УДК 004.652: 623.81

О.В. ТЕРЕЩЕНКОВА
Херсонська державна морська академія

МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ВИБОРІ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ НА СУДНОРЕМОНТНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Розглянуті моделі прийняття рішень при виборі системи доставки вантажів на судноремонтному підприємстві. Наведені розрахунки використання розглянутих моделей та представлена їх програмна реалізація.

Ключові слова: прийняття рішень, модель, особа, що приймає рішення

The models of decision making in the selection of cargo delivery to the shipyards. These calculations use these models and their software implementation is presented.

Keywords: decision, decision-making model, the decision of person.

Вступ

Керування має місце у різноманітних сферах. Хоча воно й носить різноманітний характер залежно від об'єктів, органів, засобів та методів керування, проте його організація будується на деякому базисі, обумовленому спільністю використовуваних методів і прийомів керування, спільністю функцій і змістом управлінського циклу, способів прийняття рішень (ПР) та інш.

Збільшення обсягів інвестицій для виконання судноремонтних замовлень вимагають детального прорахунку витрат, мінімізації ризиків. Висока складність процесів судноремонту вимагає обробки дуже великого обсягу інформації, ретельного планування по строках та використовуваних ресурсах.

У процесі прийняття управлінських рішень доводиться враховувати велику кількість показників, критеріїв, факторів, що впливають на поставлену ціль. Практично в будь-яких управлінських завданнях існують різного роду невизначеності, пов'язані із суперечливістю критеріїв та неповнотою знань про проблему.

При прийнятті рішень за концепцією системного аналізу всі рішення зводяться до вибору оптимальної альтернативи серед безлічі припустимих засобів досягнення поставленої мети. Дійсно, такий підхід часто суб'єктивно сприймається як мета (тобто ціль полягає в оптимізації системи за заданим критерієм).

Однак у реальних складних системах таких цілей, як правило, виявляється декілька. Можуть переслідуватися одночасно кілька цілей, що часто є суперечливими. При проектуванні складних систем, таких, як системи доставки вантажів, неможливо визначити одну ціль чи навіть установити тверду ієрархію цілей. Тому замість твердої моделі необхідно використовувати «м'яку» модель, основна ідея якої полягає в «компромісі» між різними цілями, при пошуку рішень, що якоюсь мірою задовольняли б усім висунутим вимогам (а виходить, цілком не задовольняли б персонально ні однієї з них). Цей підхід виник від розуміння того, що в багатьох випадках не вистачає інформації для лінійного ранжирування рішень і можна лише здійснити групове ранжирування.

Постановка завдання

Метою статті є розглянути моделі ухвалення рішення при виборі системи доставки вантажів при наявності декількох критеріїв на основі нечітких множин. Особа, що приймає рішення (ОПР), далеко не завжди може об'єктивно оцінити рівень якості отриманого рішення, а тим більше вибрати з декількох рішень найкраще. Вибір гарного варіанта можливий тільки в тих випадках, коли використані коректна модель і алгоритм вибору.[1,2].

Нехай задано множина можливих варіантів доставки X:

$$X = \{x_1, x_2, ...x_i, ..., x_n\}$$

Кожен варіант характеризується множиною параметрів: оцінки якості Y:

$$Y = \{y_1, y_2, ...y_i, ..., y_n\}$$

Між кожним членом множини X і кожним членом множини Y має місце нечітке відношення, позначене через xy чи μ_{ij}. Іншими словами, μ_{ij} відображає рівень відповідності i-го варіанта доставки вимогам по j-ому параметру ($\mu_{ij} \in [0,1]$; $i = 1,...,n$; $j = 1,..., m$). Якщо зібрати разом усі нечіткі відносини між x_i й y_j, то одержимо матрицю нечітких відносин R розміром

$$R = \{\mu_{ij} | i = 1,..., n; j = 1,...., m\}$$

Потрібно вибрати кращий варіант x^* з множини X. [3,4].

Основний розділ

Задачу вибору системи доставки вантажів представимо наступним чином:

$$x^* = opt(X, Y, R, M) \tag{1}$$

де M – використовувана модель рішення – задачі, обрана ОПР. Залежно від моделі результати рішення поставленої задачі можуть бути різними при тих самих вихідних даних.

Розглянемо моделі ухвалення рішення при виборі системи доставки вантажів. Процес прийняття рішень найбільше часто характеризується однієї з наступних ситуацій:

1) ОПР не має інформацію про обмеження на значення параметрів і інформацією про рівень їхньої важливості. Застосовується модель максимінної згортки для рішення задачі;

2) ОПР вибирає варіант, що забезпечує значення всіх параметрів не гірше необхідних. Ця ситуація

відповідає моделі абсолютного рішення;

3) ОПР може вказати бажані обмеження по деяких основних параметрах. Це модель основного параметра;

4) ОПР здатна ранжиру вати параметри за рівнем їхньої важливості і визначити частку впливу кожного параметра на загальне рішення. У даній ситуації використовується модель компромісного рішення;

5) остання ситуація характеризується як сполучення другої і четвертої ситуації. ОПР шукає оптимальне рішення на основі компромісної моделі, при цьому враховує деяке обмеження на значення параметрів. Ця модель називається моделлю еталонного порівняння.[5].

Розглянемо ці моделі більш докладно та реалізуємо розрахунки у вигляді програмних модулів.

Значення варіантів за параметрами:

Варіант доставки	Строк доставки вантажу, y1	Вартість доставки вантажу, y2	Збереження вантажу при доставці, y3
Варіант X1	0.62	0.70	0.80
Варіант X2	0.50	0.60	0.70
Варіант X3	0.90	0.80	0.50
Варіант X4	0.80	0.70	0.60
Варіант X5	0.60	0.80	0.60
Варіант X6	0.70	0.50	0.80
Варіант X7	0.50	0.60	0.90
Варіант X8	0.40	0.90	0.90

Оберіть модель обрахунку:

- ○ Вирішити задачу за моделлю максимінної згортки
- ◉ Вирішити задачу за моделлю абсолютного рішення
- ○ Вирішити задачу за моделлю основного параметру
- ○ Вирішити задачу за моделлю компромісного параметру
- ○ Вирішити задачу за моделлю еталонного порівняння
- ○ Вирішити задачу за всіма моделями

[Обрахувати]

Рис. 1 Форма програми для вибору моделі

На рис. 1 представлена форма для вибору моделі розрахунку для восьми варіантів доставки за трьома параметрами.

За розрахунками по моделі максимінної згортки оптимальним вважається варіант, що має мінімальні недоліки по всіх параметрах. Дана модель заснована на операції перетинання нечітких множин:

$$D = y_1 \cap y_2 \cap .... \cap y_m \qquad (2)$$

де *D* – кінцева оцінка якості варіанта, визначена операцією перетинання часткових параметрів y_j, j= 1,...,m

Операція перетинання нечітких множин може бути реалізована різними способами. Звичайно цієї операції відповідає взяття мінімуму. Така модель є реалізацією песимістичного підходу, що ігнорує гарні оцінки варіантів. Варіант, що має високі оцінки по деяких параметрах і низькій оцінці хоча б тільки по одному параметру, оцінюється як варіант із низьким рівнем якості в остаточному підсумку. Але є й переваги : модель і алгоритм її рішення досить прості; при використанні моделі потрібно мінімальний обсяг вхідної інформації; використання даної моделі завжди дає рішення.[5]. Результати розрахунку за цією моделлю представлені на рис. 2.

Обчислення моделлю максимінної згортки

Значення варіантів за параметрами:

Варіант доставки	Строк доставки вантажу, y1	Вартість доставки вантажу, y2	Збереження вантажу при доставці, y3	Кінцеві оцінки якості варіантів
Варіант X1	0.62	0.7	0.8	0.62
Варіант X2	0.5	0.6	0.7	0.5
Варіант X3	0.9	0.8	0.5	0.5
Варіант X4	0.8	0.7	0.6	0.6
Варіант X5	0.6	0.8	0.5	0.5
Варіант X6	0.7	0.5	0.8	0.5
Варіант X7	0.5	0.6	0.9	0.5
Варіант X8	0.4	0.9	0.9	0.4

Рис. 2 Форма з розрахунками за моделлю максимальної згортки

При застосуванні моделі абсолютного рішення ОПР, задає мінімальне припустиме значення $\mu_j^{\min}$ для кожного параметра Y_j.

Недоліками моделі є не врахування рівних важливостей всіх параметрів. Можливий випадок, коли варіант задовольняє обмеженням по важливих параметрах, але не включається до множини X^* через те, що не виконується обмеження по менш важливому параметру. Результати застосування моделі на рис. 3.

Обчислення за моделлю абсолютного рішення

Значення варіантів за параметрами:

Варіант доставки	Строк доставки вантажу, y1	Вартість доставки вантажу, y2	Збереження вантажу при доставці, y3
Варіант X1	0.62	0.7	0.8
Варіант X2	0.5	0.6	0.7
Варіант X3	0.9	0.8	0.5
Варіант X4	0.8	0.7	0.6
Варіант X5	0.6	0.8	0.5
Варіант X6	0.7	0.5	0.8
Варіант X7	0.5	0.6	0.9
Варіант X8	0.4	0.9	0.9
Мінімально допустимі значення параметрів	0.60	0.50	0.60

Розрахувати

Рис. 3 Форма програми з результатами обчислення за моделлю абсолютного рішення

Рішення задачі при використанні моделі основного параметра проводиться по кроках. На кожному кроці обирається основний параметр, і пошук оптимального рішення ведеться тільки по основному параметру. Результат даного кроку (множина рішень) є множиною можливих рішень для наступного кроку.

Задача приймає наступний вид:

$$\begin{cases} X_0^* = \{x_k \mid x_k \in X, k = 1,\ldots,n\} \\ X_j^* = \{x_k \mid x_k \in X_{j-1}^*; \mu_{kj} \geq \mu_j^{\min}\} \\ j = 1,\ldots,m. \end{cases} \tag{3}$$

Перевагами моделі_(у порівнянні з двома попередніми моделями) є врахування рівня важливості кожного з параметрів; ОПР має можливість коректувати обмеження на значення параметрів безпосередньо на кожнім кроці, що прискорює процес рішення задачі. Однак, хоча в модель включений апарат, що враховує рівень важливості параметрів, модель не може давати найкраще рішення, якщо кінцева множина рішень X_m^* містить кілька варіантів, при цьому жоден з них не може бути оцінений як кращий. Форма програми з результатами представлена на рис. 4.

Обчислення за моделлю основного параметра

Значення варіантів за параметрами:

Варіант доставки	Строк доставки вантажу, y1	Вартість доставки вантажу, y2	Збереження вантажу при доставці, y3
Варіант X1	0.62	0.7	0.8
Варіант X2	0.5	0.6	0.7
Варіант X3	0.9	0.8	0.5
Варіант X4	0.8	0.7	0.6
Варіант X5	0.6	0.8	0.5
Варіант X6	0.7	0.5	0.8
Варіант X7	0.5	0.6	0.9
Варіант X8	0.4	0.9	0.9
Мінімально допустимі значення параметрів	0.60	0.50	0.60
Пріоритети параметрів	1	2	3

Розрахувати

Рис. 4 Форма програми з результатами обчислення за моделлю основного параметра

Якщо існує неможливість одночасно задовольнити декільком, найчастіше суперечливим вимогам (частковим критеріям), при рішенні задачі прийняття рішень необхідно використовувати компромісний чи інтегральний параметр, одержаний в результаті згортання часткових параметрів. До переваг моделі відносять:

- модель не тільки враховує рівень важливості параметрів, але і частку впливу кожного параметра на загальне рішення, що усуває недоліки моделі основного параметра;
- модель завжди забезпечує наявність рішення задачі.

Але високе значення інтегрального параметра не гарантує того, що варіант цілком відповідає усім висунутим вимогам. Низьке значення одного параметра (нижче, ніж потрібно при використанні моделі абсолютного рішення) може бути компенсовано високим значенням іншого значимого параметра. Програмна форма з результатами розрахунків для моделі з інтегральним параметром представлена на рис. 5.

Обчислення за моделлю компромісного параметра

Значення варіантів за параметрами:

Варіант доставки	Строк доставки вантажу, y1	Вартість доставки вантажу, y2	Збереження вантажу при доставці, y3	Значення інтегрального парамера, F
Варіант X1	0.62	0.7	0.8	0.68
Варіант X2	0.5	0.6	0.7	0.57
Варіант X3	0.9	0.8	0.5	0.79
Варіант X4	0.8	0.7	0.6	0.73
Варіант X5	0.6	0.8	0.5	0.64
Варіант X6	0.7	0.5	0.8	0.66
Варіант X7	0.5	0.6	0.9	0.61
Варіант X8	0.4	0.9	0.9	0.65
Рівень важливості параметрів	0.50	0.30	0.20	

Розрахувати

Рис. 5 Форма програми з результатами обчислення за моделлю компромісного параметра

Модель еталонного порівняння розроблена для усунення недоліків моделей, розглянутих вище. Сутність моделі полягає в наступному: будується еталонний варіант доставки вантажів x_0. Параметри цього варіанта приймають мінімальні припустимі значення μ_0, j= 1,...,m. Кожен варіант множини X порівнюється з еталоном x_0. Якщо якість у варіанта x_i не гірше, ніж в еталона x_0 по всіх параметрах, то варіант x_i, включається в множину рішень і для нього розраховується інтегральний параметр якості. Для еталонного варіанта інтегральний параметр приймає нульове значення f_0=0. Оптимальне рішення – варіант із максимальним значенням інтегрального параметра f_{max}. Але для такої моделі потрібно більше інформації (у порівнянні з іншими моделями) від ОПР.[1,5]. Для представлення результатів обчислення за моделлю еталонного порівняння розроблена форма, представлена на рис. 6.

Обчислення за моделлю еталонного порівняння

Значення варіантів за параметрами:

Варіант доставки	Строк доставки вантажу, y1	Вартість доставки вантажу, y2	Збереження вантажу при доставці, y3	Значення інтегрального парамера, F
Варіант X1	0.62	0.7	0.8	0.11
Варіант X2	0.5	0.6	0.7	---
Варіант X3	0.9	0.8	0.5	---
Варіант X4	0.8	0.7	0.6	0.16
Варіант X5	0.6	0.8	0.5	---
Варіант X6	0.7	0.5	0.8	0.09
Варіант X7	0.5	0.6	0.9	---
Варіант X8	0.4	0.9	0.9	---
Рівень важливості параметрів	0.50	0.30	0.20	
Мінімально допустимі значення параметрів	0.60	0.50	0.60	

Розрахувати

Рис. 6 Форма програми з результатами обчислення за моделлю еталонного порівняння

Проаналізуємо результати розрахунків за розглянутими моделями по перших чотирьох варіантах рішень :
По моделі максимінної згортки визначаються кінцеві оцінки якості варіантів:
варіант 1: M_D (x_1) = min (M_{1j}; j= 1,2,3) = min (0,62; 0,70; 0,80) = 0,62;
варіант 2: M_D (x_2) = min (M_{2j}; j= 1,2,3) = min (0,50; 0,60; 0,70) = 0,50;
варіант 3: M_D (x_3) = min (M_{3j}; j= 1,2,3) = min (0,90; 0,80; 0,50) = 0,50;
варіант 4: M_D (x_4) = min (M_{4j}; j= 1,2,3) = min (0,80; 0,70; 0,60) = 0,60.
Максимальне значення кінцевої оцінки якості варіантів:
M_D^{max}= max { 0,62; 0,50; 0,50; 0,60 } = M_D (x_1) = 0,62. Результат рішення задачі – перший варіант x_1.
По моделі абсолютного рішення установлено наступні мінімальні припустимі значення параметрів:
μ_1^{min}=0,60; μ_2^{min}=0,50; μ_3^{min}=0,60;
Результат при перевірці варіантів за розрахунками програмного модуля:
варіант x_2 (0,50; 0,60; 0,70) не відповідає вимозі по параметру y_1.
варіант x_3 (0,90; 0,80; 0,50) не відповідає вимозі по параметру y_3.
Обидва варіанти видаляються із множини рішень.

Результат рішень $X^* = \{x_1, x_4\} = \{ (0{,}62; 0{,}70; 0{,}80), (0{,}80; 0{,}70; 0{,}60)\}$

По параметру y_2 обидва варіанти x_1 і x_4 мають однакове значення. По інших параметрах y_1 і y_3 у варіантів різні значення. Однак жоден з варіантів не може бути оцінений як більш кращий.

За моделлю основного параметра мінімальні припустимі значення параметрів були встановлені, як у попередній моделі. Крім того, визначено, що найважливіший параметр – термін доставки вантажів y_1, наступний параметр за рівнем важливості – вартість доставки y_2. Параметр y_3 – схоронність вантажів при доставці має самий низький рівень важливості.

Крок 1. Оптимізується по параметру y_1. Варіант x_2 виключається з множини рішень

$$(\mu_{21} = 0{,}50 < \mu_1^{\min}=0{,}60).$$

Результат даного кроку:

$$X_1^* = \{x_1, x_3, x_4\}.$$

Крок 2. Оптимізується по параметру y_2. Усі три варіанти відповідають вимогам.

$$X_2^* = \{x_1, x_3, x_4\}.$$

Крок 3. Оптимізується по параметру y_3. Варіант x_3 виключається з множини рішень

$$(\mu_{33} = 0{,}50 < \mu_1^{\min}=0{,}60),\ X_3^* = \{x_1, x_4\}.$$

Дана ситуація аналогічна ситуації, коли застосовується модель абсолютного рішення. Важко дати повну перевагу одному з варіантів x_1 і x_4.

При рішенні задачі по моделі компромісного параметра визначено рівні важливості трьох параметрів. Після їхньої нормалізації вектор W має наступний вид:

$$W = (0{,}50; 0{,}30; 0{,}20)^{\mathrm{T}}.$$

Обчислюємо значення інтегрального параметра:

$$F = \begin{vmatrix} 0{,}62 & 0{,}70 & 0{,}80 \\ 0{,}50 & 0{,}60 & 0{,}70 \\ 0{,}90 & 0{,}80 & 0{,}50 \\ 0{,}80 & 0{,}70 & 0{,}60 \end{vmatrix} \bullet \begin{vmatrix} 0{,}50 \\ 0{,}30 \\ 0{,}20 \end{vmatrix}$$

або

$$F= \{0{,}68; 0{,}57; 0{,}79; 0{,}73\}.$$
$$f_{\max}=f_3 = 0{,}79.$$

Варіант x_3 є оптимальним рішенням задачі по даній моделі, хоча в попередніх моделях він виключається з множини рішень.

При розрахунках по моделі еталонного порівняння щоб не змінювати умови задачі, приймаємо еталонний варіант x_0= (0,60; 0,50; 0,60) і вектор $W = (0{,}50; 0{,}30; 0{,}20)^{\mathrm{T}}$.

Як у випадку застосування другої і третьої моделей, варіанти x_2 і x_3, виключаються з множини рішень. Залишаються два варіанти: x_1 і x_4.

$$X^* = \{x_1, x_4\}.$$

Їхній інтегральний параметр приймає наступні значення:

$$f_1 = (0{,}62-0{,}60)*0{,}50+ (0{,}70-0{,}50)*0{,}30+ (0{,}80-0{,}60)*0{,}20=0{,}11,$$
$$f_4 = (0{,}80-0{,}60)*0{,}50+ (0{,}70-0{,}50)*0{,}30+ (0{,}60-0{,}60)*0{,}20=0{,}16.$$
$$f_{\max}=f_4 = 0{,}16.$$

Результат рішення задачі – варіант x_4 = (0,80; 0,70; 0,60).

Висновок

Порівняння результатів рішення задачі вибору по розроблених моделях показує, що результати відрізняються, незважаючи на те, що вихідні дані у всіх розрахунках не є суперечливими. Розбіжність результатів пояснюється, з одного боку – різними обсягами використовуваної інформації, а з іншого боку – розходженням підходів до прийняття рішень. При наявності досить повної інформації рекомендується застосовувати модель еталонного порівняння, що дає рішення, більш відповідне вимогам представленої задачі.

Література

1. Аверкин А.Н. Поддержка принятия решений в слабоструктурированных предметных областях. / А.Н. Аверкин, О.П. Кузнецов, А.А. Кулинич, Н.В. Титова // Анализ ситуаций и оценка альтернатив. Теория систем и управления. Вып. 3, 2006. – С.139– 149.

2. Аверкин А.Н. Система поддержки принятия решений на основе нечетких моделей / А.Н. Аверкин, Т.В. Аграфонова, Н.В. Титова // Известия РАН. Теория и Системы Управления. – 2009. – № 1 – С.99-104.

3. Коваленко И.И. Системный анализ задач судового корпусостроения. / С.В. Драган, Н.Я. Сагань // Монография. – Николаев: el.Talisman, 2010-176 с.

4. Терещенкова О.В. Использование системы поддержки принятия решений в управлении судоремонтным предприятием / О.В.Терещенкова // Науковий вісник Херсонського державного морського інституту, 2010. – № 2 (3). – С.258– 264.

5. Количественные методы в экономических исследованиях / Под ред. М.В. Грачевой и др. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 791 с.

Надійшла 12.1.2013 р.
Рецензент: д.т.н. Букетов А.В.