

УДК 658.512

МОДЕЛЬ ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОФИСА С УЧЁТОМ НЕЧЁТКОЙ ИНФОРМАЦИИ

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

В работе разработана модель выбора технического обеспечения, которая позволяет выбрать эффективные технические средства офиса по заданным критериям в условиях нечеткой информации.

У роботі розроблена модель вибору технічного забезпечення, яка дозволяє вибрати ефективні технічні засоби офісу по заданим критеріям в умовах нечіткої інформації.

In the work developed the model of choice of technical support, which allows to choose effective hardware of office with criteria in fuzzy information.

Ключевые слова: техническое обеспечение, техническое средство, нечеткая информация, интервальные оценки

Введение

На сегодняшний день важное значение для офиса имеет развитие технического обеспечения, представляющее комплекс технических средств, предназначенных для работы информационной системы, а также соответствующая документация на эти средства [1].

Комплекс технических средств составляют [1]:

- персональные компьютеры (ПК);
- устройства сбора, накопления, обработки, передачи и вывода информации;
- устройства передачи данных и линий связи;
- оргтехника и устройства автоматического съема информации;
- эксплуатационные материалы и др.

Проектирование технического обеспечения заключается в выборе типов и видов технических средств, соответствующих функциональным требованиям, предъявляемым задачами офиса [2, 3].

Анализ публикаций

Анализ [2-5] показал, что выбор технического обеспечения офиса и офисного оборудования производится либо по прайсам, торгующих данным видом продукции фирм, либо по индивидуальному заказу. Выбор производится либо по функциональному, либо по затратному критерию в условиях определенности [4].

Поэтому данные модели выбора программно-технического обеспечения характеризуются однокритериальностью, учитывают в основном затратный критерий, что делает выбор не всегда эффективным.

В работе [5] модели оценки и выбора технического обеспечения учитывают только затратные и функциональные критерии.

Актуальность проблемы

Основная проблемная ситуация заключается в том, что существующие модели используемых методов проектирования программного, технического и офисного обеспечения, учитывают в основном количественные критерии, что делает выбор не всегда эффективным. В настоящее время существующие модели не позволяют решать комплексно задачу оценки количественных и качественных критериев одновременно. Поэтому для решения данной задачи предлагается использовать математический аппарат нечетких множеств [6, 7, 8].

Цель и постановка задачи

Принимая во внимание такие условия выбора технического обеспечения офиса и учитывая перспективы дальнейшего развития автоматизированного проектирования офисов, целью работы является повышение эффективности функционирования офиса за счет разработки модели выбора технического обеспечения с учетом нечеткой информации.

Пусть известно: рабочие места $PM = \{PM_\gamma\}$, $\gamma = \overline{1, \gamma'}$, где γ' – количество рабочих мест, для каждого рабочего места известно множество программных средств со своими требованиями к техническим средствам. Для каждого рабочего места необходимо множество типов и видов технических средств $TC = \{TC_{hq}\}$, $h = \overline{1, h'}$, $q = \overline{1, q^h}$, где h' – количество типов технических средств, q^h – количество видов технических средств.

Таким образом, необходимо выбрать из множества технических средств $TC = \{TC_{hq}\}$, $h = \overline{1, h'}$, $q = \overline{1, q^h}$ те, которые обеспечат выполнение всех программных средств для реализации функциональных обязанностей на рабочем месте и будут отвечать заданным критериям ($k_{hq\rho}$, $\rho = \overline{1, \rho'}$, где ρ' – количество критериев оценки и выбора технического средства h -ого типа, q -ого вида).

Задача состоит в выборе лучшего типа и вида технического средства с учетом заданных критериев: надежность технического средства, функциональность, стоимость и т.д.

Модель выбора технического обеспечения офиса

Выбор технического обеспечения осуществляется на основе как количественных (функциональность, надежность, цена и т.д.), так и качественных характеристик (производительность).

Для сопоставления этих данных необходимо их задать нечеткими оценками в интервале $[0; 1]$.

Технология приборостроения

Каждому виду и типу технического средства TC_{hq} со значением критерия $k_{hq\rho}$ будут определены следующие функции принадлежности $\mu_{hq\rho}(TC_{hq}) \in [0;1]$, которые будут характеризовать, насколько hq -е техническое средство соответствует ρ -у критерию.

Представим каждый тип и вид технического средства TC_{hq} множеством соответствующих им оценок $\{\mu_{hq1}(TC_{hq}), \mu_{hq2}(TC_{hq}), \dots, \mu_{hq\rho}(TC_{hq})\}$.

Для каждого $k_{hq\rho}$ имеется множество

$$D_{k_{hq\rho}} = \{\mu_{hq1}(TC_{hq}), \mu_{hq2}(TC_{hq}), \dots, \mu_{hq\rho}(TC_{hq})\}, \quad (1)$$

каждый элемент, которого является характеристикой степени соответствия типа и вида технического средства TC_{hq} требованию, задаваемому рассматриваемым критерием $k_{hq\rho}$.

Представляется вполне естественным, что решением исходной задачи будет такие тип и вид технического средства TC_{hq} , которые в наибольшей мере удовлетворяют требованиям всей совокупности критериев. Отсюда следует, что решение R выбора наилучшего программного средства TC_{hq}^* может быть представлено как нахождение пересечения соответствующих нечетких множеств

$$R = D_{k_{hq1}} \cap D_{k_{hq2}} \cap \dots \cap D_{k_{hq\rho}}. \quad (2)$$

Функция принадлежности искомого решения находится как

$$\mu_{D_R}(TC_{hq}) = \min_{\rho=1, \rho'} \{\mu_{D_{k_{hq\rho}}}(TC_{hq})\}, \quad h = \overline{1, h^{\rho'}}, \quad v = \overline{1, q^h}. \quad (3)$$

Таким образом, в качестве наилучшего вида и типа технического средства должно быть выбрано то TC_{hq}^* , для которого значение функции принадлежности $\mu_R(TC_{hq}^*)$ окажется максимальным, т.е.

$$\begin{aligned} TC_{hq}^* &= \arg \{TC_{hq} \mid \mu_R(TC_{hq}^*) = \max_{h=1, h^{\rho'}, q=1, q^h} [\mu_{D_R}(TC_{hq})]\} = \\ &= \max_{h=1, h^{\rho'}, q=1, q^h} \min_{\rho=1, \rho'} [\mu_{D_{k_{hq\rho}}}(TC_{hq})] \}. \end{aligned} \quad (4)$$

Полученный тип и вид технического средства наиболее удовлетворяет требованиям всей совокупности критериев.

На завершающих стадиях проектирования будут использованы интервальные оценки частных критериев, поэтому предлагается использование следующей модели.

Введем переменную $X_{\gamma hq} = \{0;1\}$, где $X_{\gamma hq} = 1$ – если выбрано техническое средство h -ого типа, q -ого вида для γ -го рабочего места, $X_{\gamma hq} = 0$ – в противном случае.

Частные критерии оптимизации:

– минимальная интенсивность отказов технического средства:

$$H_{TC} = \min \sum_{\gamma=1}^{\gamma'} \sum_{h=1}^{c^{\gamma}} \sum_{q=1}^{\gamma^h} Z_{\gamma h} H_{hq} X_{\gamma hq}, \quad (5)$$

где H_{hq} – интервальная оценка интенсивности отказов технического средства h -ого типа, q -ого вида;
– минимальная стоимость технического средства

$$C_{TC} = \min \sum_{\gamma=1}^{\gamma'} \sum_{h=1}^{c^{\gamma}} \sum_{q=1}^{\gamma^h} Z_{\gamma h} C_{\gamma hq} X_{\gamma hq}, \quad (6)$$

где C_{hq} – интервальная оценка стоимости технического средства h -ого типа, q -ого вида.

Область допустимых решений определяется ограничениями:

– интенсивность отказов каждого технического средства на рабочем месте должна быть не более заданной H_{TC}^0

$$\sum_{\gamma=1}^{\gamma'} Z_{\gamma h} H_{hq} X_{\gamma hq} \leq H_{TC}^0; \quad h = \overline{1, h^{\gamma}}; \quad q = \overline{1, q^h}; \quad (7)$$

где $Z_{\gamma h} = \{0;1\}$, $Z_{\gamma h} = 1$, если γ – рабочее место должно быть обеспечено техническим средством h -ого типа, $Z_{\gamma h} = 0$ – в противном случае;

– функциональность технических средств на каждом рабочем месте должна быть не менее заданной F_{TC}^0

$$Z_{\gamma h} F_{\gamma hq} X_{\gamma hq} \geq F_{TC}^0; \quad \gamma = \overline{1, \gamma'}; \quad h = \overline{1, h^{\gamma}}; \quad q = \overline{1, q^h}; \quad (8)$$

– стоимость технических средств должна быть не более

$$\sum_{\gamma=1}^{\gamma'} \sum_{h=1}^{c^{\gamma}} \sum_{q=1}^{\gamma^h} Z_{\gamma h} C_{\gamma hq} X_{\gamma hq} \leq C_{TC}^0; \quad (9)$$

– для одного рабочего места может быть выбрано только одного типа и вида техническое средство

$$\sum_{h=1}^{c^{\gamma}} \sum_{q=1}^{\gamma^h} X_{\gamma hq} = 1, \quad \gamma = \overline{1, \gamma'} \quad (10)$$

Модель (5) - (10) относится к задачам многокритериального дискретного программирования с булевыми переменными.

Пример. В качестве примера рассмотрим пример выбора персонального компьютера сотрудника офиса на ранних этапах проектирования. В качестве критериев выбора учтем показатель, измеряемый количественно – стоимость; показатель, измеряемый качественно – производительность, так как на данном этапе известна только экспертная оценка с учетом взаимодействия программного и технического обеспечения.

Множество альтернатив представляют десять видов персональных компьютеров. В таблице 1 представлены виды конфигурации персональных компьютеров значения их критериев и функций принадлежности.

Виды конфигураций ПК, значения их критериев и функций принадлежности

№ п/п	Критерий	Цена, грн k_1	$\mu_{q_1}(TC_q)$	Производительность k_2	$\mu_{q_2}(TC_q)$
	Вид конфигурации				
1	ProPC1 AMD Athlon II X2 340 (3.2 ГГц) / RAM 4 Гб / HDD 500 Гб / AMD Radeon HD6570 / DVD±RW / LAN / USB	4174	0,52	выше средней	0.75
2	ProPC2 AMD Athlon II X2 340 (3.2 ГГц) / RAM 4 Гб / HDD 500 Гб / AMD Radeon R7240 / DVD±RW / LAN / USB /	4301	0,40	выше средней	0.75
3	ProPC3 AMD Athlon II X4 740 (3.2 ГГц) / RAM 4 Гб / HDD 500 Гб / nVidia GeForce GT 630 / DVD±RW / LAN / USB	4452	0,26	выше средней	0.75
4	ProPC4 AMD A8-5500 (3.2 ГГц) / RAM 4 Гб / HDD 500 Гб / AMD Radeon 7560D / DVD±RW / LAN / USB /	4158	0,54	средняя	0.625
5	ProPC5 Intel Core i3-3220 (3.3 ГГц) / RAM 4 Гб / HDD 500 Гб / Intel HD Graphics / DVD±RW / LAN / USB /	4128	0,57	высокая	0.875
6	ProPC6 Intel Core i3 3220, 3.3 ГГц / RAM 4 Гб / HDD 500 Гб / Intel HD Graphics / DVD±RW / LAN / USB /	4024	0,67	высокая	0.875
7	ProPC7 Intel Core i3-2120, 3.3 ГГц / RAM 4 Гб / HDD 500 Гб / Intel HD Graphics / DVD±RW / LAN / USB /	4209	0,49	высокая	0.875
8	ProPC8 Intel Pentium G3220 (3.3 ГГц) / RAM 4 Гб / HDD 500 Гб / Intel HD Graphics / DVD±RW / LAN / USB /	4724	0,00	средняя	0.625
9	ProPC9 Intel Pentium, 3.3 ГГц / RAM 4 Гб / HDD 500 Гб / Intel HD Graphics / DVD±RW / LAN / USB /	4301	0,40	средняя	0.625
10	ProPC10 Intel Core i3-3220 3.3GHz / RAM 4Gb / HDD 500Gb / IntelHD Graphics / DVD±RW / LAN / USB /	3674	1,00	выше средней	0.75

Определив степень соответствия каждой альтернативы вида персонального компьютера установленным критериям, сформируем совокупность нечетких множеств, описывающих их соответствие по каждому критерию.

Применяя правило выбора искомой альтернативы, найдем пересечение полученных множеств, т.е. для каждой альтернативы выберем минимальное значение функции принадлежности по представленным критериям. Получим следующий вид множества

$$TC^* = \{ \langle TC_1; 0.52 \rangle, \langle TC_2; 0.4 \rangle, \langle TC_3; 0.26 \rangle, \langle TC_4; 0.54 \rangle, \langle TC_5; 0.57 \rangle, \langle TC_6; 0.67 \rangle, \langle TC_7; 0.49 \rangle, \langle TC_8; 0 \rangle, \langle TC_9; 0.4 \rangle, \langle TC_{10}; 0.75 \rangle \}$$

Далее выберем наилучшую альтернативу, характеризующуюся наибольшим значением функции принадлежности. В данном случае максимальную функцию принадлежности имеет альтернатива ProPC10 его и рекомендуется выбрать.

Для примера на завершающих стадиях проектирования с учетом интервальных оценок рассмотрим выбор персонального компьютера для рабочего места проектировщика.

Требуется выбрать вид конфигурации ПЭВМ по частным критериям заданным интервально (интенсивность отказов и стоимость) для рабочего места проектировщика. Стоимость ПЭВМ не должна превышать 4800 грн., интенсивность отказов не более $0,34 \cdot 10^{-3}$ 1/час.

В качестве функциональных ограничений были выбраны следующие параметры ПК:

- процессор с тактовой частотой 3,2-3,3 ГГц;
- объем ОЗУ – 4 Гб;
- объем свободного дискового пространства – 500 Гб;
- размер видеопамати (2 Гб);
- наличие DVD±RW;
- наличие интерфейсов LAN / USB.

В таблице 2 представлены виды конфигурации персональных компьютеров и значение критериев, заданных интервально.

Так как, значения критериев заданы интервалами, произведем оценку для пессимистического, усредненного, и оптимистического сценариев развития событий.

В таблице 3 представлены взвешенные интервальные оценки критериев выбора ПК (П - пессимистическая оценка, У - усреднённая, О - оптимистическая).

Выбор производится по максимальной усредненной обобщенной оценке. Критерии считаются равнозначными. Наиболее отвечающий критериям и ограничениям, по оптимистическому сценарию – ProPC5 Intel Core i3-3220 (3.3 ГГц) / RAM 4 Гб / HDD 500 Гб / Intel HD Graphics / DVD± RW / LAN / USB /, по пессимистическому и усредненному сценарию был выбран ProPC6(Intel Core i3 3220, 3.3 ГГц / RAM 4 Гб / HDD 500 Гб / Intel HD Graphics / DVD±RW / LAN / USB).

Аналогичным образом выбираются технические средства для каждого рабочего места в офисе.

Виды конфигурации ПК их стоимость и интенсивность отказов			
№ №	Вид конфигурации ПК	Стоимость, грн	Интенсивность отказов, 10 ⁻³ /ч
1	ProPC1 AMD Athlon II X2 340 (3.2 ГГц) / RAM 4 ГБ / HDD 500 ГБ / AMD Radeon HD6570 / DVD±RW / LAN / USB	3416 - 4174	0,29 - 0,341
2	ProPC2 AMD Athlon II X2 340 (3.2 ГГц) / RAM 4 ГБ / HDD 500 ГБ / AMD Radeon R7 240 / DVD±RW / LAN / USB /	3519 - 4301	0,29 - 0,33
3	ProPC3 AMD Athlon II X4 740 (3.2 ГГц) / RAM 4 ГБ / HDD 500 ГБ / nVidia GeForce GT 630 / DVD±RW / LAN / USB	3643 - 4452	0,28 - 0,32
4	ProPC4 AMD A8-5500 (3.2 ГГц) / RAM 4 ГБ / HDD 500 ГБ / AMD Radeon 7560D / DVD±RW / LAN / USB /	3402 - 4158	0,28 - 0,32
5	ProPC5 Intel Core i3-3220 (3.3 ГГц) / RAM 4 ГБ / HDD 500 ГБ / Intel HD Graphics / DVD±RW / LAN / USB /	3378 - 4128	0,28 - 0,32
6	ProPC6 Intel Core i3 3220, 3.3 ГГц / RAM 4 ГБ / HDD 500 ГБ / Intel HD Graphics / DVD±RW / LAN / USB /	3560 - 4024	0,27 - 0,31
7	ProPC7 Intel Core i3-2120, 3.3 ГГц / RAM 4 ГБ / HDD 500 ГБ / Intel HD Graphics / DVD±RW / LAN / USB /	3444 - 4209	0,28 - 0,33
8	ProPC8 Intel Pentium G3220 (3.3 ГГц) / RAM 4 ГБ / HDD 500 ГБ / Intel HD Graphics / DVD±RW / LAN / USB /	3866 - 4724	0,27 - 0,32
9	ProPC9 Intel Pentium, 3.3 ГГц / RAM 4 ГБ / HDD 500 ГБ / Intel HD Graphics / DVD±RW / LAN / USB /	3519 - 4301	0,28 - 0,32
10	ProPC10 Intel Core i3-3220 3.3GHz / RAM 4Gb / HDD 500Gb / IntelHD Graphics / DVD±RW / LAN / USB /	3006 - 3674	0,30 - 0,34

Таблица 3

Взвешенные оценки критериев ПК									
№	Стоимость			Интенсивность отказов			Обобщенная оценка		
	О	У	П	О	У	П	О	У	П
1	0,88	0,63	0,37	0,72	0,39	0,06	0,8	0,505	0,215
2	0,81	0,55	0,29	0,78	0,49	0,19	0,795	0,515	0,235
3	0,73	0,46	0,18	0,86	0,58	0,30	0,79	0,52	0,245
4	0,89	0,64	0,38	0,88	0,59	0,29	0,885	0,61	0,335
5	0,91	0,65	0,40	0,88	0,62	0,35	0,895	0,635	0,375
6	0,78	0,72	0,47	1,00	0,71	0,42	0,89	0,715	0,445
7	0,86	0,60	0,35	0,81	0,51	0,20	0,835	0,555	0,275
8	0,58	0,29	0,00	0,96	0,62	0,28	0,77	0,455	0,14
9	0,81	0,55	0,29	0,83	0,57	0,32	0,82	0,56	0,3
10	1,00	0,76	0,51	0,64	0,32	0,00	0,82	0,54	0,255

Выводы. Таким образом, предложена модель выбора технического обеспечения, которая в отличие от известных подходов позволяет принять решения по выбору технических средств офиса с учетом показателей заданных количественно и качественно в условиях нечеткой информации, а также получить оптимистический, усредненный и пессимистический вариант решения по указанным критериям. Это дает возможность повысить обоснованность принимаемых решений в зависимости от проектной ситуации в условиях нечеткой информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ипатов М.И. Экономика, организация и планирование технической подготовки производства: / М.И. Ипатов, О.Г. Туровец - М.: Высш. шк., 1987. – 232 с.
2. Бертоллуччи Д. Модернизация: лучшее враг хорошего. Компьютер Пресс. – 1996. – Вып. №11. – С. 16 – 22.

3. Борзенко Е. Маленькие компьютеры с большими возможностями / Е. Борзенко // Компьютер Пресс. – 1995. – Вып. № 9. – С. 59 – 67.

4. Христочевский С.А. Информатизация образования/ С.А. Христочевский // Информатика и образование. – 1994. Вып. № 1. – С. 13 – 19.

5. Плузіна Т.В. Моделі автоматизованого функціонально-планувального проектування офісу організаційної системи : автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 05.13.12 «системи автоматизації проектувальних робіт» / Т.В. Плузіна – Харків, 2004 - 20 с.

6. Раскин Л. Г. Нечеткая математика. Основы теории. Приложения / Л. Г. Раскин, О. В. Серая – Х.: Парус, 2008. – 352 с.

7. Пономарёв О. С. Нечеткие множества в задачах автоматизированного управления и принятия решения: [уч. пособие] / О. С. Пономарёв – Х.: НТУ «ХПИ», 2005. – 232 с.

8. Крючковский В.В. Введение в нормативную теорию принятия решений. Методы и модели: монография / В.В. Крючковский, Э.Г. Петров, Н. А. Соколова, В.Е. Ходаков; под ред. Э. Г. Петрова. - Херсон: Гринь Д.С., 2013. -284 с.