

УДК 65.001.1(075.8)

МОДЕЛИ РАЗМЕЩЕНИЯ ОФИСОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРОГРАММАМИ И ИХ СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Д.т.н. Л.И. Нефёдов, к.т.н. Ю.А. Петренко, А.С. Кононыхин, М. Д. Корсун, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Приведены модели и примере размещения офисов по управлению программами и их структурных подразделений проектно-ориентированного предприятия в условиях нечеткой информации.

Наведені моделі та приклади розміщення офісів з управління програмами та їх структурних підрозділів проектно-орієнтованого підприємства в умовах нечіткої інформації.

Resulted model and example of placing of offices on a management the programs and their structural subdivisions of the design-focused enterprise in the conditions of unclear information.

Ключевые слова: нечеткие множества модель с нечеткими параметрами, функция принадлежности, управление программами и проектами

Введение

Многие компании сейчас уделяют больше внимания проектно-ориентированной деятельности. При реализации программы в проектно-ориентированной организации создается система проектных офисов, в которую входят генеральный офис организации, офис программы и офисы проектов в составе программы. Эту систему офисов можно рассматривать как территориально-пространственно-распределенную систему (ТПРС), которая состоит из определенного множества элементов со сложной схемой взаимодействия между ними. Таким образом, создается многоуровневая система офисов по управлению программами (СОУП).

Эта структура не является постоянной, а зависит от этапов жизненного цикла программ и проектов.

Задача выбора мест расположения офисов проектов актуальна для многих проектно-ориентированных организаций.

1. Постановка проблемы в общем виде и анализ литературы.

Особенность решения задачи выбора мест расположения офисов проектов заключается не только в выборе географического места расположения, но и в выборе конкретного здания, этажа или помещения для офиса. Очевидно, такая задача относится к задачам многокритериальной оптимизации, а критерии для принятия решения носят нечеткий (размытый) характер [1, 2, 3].

При решении многокритериальных оптимизационных задач ситуация заметно усложняется, если критерии оптимизации имеют различную степень важности (или значимости). В этих случаях возникает необходимость согласования критериев с учетом степени важности каждого из них. Здесь на основе применения методов нахождения экстремума функции нескольких

переменных используются различные способы свертки критериев.

Еще более сложный случай представляют собой многокритериальные задачи, решаемые в условиях неопределенности и относящиеся к классу нечетких. При этом нечеткость задачи может быть обусловлена нечеткостью цели и соответствующим нечетким описанием целевой функции. Нечеткими могут быть множества альтернатив, рациональный выбор из которых и представляет собой решение задачи, а также множества ограничений. Наконец, нечеткость задачи может быть следствием и нечеткости самих используемых критериев оптимальности [1, 2, 3, 4, 5].

Перечисленными свойствами обладают задачи выбора места размещения офисов по управлению программами и проектами. Лицо принимающее решение (ЛПР) руководствуется нечеткими критериями для выбора альтернативы.

Рассмотрим методы решения таких задач на основе теории нечетких множеств [1, 2].

Цель статьи - повысить эффективность управления программами и проектами в условиях высокой неопределенности информации за счет разработки моделей размещения офисов по управлению программами и их структурных подразделений проектно-ориентированного предприятия.

2. Результаты исследования.

При решении задачи выбора места расположения офиса по управлению программами и проектами воспользуемся следующей моделью.

Пусть заданно множество мест возможного расположения офиса

$$X = \{x_\alpha\}, (\alpha = \overline{1, \alpha'}), \quad (1)$$

где x_α – альтернативное место расположения офиса;

α' – количество альтернатив.

Заданно множество критериев для выбора альтернативного места расположения офиса

$$C = \{c_m\}, (m = \overline{1, m'}), \quad (2)$$

где c_m – критерий для выбора альтернативного места расположения офиса;

m' – количество критериев.

ЛПР, используя методы экспертной оценки, может задать величину степени соответствия α -ой альтернативы m -у критерию. В таком случае каждому критерию c_m может быть поставлено в соответствие нечеткое множество

$$A_{c_m} = \{<x_1, \mu_m(x_1) \succ, <x_2, \mu_m(x_2) \succ, \dots, <x_{\alpha'}, \mu_m(x_{\alpha'}) \succ\}, (3)$$

где $\mu_{c_m}(x_{\alpha'})$ - функция принадлежности α -ой альтернативы m -у критерию.

Пересечение нечетких множеств A_{c_m} даст альтернативу, которая максимально удовлетворяет всем заданным критериям, т.е. решающее правило R выбора наилучшей альтернативы может быть представлено как нахождение пересечения соответствующих нечетких множеств

$$R = \bigcap_{m=1}^{m'} A_{c_m}. \quad (4)$$

В соответствии с определением операции пересечения нечетких множеств функция принадлежности искомого решения находится как

$$\mu_{A_R}(x_{\alpha}) = \min_{m=1, m'} \{ \mu_{A_{c_m}}(x_{\alpha}) \}, \quad \alpha = \overline{1, \alpha'}. \quad (5)$$

Таким образом, в качестве наилучшей должна быть выбрана та из альтернатив x_{α}^* , для которой значение функции принадлежности $\mu_{A_R}(x_{\alpha})$ окажется максимальным. То есть

$$\mu_{A_R}(x_{\alpha}^*) = \max_{\alpha=1, \alpha'} \{ \mu_{A_R}(x_{\alpha}) \}. \quad (6)$$

В случае, если важность выбранных критериев не равнозначна и задана весовым коэффициентом λ_m ,

$\sum_{m=1}^{m'} \lambda_i = 1$ решающее правило примет вид

$$R = \bigcap_{m=1}^{m'} A_{c_m}^{\lambda_m}, \quad (7)$$

$$\mu_{\max}(x_{\alpha}^*) = \max_{\alpha=1, \alpha'} \min_{m=1, m'} \{ [\mu_{A_{c_m}}(x_{\alpha})]^{\lambda_m} \}. \quad (8)$$

Таким образом, модель (1)-(8) позволяет найти наилучшее место расположения офиса из заданных альтернатив x_{α} по максимальной функции принадлежности $\mu_{\max}(x_{\alpha}^*)$.

Для решения задачи распределения структурных подразделений офиса по помещениям предлагается использовать свойства бинарных нечетких отношений.

Пусть Q и R конечные или бесконечные бинарные нечеткие отношения. Пусть при этом нечеткое отношение

$$Q = \{ \langle x_i, x_j \rangle, \mu_Q(x_i, x_j) \} \quad (9)$$

задано на декартовом произведении универсумов $X_1 \times X_2$, а нечеткое отношение

$$R = \{ \langle x_j, x_k \rangle, \mu_R(x_j, x_k) \} \quad (10)$$

– на декартовом произведении универсумов $X_2 \times X_3$.

Нечеткое бинарное отношение, заданное на декартовом произведении $X_1 \times X_3$ и обозначаемое через $Q \otimes R$, называется композицией бинарных нечетких отношений Q и R , а его функция принадлежности определяется выражением [1, 2]

$$\mu_{Q \otimes R}(\langle x_i, x_k \rangle) = \max_{x_j \in X_2} \{ \min \{ \mu_Q(\langle x_i, x_j \rangle), \mu_R(\langle x_j, x_k \rangle) \} \}, \quad \langle x_i, x_k \rangle \in X_1 \times X_3. \quad (11)$$

Определенную таким образом композицию бинарных нечетких отношений называют иногда (max-min)-композицией или максиминной сверткой нечетких отношений [1, 2].

Можно показать, что эта операция ассоциативна и дистрибутивна относительно нечеткого объединения, но не дистрибутивна относительно нечеткого пересечения. Другими словами, для произвольных бинарных нечетких отношений $P\{X_1, X_2\}$, $Q\{X_2, X_3\}$, $R\{X_3, X_4\}$, заданных на декартовых произведениях $X_1 \times X_2$, $X_2 \times X_3$, $X_3 \times X_4$, имеют место следующие свойства

$$P \otimes (Q \otimes R) = (P \otimes Q) \otimes R; \quad (12)$$

$$P \otimes (Q \cup R) = (P \otimes Q) \cup (P \otimes R). \quad (13)$$

Однако

$$P \otimes (Q \cap R) \neq (P \otimes Q) \cap (P \otimes R). \quad (14)$$

Заметим также, что для (max-min)-композиции произвольных бинарных нечетких отношений P, Q, R , заданных на декартовых произведениях $X_1 \times X_2$, $X_2 \times X_3$, $X_3 \times X_4$, соответственно, выполняется следующее свойство монотонности: если $Q \subseteq R$, то $(P \otimes Q) \subseteq (P \otimes R)$ [2].

Используя свойства композиции бинарных нечетких отношений, разработаем модель выбора помещений для размещения офиса по управлению программами и проектами.

С этой целью введем следующие базисные множества, взяв за основу для наглядности структурные подразделения проектного офиса (рис. 1).

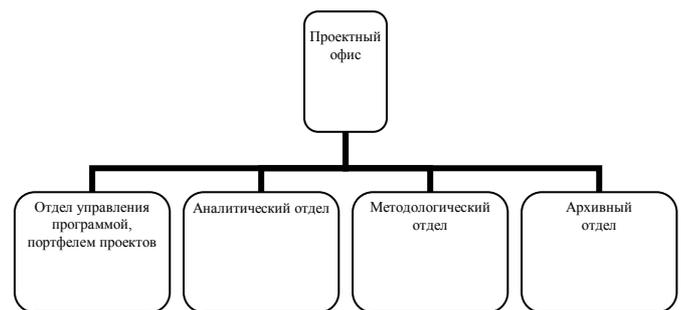


Рис. 1. Структурные подразделения проектного офиса

$G = \{g_i\}$ – набор целевых назначений для использования помещений, например g_1 – комната для руководителя проекта (программы); g_2 – помещение для отдела управления программой, портфелем проектов; g_3 – помещение для аналитического отдела; g_4 – помещение для методологического отдела; g_5 – помещение для архива;

$Y = \{y_j\}$ – набор характеристик помещений, учитываемых при выборе рационального размещения, например y_1 – хорошая естественная освещенность помещения y_2 – большая площадь, y_3 – помещение хорошо отапливается, y_4 – низкий этаж, y_5 – высокий потолок;

$Z = \{z_k\}$ – набор приобретаемых помещений при $k = i$.

Очевидно, что набор целевых назначений для использования помещений и набор характеристик помещений может быть различным и определяется содержанием, целями и масштабами программ и проектов.

Введем бинарные нечеткие отношения

$$\begin{aligned} A &= \{ \langle g_i, y_j \rangle, \mu_A(g_i, y_j) \}; \\ B &= \{ \langle y_j, z_k \rangle, \mu_B(y_j, z_k) \}, \end{aligned} \quad (15)$$

где $\mu_A(g_i, y_j)$ – функция принадлежности нечеткого отношения A , которое устанавливает уровень y_j -го требования к помещениям в соответствии с их g_i -м предназначением;

$\mu_B(y_j, z_k)$ – функция принадлежности нечеткого отношения B , которое устанавливает степень, с которой z_k -е приобретаемое помещение удовлетворяет предъявляемым y_j -м требованиям.

Значение функций принадлежности $\mu_A(g_i, y_j)$ и $\mu_B(y_j, z_k)$ определяются экспертными методами.

В соответствии с (11) функция принадлежности композиции бинарных нечетких отношений A и B определяется выражением

$$\mu_{A \circ B}(\langle g_i, z_k \rangle) = \max_{y_j \in Y} \{ \min \{ \mu_A(\langle g_i, y_j \rangle), \mu_B(\langle y_j, z_k \rangle) \} \}, \quad (16)$$

$\langle g_i, z_k \rangle \in G \times Z$.

Таким образом, модель (9)-(16) позволяет рационально выбрать и распределить приобретаемые помещения в соответствии с их целевым назначением и требованиями к структурным подразделениям офиса.

Примеры реализации поученных моделей

Определим множество критериев для выбора места (здания) расположения проектного офиса программы:

- близость расположения к административным элементам организации;
- высокое качество коммуникаций, связи, Интернета;
- близость расположения специалистов к проектному офису;
- низкая стоимость аренды помещений в здании.

Пусть задача состоит в выборе альтернативного места расположения проектного офиса. Множество альтернатив Ras образуют четыре здания: $ras_1, ras_2, ras_3, ras_4$. Таким образом, $Ras = \{ras_1, ras_2, ras_3, ras_4\}$. При выборе будем исходить из требований следующих трех критериев:

C_1 – близость расположения к административным

элементам организации;

C_2 – высокое качество коммуникаций, связи, Интернета;

C_3 – близость расположения специалистов к проектному офису;

C_4 – низкая стоимость аренды помещений в здании.

Определив степень соответствия каждого здания установленным критериям, сформируем следующую совокупность нечетких множеств, описывающих такое их соответствие по каждому критерию:

$$Ras_{C_1} = \{ \langle ras_1, 0,1 \rangle, \langle ras_2, 0,5 \rangle, \langle ras_3, 0,3 \rangle, \langle ras_4, 0,8 \rangle \};$$

$$Ras_{C_2} = \{ \langle ras_1, 0,4 \rangle, \langle ras_2, 0,3 \rangle, \langle ras_3, 0,6 \rangle, \langle ras_4, 0,4 \rangle \};$$

$$Ras_{C_3} = \{ \langle ras_1, 0,3 \rangle, \langle ras_2, 0,2 \rangle, \langle ras_3, 0,5 \rangle, \langle ras_4, 0,9 \rangle \};$$

$$Ras_{C_4} = \{ \langle ras_1, 0,1 \rangle, \langle ras_2, 0,4 \rangle, \langle ras_3, 0,9 \rangle, \langle ras_4, 0,6 \rangle \}.$$

Поскольку выбранные критерии имеют различную степень важности, проведем попарное их сравнение и результаты этого сравнения представим в виде следующей матрицы:

$$B = \begin{pmatrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 \\ C_1 & 1 & 5 & 3 & 5 \\ C_2 & 1/5 & 1 & 1/2 & 2 \\ C_3 & 1/3 & 2 & 1 & 3 \\ C_4 & 1/5 & 1/2 & 1/3 & 1 \end{pmatrix}.$$

Вычисляя собственный вектор матрицы B , получим следующие значения его компонентов: $w_1 = 0,56$; $w_2 = 0,13$; $w_3 = 0,23$; $w_4 = 0,08$.

Умножая их на число критериев, равное четырем, получим величины весовых коэффициентов, характеризующих важность каждого критерия. Они окажутся равными соответственно:

$$\lambda_1 = 4 \cdot 0,56 = 2,25;$$

$$\lambda_2 = 4 \cdot 0,13 = 0,51;$$

$$\lambda_3 = 4 \cdot 0,23 = 0,91$$

$$\lambda_4 = 4 \cdot 0,08 = 0,33.$$

С учетом весовых коэффициентов построим множества $Ras_{C_i}^{(\lambda_i)}$, которые будут иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} Ras_{C_1}^{(2,25)} &= \{ \langle ras_1, 0,1^{2,25} \rangle, \langle ras_2, 0,5^{2,25} \rangle, \langle ras_3, 0,3^{2,25} \rangle, \langle ras_4, 0,8^{2,25} \rangle \} \\ &= \{ \langle ras_1, 0,01 \rangle, \langle ras_2, 0,21 \rangle, \langle ras_3, 0,07 \rangle, \langle ras_4, 0,61 \rangle \} \end{aligned}$$

$$Ras_{C_2}^{(0,51)} = \{ \langle ras_1, 0,63 \rangle, \langle ras_2, 0,54 \rangle, \langle ras_3, 0,77 \rangle, \langle ras_4, 0,63 \rangle \};$$

$$Ras_{C_3}^{(0,23)} = \{ \langle ras_1, 0,76 \rangle, \langle ras_2, 0,69 \rangle, \langle ras_3, 0,85 \rangle, \langle ras_4, 0,98 \rangle \};$$

$$Ras_{C_4}^{(0,33)} = \{ \langle ras_1, 0,47 \rangle, \langle ras_2, 0,74 \rangle, \langle ras_3, 0,97 \rangle, \langle ras_4, 0,84 \rangle \}.$$

Применяя правило выбора искомой альтернативы, найдем пересечение этих множеств, которое будет иметь следующий вид:

$$D = \{ \langle ras_1, 0,01 \rangle, \langle ras_2, 0,21 \rangle, \langle ras_3, 0,07 \rangle, \langle ras_4, 0,61 \rangle \}.$$

Поскольку максимальным значением функции принадлежности обладает альтернатива ras_4 , ее и следует выбрать в качестве решения задачи. Иными

словами, здание ras_4^* в соответствии с используемыми критериями и с учетом степени их важности является наилучшим местом расположения офиса.

Для размещения проектного офиса требуется четыре помещения, расположенные на разных этажах в данном здании.

Эти помещения предполагается использовать в соответствии с известными целевыми назначениями с учетом структурных элементов проектного офиса (рис 2) и их технических характеристик. Построим соответствующую нечеткую модель. С этой целью введем следующие базисные множества:

$Z = \{z_1, z_2, z_3, z_4\}$ – набор целевых назначений для использования помещений, где z_1 – помещение для отдела управления программой, портфелем проектов, z_2 – помещение для аналитического отдела, z_3 – помещение для методологического отдела, z_4 – помещение для архивного отдела;

$Y = \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5\}$ – набор функциональных характеристик, учитываемых при выборе рационального размещения, где y_1 – хорошая естественная освещенность помещения, y_2 – большая площадь, y_3 – помещение хорошо отапливается, y_4 – низкий этаж, y_5 – высокий потолок;

$P = \{p_1, p_2, p_3, p_4\}$ – набор приобретаемых помещений.

Введем бинарные нечеткие отношения $Q = \{ \langle z_i, y_j \rangle, \mu_Q(z_i, y_j) \}$ и $R = \{ \langle y_j, p_k \rangle, \mu_R(y_j, p_k) \}$, значения функций принадлежности, которые представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Нечеткое отношение Q , устанавливающее уровень требований к помещениям в соответствии с их предназначением

Целевые назначения для использования помещений	Наименование характеристик				
	естественная освещенность	большая площадь	хорошая отапливаемость	низкий этаж	высокий потолок
Отдел управления программой, портфелем проектов	0,8	0,3	0,9	0,1	0,5
Аналитический отдел	0,7	0,6	0,8	0,1	0,5
Методологический отдел	0,7	0,8	0,9	0,8	0,7
Архивный отдел	0,1	0,6	0,6	0,9	0,5

Таблица 2

Нечеткое отношение R , устанавливающее степень удовлетворенности предъявляемых требований в реальных помещениях

Наименование характеристик	Помещения			
	p_1	p_2	p_3	p_4
Естественная освещенность	0,7	0,8	0,3	0,9
Большая площадь	0,8	0,2	0,8	0,7
Хорошая отапливаемость	0,1	0,5	0,1	0,8
Низкий этаж	0,7	0,3	0,5	0,2
Высокий потолок	0,5	0,5	0,3	0,4

В соответствии с (16) функция принадлежности композиции бинарных нечетких отношений Q и R

определяется выражением

$$\mu_{Q \circ R}(\langle z_i, p_k \rangle) = \max_{y_j \in Y} \{ \min \{ \mu_Q(\langle z_i, y_j \rangle), \mu_R(\langle y_j, p_k \rangle) \} \},$$

$$\langle z_i, p_k \rangle \in Z \times P.$$

Результат композиции бинарных отношений Q и R задан матрицей.

В целях наглядности представим полученный результат композиции в виде табл. 3.

Таблица 3

Композиция нечетких отношений Q и R

Тип помещений	Помещения			
	p_1	p_2	p_3	p_4
Отдел управления программой, портфелем проектов	0,7	0,8	0,3	0,8
Аналитический отдел	0,7	0,7	0,6	0,8
Методологический отдел	0,8	0,7	0,8	0,8
Архивный отдел	0,7	0,5	0,6	0,6

Рассчитанные на основе композиции бинарных нечетких отношений значения функции принадлежности для всех пар $\langle z_i, p_k \rangle$, $i = 1, 2, 3, 4$, $k = 1, 2, 3, 4$ имеют смысл оценки степени целесообразности использования помещения p_k в соответствии с предназначением z_i . Из анализа таблицы 3 следует: отделу управления программой, портфелем проектов разумно предоставить помещение p_2 , аналитическому отделу – p_4 , методологический отдел разместить в помещении p_3 , а архивный отдел в помещении – p_1 .

Выводы

Таким образом, разработанные модели позволяют решать задачи размещения офисов по управлению программой и их структурных подразделений проектно-ориентированного предприятия в условиях нечеткой информации. В отличие от известных подходов, эти дают возможность учитывать критерии с нечеткими оценками параметров, что позволяет повысить эффективность принятия решения при управлении программами и проектами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Раскин, Л.Г. *Нечеткая математика. Основы теории. Приложения [Текст] / Л.Г. Раскин, О.В. Серая.* – Х.: Парус, 2008. – 352 с.
2. Пономарёв, О.С. *Нечеткие множества в задачах автоматизированного управления и принятия решения: учеб. пособие [Текст] / О.С. Пономарёв.* – Х.: НТУ «ХПИ», 2005. – 232 с.
3. Орловский, С.А. *Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации [Текст] / С.А. Орловский.* – М.: Наука, 1981. – 206 с.
4. Выбор СУБД в условиях нечеткой информации [Текст] / Л.И. Нефёдов, Ю.А. Петренко, А.Б. Биньковская // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий.* – 2012. – № 1/2(55). – С. 4-6.
5. Нефёдов, Л.И. *Модели многокритериального выбора программ и проектов в условиях высокой неопределенности информации [Текст] / Л.И. Нефёдов, Ю.А. Петренко // Современные информационные технологии в экономике и управлении предприятиями, программами и проектами: междунар. науч.-практ. конф. – Харьков, 2011. – С. 206-208*