

кого мониторинга на предприятии /Харьковский институт радиоэлектроники. Харьков, 1995. 10 с. Деп. В ГНТБ Украины 04.09.95, № 2030 Ук-95.
4. *Примак А.В., Щербань А.Н., Сорока А.С.* Автоматизированные системы защиты воздушного бассейна от загрязнения. К.: Техника, 1988. 166 с.
5. *Неумывакина О.Е.* Автономный радиотелеметрический комплекс – базовое звено автоматизированной системы экологического мониторинга / Харьковский институт радиоэлектроники. Харьков, 1995. 8 с. Деп. В ГНТБ Украины 04.09.95, № 2029 Ук-95.

Поступила в редколлегию 19.05.98

УДК. 519.81

ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ЗАДАЧ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

ЛЕВЫКИН В.М., СТОПЧЕНКО Г.И., АЙДАРОВ А.В.

Излагается технология формирования адаптивной модели многокритериальной оптимизации на основе использования объективных данных о решаемой задаче и субъективных предпочтений ЛПР. Предлагаемая система генерации моделей позволяет отобразить особенности задач предметной области и сформировать средства поиска решений в проектируемой СППР.

Задачи организационного управления относятся к слабоструктурированным и характеризуются трудностью формализации управляемых процессов, значительным динамизмом возникающих ситуаций, неопределенностью исходной информации и многокритериальностью принимаемых решений. Эти особенности ограничивают возможности использования “классических” моделей и методов оптимизации, а их применение связано со значительными упрощениями реальных ситуаций.

Эффективным средством повышения качества управления промышленными предприятиями является использование систем поддержки принятия решений (СППР), предоставляющих помощь лицу, принимающему решение (ЛПР) на основе знаний, содержащихся в математических моделях и методах, а также знаний, содержащихся в опыте высококвалифицированных специалистов.

При использовании СППР учитывались следующие требования: процессы формирования модели и поиска решений для ЛПР автоматизированы; система моделирования предоставляет ЛПР возможность отображать различные ситуации в предметной области

(ПрО); средства управления моделями обладают возможностями быстрой модификации используемых моделей; средства управления моделированием обеспечивают простые и прямые способы доступа ЛПР к моделям на языке ПрО и т.д.

Проектируемая СППР ориентирована на решение многокритериальных задач оптимизации, модель которых в общем виде можно сформулировать следующим образом: найти вектор переменных $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, принадлежащий области D и соответствующий наилучшему в определенном смысле сочетанию критериальных оценок z_l :

$$\text{opt } F(x) = \{ f_l(x) = z_l \}, x \in D, l=1, L. \quad (1)$$

В задачах многокритериальной оптимизации для устранения неопределенности, возникающей из-за наличия нескольких критериев, используются предпочтения ЛПР, основанные на его знаниях, опыте и интуиции. Эта субъективная информация является основой объединения основных параметров задачи в единую модель, позволяющую оценивать варианты решений. Многокритериальный характер задач оптимизации связан с неопределенностью в выборе целей, для снятия которой необходима информация о системе предпочтений ЛПР.

Многообразие возникающих ситуаций при решении задач предметной области выражается в конкретной модели формирования и выбора решения. Адаптивная модель ПрО отражает наряду с объективными факторами задач предметной области и субъективную информацию о целевых установках и предпочтениях ЛПР, несущего ответственность за принятое решение.

Проблема соответствия конкретной на данный момент модели решаемой задаче определяется следующими факторами: соответствие модели объективным характеристикам поставленной задачи ПрО (типу множества альтернатив, параметрическим и функциональным ограничениям и т.д.); соответствие модели субъективным характеристикам задачи, связанным с возможностью ЛПР по определению целевых установок и структурных элементов модели (задание области желаемых значений критериев, тип задачи оптимизации и т.д.); соответствие модели субъективным возможностям ЛПР по выдаче дополнительной информации, определяющей принципы оптимизации и соответствующий метод решения (соотношение критериев по значимости и т.д.).

Представим обобщенную многокритериальную модель, способную адаптироваться к различным ситуациям ПрО и предпочтениям ЛПР, на основе расширенного множества классификационных признаков:

$$M = \langle t, X, D, F, H, j, p, r \rangle. \quad (2)$$

В модели приняты следующие обозначения:

t – тип задачи, характеризующий вид требуемого для ЛПР упорядочения вариантов решений: найти наиболее предпочтительное решение; выделить подмножество предпочтительных решений; полностью упорядочить множество решений по степени предпочтительности;

X – тип решений: непрерывные, целочисленные, булевы переменные и т.д.;

D – структура множества допустимых решений. Существующие способы описания множества альтернатив:

– с использованием системы ограничений (например: $g_j(x) \leq b_j$, $j=1, m$);

– перечисление конечного множества заданных альтернатив $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$, $j=1, n$, $x_j \geq 0$;

– наличие детерминированного формального механизма, позволяющего генерировать альтернативы.

Ограничения g_j могут быть линейными, нелинейными, выпуклыми и т.д.;

$F = (f_1, f_2, \dots, f_L)$ – множество критериальных функций или показателей эффективности альтернатив X . Критериальные функции могут быть следующих видов: линейные, нелинейные, специального вида, дифференциальные и т.д.;

N – шкалы критериев, представляющие собой множество упорядоченных оценок. Шкалы могут быть количественными (непрерывными) или качественными (дискретными). Декартово произведение $N=N_1 \times N_2 \times \dots \times N_L$ образует критериальное пространство;

$j: X \rightarrow Z$ – отображение, ставящее в соответствие множеству допустимых оценок X множество векторных оценок Z . Отображение реализуется с помощью математических выражений или экспертных оценок;

P – система предпочтений ЛПР (такая совокупность неформализованных представлений эффективности альтернатив, из которой он исходит при рациональных действиях);

U – уровень притязаний ЛПР, определяющий область желаемых значений критериев. В зависимости от возможности ЛПР выразить уровень притязаний сформулируем следующие типы задач поиска предпочтительного решения.

Задача поиска априори неизвестного наилучшего решения. ЛПР не имеет возможности задать (определить) желаемые свойства решения, и задача принятия решения формируется следующим образом: найти вектор X , принадлежащий области D и оптимизирующий (максимизирующий или минимизирующий) совокупность целевых функций

$$F = \{f_l(x), x \in D, l=1, L\} \quad (3)$$

при наиболее предпочтительном соотношении между ними в точке решения X^* . Это требование означает: в множестве D эффективных (Парето-оптимальных) решений найти X^* , соответствующее априорно неизвестной функции полезности $V(Z)$ ЛПР:

$$X = \operatorname{argopt} V\{Z(x)\}, \quad (4)$$

где $Z(x) = \{f_1, f_2, \dots, f_L\}$.

Задача поиска удовлетворительного решения, в которой понятие удовлетворительности формализуется в виде условия

$$Z_1 \leq f_1 \leq Z. \quad (5)$$

В случае, если ЛПР не в состоянии заранее сообщить пороговые значения Z_1 , выделяющих множество удовлетворительных решений в D , то уровни Z_1 могут корректироваться (формироваться по мере анализа новых альтернатив и изменения представления ЛПР о множестве допустимых решений).

Задача целевого программирования. Ситуация принятия решений формируется ЛПР следующим образом: найти вектор X , принадлежащий области D и обеспечивающий для целевых функций возможно более близкое приближение к множеству одновременно недостижимых значений целей $\{z^*\}$, т.е.

$$X^* = \operatorname{argmin} d(f(x), z^*), \quad x \in D, \quad (6)$$

где $d(0)$ – расстояние, определяемое на основании некоторой метрики; g – решающее правило.

g является формализованным выражением предпочтений ЛПР и представляет собой принцип сравнения векторных оценок. Решающее правило упорядочивает множество оценок Z , а обратное отображение j позволяет упорядочить множество решений X . В зависимости от возможности и режима взаимодействия ЛПР с СППР в процессе формирования и выбора решений возможны следующие классы решающих правил:

- априорные правила, основанные на предположении, что вся информация, позволяющая определить наилучшее решение, содержится в описании множества альтернатив и показателей эффективности и может быть извлечена и использована;

- апостериорные решающие правила, основанные на использовании некоторой системы гипотез или аксиом, которые должны проверяться для каждой конкретной ситуации выбора решений; проверка связана с привлечением дополнительной информации, обычно предшествующим сравнением альтернатив;

- адаптивные правила выбора решений, также использующие дополнительную информацию, но сбор ее осуществляется одновременно с анализом множества альтернатив.

Для поиска решений на основе сформулированной многокритериальной модели существует значительное количество человеко-

машинных процедур, выбор которых определяется возможностью ЛПР по выдаче дополнительной информации [1]. При всем разнообразии методов и процедур в них можно выделить четыре типа операций, выполняемых ЛПР:

- с критериями (назначение весовых коэффициентов, упорядочивание критериев по важности и т.д.);
- с оценками на шкалах критериев (сравнение оценок на шкалах, измерение полезности оценки и т.д.);
- с альтернативами (сравнение альтернатив, отнесение к классу качества и т.д.);
- с оценками альтернатив по критериям (сравнение, определение удовлетворительного значения и т.д.).

На формирование модели, а также на выбор соответствующего метода поиска решений значительно влияет возможность предоставления дополнительной информации о системе предпочтений ЛПР.

Сформированная адаптивная модель является составной частью блока моделей создаваемой интеллектуальной СППР для решения многокритериальных задач управления производством.

Литература: 1. *Ларичев О.Н.* Объективные модели и субъективные решения. М.:Наука, 1987. 144 с.

Поступила в редколлегию 04.06.98

УДК 519.81

МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОПЕРАТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ

СТОПЧЕНКО Г.И., МИХАЕВИЧ А.И., РАЙКОВ В.М.

На основе анализа базовых задач оперативно-диспетчерского управления разрабатываются многокритериальные модели функциональных задач. Автоматизация их решения в рамках СППР позволяет повысить оптимальность и оперативность принимаемых решений.

Управление производством на современном промышленном предприятии является сложной трудноформализуемой задачей и в общем виде включает два этапа: планирование сроков выполнения производственных процессов при оптимизации технико-экономических показателей производственной деятельности и координация этих процессов (оперативное управление) в условиях ограниченности производственных ресурсов (материальных, финансовых, энергетических и т.д.) [1].