

кими і науковими інституціями. Поточна ситуація в інноваційній сфері робить нагальною розробку такої державної політики, яка б забезпечувала розширене відтворення об'єктної бази інноваційної діяльності та незворотній вплив інновацій на прискорене економічне зростання країни.

**Список літератури:** 1. Закон України «Про інноваційну діяльність» від 04.07.2002 р. № 40 – IV./zakon.rada.gov.ua/go/40-15. 2. Матеріали парламентських слухань у Верховній Раді України: «Національна інноваційна система України: проблеми формування та реалізації»/ Упор. Г. О. Андрощук, М. М. Шевченко. – К.: Парламентське вид-во, 2007. – 304 С. 3. Стратегія інноваційного розвитку України на 2010 – 2020 роки в умовах глобалізаційних викликів. (Проект)/ kno.rada.gov.ua 4. Аналітична довідка про стан розвитку науки і техніки, результати наукової, науково-технічної, інноваційної діяльності, трансферу технологій за 2012 рік. //Державне агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України. Український інститут науково-технічної і економічної інформації// К.: 2013.- 106 С. 5. Закон України «Про спеціальний режим інноваційної діяльності технологічних парків»/zakon.rada.gov.ua/laws/show 991-14.

*Надійшла до редколегії 22.01.2014*

УДК 338.2

**Анализ инновационной сферы Украины и характеристика основных проблем ее развития/ Білянкіна Т. І.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.67-71 . – Бібліогр.: 5 назв. ISSN 2079-5459

Рассмотрено существующее состояние финансирования научной и научно-технологической сферы Украины. Проанализирована динамика и структура основных показателей инновационной активности.

**Ключевые слова:** экономическое развитие, инновационно-инвестиционная деятельность, инновационные технологии.

**Analysis of the innovation sphere of Ukraine and characterization of the main problems of its development/ Biliankina T. I.** //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New decisions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.67-71. Bibliogr.: ISSN 2079-5459

The existing state of financing of scientific and scientifically technological spheres of Ukraine is reviewed. The dynamics and structure of basic indexes of innovative activity is analyzed.

**Keywords:** economic development, innovation and investment activities, innovative technology.

УДК 658.512

**Л. И. НЕФЁДОВ**, д-р техн. наук, проф., зав. каф., ХНАДУ, Харьков;  
**Ю. А. ПЕТРЕНКО**, канд. техн. наук, доц., ХНАДУ, Харьков;  
**А. С. КОНОНЫХИН**, аспирант, ХНАДУ, Харьков

## **МОДЕЛЬ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ ПРОЕКТНОГО ОФИСА В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

В статье разработана модель выбора оборудования проектного офиса, позволяющая на основе анализа требований, предъявляемых к оснащению офиса, повысить производительность, эргономичность и безопасность труда сотрудников с учетом количественных и качественных критериев в зависимости от функционального назначения рабочих мест.

**Ключевые слова:** нечеткие оценки, функция принадлежности, проектный офис, офисное оборудование, метод анализа иерархий.

**Введение.** При выборе офисного оборудования учитываются характер решаемых задач, особенности предметно-пространственного окружения. Необходимо так же помнить, что в помещении офиса должно находиться только то оборудование, которое требуется сотрудникам офиса в процессе работы. Приобретение средств оргтехники должно быть

© Л. И. НЕФЁДОВ, Ю. А. ПЕТРЕНКО, А. С. КОНОНЫХИН, 2014

продиктовано, в первую очередь, соображениями целесообразности ее использования для максимальной эффективности работы, а также расчетом полезной площади помещения, отведенного под офис. Каждое офисное оборудование имеет свой набор требований по реализации, который формирует совокупность ограничений при проектировании офисного оснащения.

**Анализ публикаций.** Проблема выбора оборудования проектного офиса требует сопоставления его функциональных возможностей с требованиями технологического процесса офиса, требованиями эргономики и техники безопасности.

Существует необходимость в решении задачи выбора офисного оборудования и вспомогательной техники:

- устройства для организации документооборота;
- организационные средства, офисная мебель;
- организационная техника;
- ЭВМ, периферийные устройства и т.д.

Рабочее место пользователя складывается из офисной мебели и оргтехники, конструкции которых должны создавать возможность сохранения рациональной рабочей позы на протяжении рабочего дня. Размеры комплекта рабочего места, содержащего офисную мебель, подбираются с учетом рабочей позы, антропометрических особенностей пользователей, а также учитывают: высоту рабочей поверхности стола; пространство для ног; число и размеры предметов на рабочей поверхности; возможности регулировки высоты сиденья, угла наклона спинки сиденья, перемещения сиденья вперед-назад, влево-вправо.

Как показывает анализ литературных источников [1, 2] при определении критериев оценки выбора офисного оборудования, многие из них задаются не количественно, а качественно. Для решения данной проблемы весьма удобным математическим аппаратом является теория нечетких множеств, позволяющая достаточно адекватно описать данную задачу [3 – 6].

**Цель и постановка задачи.** Цель работы – повышение производительности, эргономичности и безопасности труда сотрудников офиса за счет разработки модели выбора оборудования проектного офиса в условиях нечеткой информации с учетом функциональных, затратных критериев, геометрических показателей оборудования, помещений и их функциональных зон.

Постановка задачи выбора технического обеспечения проектного офиса следующая [7]. Известно:

- функциональные зоны, которые характеризуются размерами и требованиями санитарных норм;
- для каждой функциональной зоны перечень рабочих мест, за которыми в офисе будет закреплен комплект офисного оборудования;
- для каждого рабочего места типы и виды оборудования, которые характеризуются набором параметров, а также функциональными и затратными показателями.

Выбор набора офисного оборудования производится по следующим частным критериям:

- минимальные приведенные затраты, затраты на покупку и эксплуатацию оборудования;
- максимальное соответствие параметров и характеристик оборудования потребностям функциональных зон, эргономическим показателям и показателям техники безопасности.

При выборе офисного оборудования необходимо сопоставить его функциональные возможности с требованиями технологического процесса офиса, требованиями эргономики и техники безопасности при организации системы «человек-техника-среда».

При выборе офисного оборудования предусматриваются конструктивные особенности его функционирования как в составе всей системы «человек-техника-среда», так и в составе отдельных рабочих мест, на которых решаются задачи офиса. В качестве функционального критерия в зависимости от степени неопределенности исходной информации о важности критериев используется функциональная эффективность. Под функциональной эффективностью понимается способность оборудования отвечать требованиям пользователя по предъявляемым функциональным критериям.

**Модель выбора технического обеспечения проектного офиса.** Пусть  $O = \{o_i\}$  ( $i = \overline{1, i'}$ ) множество типов оборудования, которое может быть на рабочем месте. Каждый тип оборудования имеет  $o_i = \{\hat{i}_{ij}\}$  ( $j = \overline{1, j'}$ ) множество видов, которые отличаются своими параметрами и показателями. Каждый вид каждого типа оборудования характеризуется множеством показателей  $k_{ijl} = \{k_{ijl}\}$  ( $i = \overline{1, i'}$ ;  $j = \overline{1, j'}$ ;  $l = \overline{1, p}$ ) для его оценки.

Задача состоит в выборе лучшей альтернативы типа и вида оборудования с учетом ограничений, заданных множеством показателей: по функциональной эффективности  $E = \{E_{ij}\}$  ( $i = \overline{1, i'}$ ;  $j = \overline{1, j'}$ ), по затратам  $Z = \{Z_{ij}\}$  ( $i = \overline{1, i'}$ ;  $j = \overline{1, j'}$ ), по геометрическим параметрам  $F = \{F_{ij}\}$  ( $i = \overline{1, i'}$ ;  $j = \overline{1, j'}$ ).

Критерии альтернатив могут быть представлены нечетко, как в качественных, так и в количественных показателях. Поэтому, чтобы сопоставить эти данные необходимо заменить их нечеткими оценками, измеряемыми в одной шкале. Пусть шкала оценок будет задана интервалом  $[0; 1]$ , тогда для каждой альтернативы  $\hat{i}_{ij}$  со значением показателя  $k_{ijl}$  установим следующие функции принадлежности  $\mu_{ijl}(o_{ij}) \in [0; 1]$ , которая будет характеризовать, насколько  $ij$ -ая альтернатива соответствует  $l$ -ому критерию.

Оценки показателей заданных количественно значениями  $k_{ijl}$  описываются непрерывной функцией:

- в случаях максимизации:

$$\mu_{ijl}(o_{ij}) = \begin{cases} 0 & \text{для } k_{ijl} \leq k_{ijl}^0; \\ \frac{k_{ijl} - k_{ijl}^0}{k_{ijl}^H - k_{ijl}^0} & \text{для } k_{ijl}^0 \leq k_{ijl} \leq k_{ijl}^H; i = \overline{1, i'}; j = \overline{1, j'}; l = \overline{1, p}; \\ 1 & \text{для } k_{ijl} \geq k_{ijl}^H; \end{cases} \quad (1)$$

- в случаях минимизации:

$$\mu_{ijl}(o_{ij}) = \begin{cases} 0 & \text{для } k_{ijl} \geq k_{ijl}^0; \\ \frac{k_{ijl} - k_{ijl}^0}{k_{ijl}^H - k_{ijl}^0} & \text{для } k_{ijl}^0 \geq k_{ijl} \geq k_{ijl}^H; i = \overline{1, i'}; j = \overline{1, j'}; l = \overline{1, p}; \\ 1 & \text{для } k_{ijl} \leq k_{ijl}^H; \end{cases} \quad (2)$$

где  $k_{ijl}^H$  - наилучшее значение рассматриваемого показателя;

$k_{ijl}^0$  - значение заданное ограничением по данному показателю.

В случаях, когда оценки показателей задаются качественно, значения, функций принадлежности определяют эксперты. Если возникают трудности в их задании необходимо использовать метод попарных сравнений или анализа иерархий [8, 9].

В результате каждая альтернатива  $\hat{i}_{ij}$  теперь будет представлена множеством соответствующих им оценок  $\{\mu_{ij1}(o_{ij}), \mu_{ij2}(o_{ij}), \dots, \mu_{ijl}(o_{ij})\}$ . Для каждого  $k_{ijl}$  имеется множество

$$D_{k_{ijl}} = \{\mu_{ij1}(o_{i1}), \mu_{ij2}(o_{i2}), \dots, \mu_{ijl}(o_{ij'})\}, \quad (3)$$

каждый элемент которого выступает характеристикой степени соответствия альтернативы  $\hat{i}_{ij}$  требованию, задаваемому рассматриваемым критерием  $k_{ijl}$ .

Представляется вполне естественным, что решением исходной задачи будет такая альтернатива  $\hat{i}_{ij}^*$ , которая в наибольшей мере удовлетворяет требованиям всей совокупности критериев. Отсюда следует, что решение  $R$  выбора наилучшей  $\hat{i}_{ij}^*$  альтернативы может быть представлено как нахождение пересечения соответствующих нечетких множеств:

$$R = D_{k_{ij1}} \cap D_{k_{ij2}} \cap \dots \cap D_{k_{ijl}}. \quad (4)$$

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

$$\mu_{D_R}(\hat{i}_{ij}) = \min_{l=1,p}(\mu_{D_{k_{ijl}}}(\hat{i}_{ij})), \quad i = \overline{1, i'}, \quad j = \overline{1, j'}. \quad (5)$$

Таким образом, в качестве наилучшей должна быть выбрана та из альтернатив  $\hat{i}_{ij}^*$ , для которой значение функции принадлежности  $\mu_R(\hat{i}_{ij}^*)$  окажется максимальным. То есть:

$$o_{ij}^* = \arg\{o_{ij} \mid \mu_R(o_{ij}^*) = \max_{i=\overline{1, i'}, j=\overline{1, j'}}[\mu_{D_R}(o_{ij})] = \max_{i=\overline{1, i'}, j=\overline{1, j'}} \min_{l=1,p}[\mu_{D_{k_{ijl}}}(o_{ij})]\}. \quad (6)$$

Именно эта альтернатива и является решением исходной задачи, поскольку она в наибольшей степени удовлетворяет требованиям всей совокупности рассматриваемых критериев.

Отметим, что в рассмотренной задаче все критерии  $k_{ijl}$  по умолчанию предполагались равноправными, то есть имеющими одинаковую важность.

Область допустимых решений определяется следующими ограничениями:

– функциональная эффективность выбранного типа оборудования должна быть не менее заданной  $E_0$ :

$$E_{ij} o_{ij} \geq E_0, \quad i = \overline{1, i'}, \quad j = \overline{1, j'}, \quad (7)$$

где  $o_{ij} = 1$  – если выбрана  $ij$ -ая альтернатива типа и вида оборудования,  $o_{ij} = 0$  – в противном случае;

– стоимость, выбранного офисного оборудования должна быть не более заданной  $Z_0$ :

$$Z_{ij} o_{ij} \leq Z_0, \quad i = \overline{1, i'}, \quad j = \overline{1, j'}, \quad (8)$$

где  $o_{ij} = 1$  – если выбрана  $ij$ -ая альтернатива типа и вида оборудования,  $o_{ij} = 0$  – в противном случае;

– геометрические параметры выбранного офисного оборудования должны находиться в заданных пределах:

$$F_{ij}^{\min} \leq F_{ij} o_{ij} \leq F_{ij}^{\max}, \quad i = \overline{1, i'}, \quad j = \overline{1, j'}, \quad (9)$$

где  $o_{ij} = 1$  – если выбрана  $ij$ -ая альтернатива типа и вида оборудования,  $o_{ij} = 0$  – в противном случае;

– для одного рабочего места может быть выбрано только одного типа и вида оборудование:

$$\sum_{i=1}^{i'} \sum_{j=1}^{j'} o_{ij} = 1. \quad (10)$$

**Пример задачи выбора офисного оборудования.** Для примера рассмотрим задачу выбора офисного стола для функциональной зоны рабочего места проектировщика. В качестве критериев выбора стола учитывался показатель, измеряемый количественно – стоимость  $k_1$  (включающая цену за стол, его доставку, сборку и установку), и показатель

измеряемый качественно – качество стола  $k_2$ . Задача состоит в выборе вида определенного типа офисного стола для проектного офиса. Множество альтернатив представляют одиннадцать видов офисных столов  $o_1, o_2, o_3, o_4, o_5, o_6, o_7, o_8, o_9, o_{10}, o_{11}$ .

Учитывая ограничения (7) - (9) стоимость не более 1500 грн., качество стола не ниже среднего, для оценки и анализа были выбраны следующие модели столов, представленные в табл. 1.

Таблица 1 – Модели офисных столов и их критерии

| № п/п | Тип                   | Критерий | Цена, грн $k_1$ | $\mu_{j1}(o_j)$ | Качество $k_2$ | $\mu_{j2}(o_j)$ |
|-------|-----------------------|----------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 1     | ОДД-2 ( $i_1$ )       |          | 780             | 0,94            | среднее        | 0.6             |
| 2     | ОДД-5 ( $i_2$ )       |          | 730             | 1,00            | ниже среднего  | 0.5             |
| 3     | FTD 01/16 ( $i_3$ )   |          | 840             | 0,86            | выше среднего  | 0.8             |
| 4     | FTD 02/16 ( $i_4$ )   |          | 1110            | 0,51            | выше среднего  | 0.8             |
| 5     | БЗ-105, 07 ( $i_5$ )  |          | 890             | 0,79            | ниже среднего  | 0.5             |
| 6     | БЗ-202, 401 ( $i_6$ ) |          | 940             | 0,73            | выше среднего  | 0.6             |
| 7     | БЗ-202, 403 ( $i_7$ ) |          | 1100            | 0,52            | выше среднего  | 0.6             |
| 8     | БЗ-202,425 ( $i_8$ )  |          | 1130            | 0,48            | выше среднего  | 0.6             |
| 9     | Б107+501 ( $i_9$ )    |          | 1233            | 0,35            | выше среднего  | 0.6             |
| 10    | Б107+502 ( $i_{10}$ ) |          | 1120            | 0,49            | выше среднего  | 0.6             |
| 11    | Б107+413 ( $i_{11}$ ) |          | 933             | 0,74            | выше среднего  | 0.6             |

Определив степень соответствия каждой альтернативы вида офисного стола установленным критериям, сформируем следующую совокупность нечетких множеств, описывающих такое их соответствие по каждому критерию:

$$D_{k_1} = \{ \langle o_1; 0.94 \rangle, \langle o_2; 1 \rangle, \langle o_3; 0.86 \rangle, \langle o_4; 0.51 \rangle, \langle o_5; 0.79 \rangle, \langle o_6; 0.73 \rangle, \langle o_7; 0.52 \rangle, \langle o_8; 0.48 \rangle, \langle o_9; 0.35 \rangle, \langle o_{10}; 0.49 \rangle, \langle o_{11}; 0.74 \rangle \};$$

$$D_{k_2} = \{ \langle o_1; 0.6 \rangle, \langle o_2; 0.5 \rangle, \langle o_3; 0.8 \rangle, \langle o_4; 0.8 \rangle, \langle o_5; 0.5 \rangle, \langle o_6; 0.6 \rangle, \langle o_7; 0.6 \rangle, \langle o_8; 0.6 \rangle, \langle o_9; 0.6 \rangle, \langle o_{10}; 0.6 \rangle, \langle o_{11}; 0.6 \rangle \}.$$

Применяя правило выбора искомой альтернативы (5), найдем пересечение полученных множеств, т.е. для каждой альтернативы выберем минимальное значение функции принадлежности по представленным критериям. Получим следующий вид множества:

$$D_R = \{ \langle o_1; 0.6 \rangle, \langle o_2; 0.5 \rangle, \langle o_3; 0.8 \rangle, \langle o_4; 0.51 \rangle, \langle o_5; 0.5 \rangle, \langle o_6; 0.6 \rangle, \langle o_7; 0.52 \rangle, \langle o_8; 0.48 \rangle, \langle o_9; 0.35 \rangle, \langle o_{10}; 0.49 \rangle, \langle o_{11}; 0.74 \rangle \}.$$

Далее используя (6), выберем наилучшую альтернативу, характеризующуюся наибольшим значением функции принадлежности. Так как максимальным значением функции принадлежности обладает вид офисного стола  $o_3$ , соответственно наиболее приемлемой в этих условиях является модель стола FTD 01/16

**Выводы.** Таким образом, разработана модель выбора оборудования проектного офиса, которая в отличие от известных, позволяет на основе анализа требований, предъявляемых к оснащению офиса, принять эффективное решение в условиях нечеткой информации с учетом показателей функциональной эффективности, затрат и геометрических параметров в зависимости от функционального назначения рабочих мест.

**Список литературы:** 1. Кривошеин, Д. А. Экология и безопасность жизнедеятельности [Текст] / Д. А. Кривошеин, Л. А. Муравей, Н. Н. Роева и др.; под редакцией проф. Л. А. Муравья. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 447 с. 2. Christopher, M. S. Industrial Engineering and Ergonomics [Text] / M. S. Christopher – Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2009. – 116 с. 3. Cordon, O. Genetic learning of fuzzy rule-based

classification systems cooperating with fuzzy reasoning methods [Text] / O. Cordon, M.J. del Jesus, F. Herrera // International Journal of Intelligent Systems. – 1998. – Vol. 13. – P. 1025-1053. 4. Roubos, H. Compact and transparent fuzzy models and classifiers through iterative complexity reduction [Text] / H. Roubos, M. Setnes // IEEE Trans. on Fuzzy Systems. – 2001. – Vol. 9– P. 516-524. 5. Simon, H. The Structure of Ill-structured Problems [Text] / H. Simon // Artificial Intelligence. – 1973. – Vol. 4.– P. 181 – 202. 6. Ishibuchi, H. Fuzzy rule selection by multi-objective genetic local search algorithms and rule evaluation measures in data mining [Text] / H. Ishibuchi, T. Yamamoto // Fuzzy Sets and Systems. – 2004, January. – Vol. 141. – P. 59-88. 7. Нефёдов, Л. И. Модели и методы синтеза офисов по управлению программами и проектами: монография [Текст] / Л. И. Нефёдов, Ю. А. Петренко, Т. В. Плугина и др. – Х.: ХНАДУ, 2010. – 344 с. 8. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с. 9. Гудков, П. А. Методы сравнительного анализа: учебное пособие [Текст] / П. А. Гудков; под редакцией профессора А. М. Бершадского. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008. – 81 с.

Поступила в редколлегию 20.01.2014

УДК 658.512

**Модель выбора оборудования проектного офиса в условиях нечеткой информации / Нефёдов Л. И., Петренко Ю. А., Кононыхин А. С.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.71-76. – Бібліогр.: 9 назв. ISSN 2079-5459

У статті розроблена модель вибору обладнання проектного офісу, що дозволяє на основі аналізу вимог, пропонувані до оснащення офісу, підвищити продуктивність, ергономічність і безпеку праці співробітників з урахуванням кількісних і якісних критеріїв залежно від функціонального призначення робочих місць.

**Ключові слова:** нечіткі оцінки, функція приналежності, проектний офіс, офісне обладнання, метод аналізу ієрархій.

**Model of selection of project office equipments in fuzzy information/ L. Nefedov, Yu. Petrenko, A. Kononykhin** //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.71-76. Bibliogr.:9 . ISSN 2079-5459

In the article developed model of selection of project office equipments in fuzzy information which allows improving performance, ergonomics and safety of employees taking into account the quantitative and qualitative criteria depends on functional areas.

**Keywords:** fuzzy evaluation, membership function, project office, office equipments, analytic hierarchy process.

УДК: 517.53

**І. П. КШАНОВСЬКИЙ**, канд. фіз.-мат. наук, доц., НУ "Львівська політехніка";  
**Г. В. ІВАСИК**, канд. фіз.-мат. наук, асис., НУ "Львівська політехніка"

## **ПРО МАЖОРАНТИ ЗРОСТАННЯ АНАЛІТИЧНИХ В ПРОКОЛЕНІЙ ПЛОЩИНІ ФУНКЦІЙ**

Знайдено найкращі в певному сенсі мажоранти зростання двопараметричної характеристики аналітичної в проколеній площині функції з заданим обмеженням на кількість її нулів.

**Ключові слова:** аналітична функція, двозв'язна область, характеристика Неванлінни, функція зростання

**Вступ.** В 60-х роках минулого століття Л. Рубел та Б. Тейлор розвинули метод рядів Фур'є, який дозволив вивчати класи цілих та мероморфних функцій з обмеженнями на зростання, що задаються довільними додатними, неперервними, зростаючими, необмеженими функціями  $\lambda(r)$ . Такі функції  $\lambda(r)$  називаються функціями зростання.

© І. П. КШАНОВСЬКИЙ, Г. В. ІВАСИК, 2014