

В процессе подготовки и принятия решений, представляется целесообразным, использовать имитационные модели. При имитационном моделировании [4] реализующий модель алгоритм воспроизводит процесс функциони-

рования системы S во времени, причем имитируются элементарные явления, составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени.

Имитационные модели можно строить двух типов: управляемые и прогнозные. Управляемые модели отвечают на вопросы «Что будет, если...?»; «Как достичь желаемого?», и содержат три группы переменных: 1) переменные, характеризующие текущее состояние объекта; 2) управляющие воздействия – переменные, влияющие на изменение этого состояния и поддающиеся целенаправленному выбору; 3) исходные данные и внешние воздействия, т. е. параметры, задаваемые извне, и начальные параметры. В прогнозных моделях управление не выделено явно. Они отвечают на вопрос: «Что будет, если все останется по-старому?».

Процесс моделирования в административных, коммерческих и финансовых сферах сводится к выполнению трех этапов. На этапе построения модели и ее формализации проводится исследование моделируемого объекта с целью выделения основных составляющих процесса его функционирования. Определяются необходимые аппроксимации, и получается обобщенная схема модели системы. Эта схема преобразуется в машинную модель, на втором этапе моделирования, путем последовательной алгоритмизации и программирования модели. Последний третий этап моделирования системы сводится к проведению рабочих расчетов на компьютере, а также получению и интерпретации результатов моделирования системы.

Если решается однокритериальная задача, то, выбирая решение, мы, естественно, предпочтем такое, которое обращает критерий качества в максимум (или же в минимум).

На практике однокритериальные задачи встречаются нечасто. Обычно операция характеризуется несколькими критериями, из которых одни желательны обратиться в максимум, а другие – в минимум. Решение, одновременно удовлетворяющее всем этим требованиям, отсутствует. Решение, обращающее в максимум один какой-то критерий, как правило, не обращает ни в максимум, ни в минимум другие.

При решении многокритериальных ЗПР возникает ряд специфических проблем, нося-

щих не формальный (т. е. не вычислительный), а концептуальный характер.

В задачах векторной оптимизации имеется противоречие между некоторыми из критериев [6]. Это противоречие обычно является нестрогим, так как иначе задача становится конфликтной антагонистической. В силу этого область Ω_X допустимых решений распадается на две непересекающиеся части: область согласия Ω_X^c и область компромисса Ω_X^k . Оптимальное решение может принадлежать только области компромисса, т. е. $\bar{X} \in \Omega_X^k$. Следовательно, поиск оптимального решения надо ограничить только областью компромисса Ω_X^k . Отсюда проблема 1 — выделение области компромисса Ω_X^k из области допустимых решений.

Дальнейший поиск оптимальных решений в области компромисса может быть осуществлен только на основе некоторой схемы компромисса. Выбор схемы компромисса соответствует раскрытию смысла оператора оптимизации обычно в виде

$$\underset{X \in \Omega_X}{opt} E(X) = \underset{X \in \Omega_X^k}{opt} E(X) = \max \varphi[E(X)],$$

где $\varphi(E)$ — некоторая скалярная функция от вектора критериев E .

Таким образом, выбор того или иного принципа оптимальности сводит векторную ЗПР к эквивалентной (в смысле принятого принципа оптимальности) скалярной ЗПР.

В тех задачах, в которых локальные критерии имеют различные единицы измерения. Необходимо нормализовать критерии, т. е. привести их к единому, желательно безразмерному, масштабу измерения.

Обычно локальные критерии имеют различную важность. Это следует учитывать при выборе оптимального решения, отдавая известное предпочтение более важным критериям.

Указанные проблемы носят концептуальный характер, при решении которых приходится прибегать к различного рода эвристическим процедурам, в которых существенная роль принадлежит экспертам.

Наиболее пригодным для использования ЛПР представляется метод последовательных уступок. Предположим, что критерии f_1, f_2, \dots, f_n расположены в порядке убывающей важности. Сначала ищем решение, обращающее в максимум первый (важнейший) показатель $f_1 = f_{1\max}$. Затем назначаем, исходя из практических соображений некоторую «уступку» Δf_1 , которую мы согласны сделать для того, чтобы максимизировать второй показатель f_2 . Далее снова назначим «уступку» в f_2 , ценой которой можно максимизировать f_3 , и т. д. Такой способ построения компромиссного решения хорош тем, что здесь сразу видно, ценой какой «уступки» в одном критерии, приобретает выигрыш в другом и какова величина этого выигрыша.

Таким образом, предлагается рациональная процедура принятия решений ЛПР использующая экономико-математическое моделирование в административных, коммерческих и финансовых сферах. Рассмотренная процедура может быть использована при разработке систем поддержки принятия решений для оптимизации управления.

03.11.2011

Список литературы:

1. Шепель, В.Н. Статистическое моделирование обоснования управленческих решений на сельскохозяйственных предприятиях. — М.: КолосС, 2004. — 344 с.: ил.
2. Шепель, В.Н. Обоснование управленческих решений на сельскохозяйственных предприятиях с помощью статистического моделирования // Глобальные тенденции в статистике и математических методах в экономике: Материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов. — 2004, С. 189–193.
3. Саати, Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Пер. с англ., науч. ред. А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. — М.: Издательство ЛКИ, 2008. — 360 с.
4. Барчуков, А.В. Принятие финансовых решений на основе имитационного моделирования / Барчуков А.В. // Финансовый менеджмент. — 2008. — №6. — С. 25–39.
5. Овчинникова, Т.И. Анализ принятия управленческих решений в условиях неопределенности / Т.И. Овчинникова, И.Н. Булгакова, М.Г. Хорева // Экономический анализ: теория и практика. — 2006. — №8. — С. 22–23.
6. Слонов, Н.Н. Структурный анализ управленческого решения / Н.Н. Слонов // Проблемы теории и практики управления. — 2009. — №1. — С. 97–105.

Сведения об авторе:

Шепель Вячеслав Николаевич, заведующий кафедрой управления и информатики в технических системах Оренбургского государственного университета, доктор экономических наук, профессор 460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 14336, тел. (3532) 372558, e-mail: fit.cits@mail.ru

UDC 330.4: 330.45

Shepel V.N.

Orenburg state university

E-mail: fit.cits@mail.ru

THE PROCEDURE OF DECISION MAKING IN ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING

We consider increasing the degree of formalization of the decision-making process by the decision maker, using economic and mathematical modeling. A rational decision-making process is suggested. We study some of the steps of the proposed procedure.

Key words: procedure, decision making, criterion, alternative, modeling.

Bibliography:

1. Shepel, V.N. Statistical modeling for explanation of management decisions on farms. – M.: Colossus, 2004. – 344 p.
2. Shepel, V.N. The motivation of the administrative decisions at the agricultural enterprises with the help of the statistical modeling // Global tendencies in statistics and mathematical methods in economics: science, practice and education. International conference. St.Petersburg. – 2004, P. 189–193.
3. Saaty, T.L. Decision making with dependence feedback. The Analytic Network Process / Trans. from English, sci. ed. A.V. Andreychikov, O.N. Andreichikova. – Moscow: Publishing House LKI, 2008. – 360 p.
4. Barchukov, A.V. Adoption of financial decisions based on simulation / Barchukov A.V. // Financial Management. – 2008. – №6. – P. 25–39.
5. Ovchinnikov, T.I. Analysis of decision making under uncertainty / T.I. Ovchinnikov, I. Bulgakov, M.G. Horev // Economic Analysis: Theory and Practice. – 2006. – №8. – P. 22–23.
6. Slonov, N.N. Structural analysis of the administrative decision / N.N. Slonov // Problems of the Theory and Practice of Management. – 2009. – №1. – P. 97–105.