

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

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С УЧЕТОМ НЕЧЕТКОЙ ИНФОРМАЦИИ

В статье разработана модель выбора программного обеспечения которая позволяет выбрать эффективное программное средство по заданным критериям в условиях нечеткой информации.

Ключевые слова: нечеткая информация, функция принадлежности, программное средство, бизнес-процесс, офис управления проектами.

Введение. В настоящее время достаточно часто в офисе управления проектами перед руководителем стоит вопрос о выборе программного обеспечения для автоматизации бизнес-процессов. Очень важно, чтобы выбранное программное обеспечение удовлетворяло функциональным требованиям офиса и обеспечивало полную и качественную поддержку и повышение эффективности бизнес-процессов и управления.

В связи с этим возникает необходимость в подборе программного обеспечения в соответствии с предпочтениями и требованиями конкретного бизнес-процесса.

Каждое программное средство характеризуется следующими показателями:

- надежность программных средств;
- функциональность программных средств;
- безопасность программных средств;
- требования к техническим характеристикам персонального компьютера;
- совместимость программных средств;
- стоимость программных средств.

Анализ публикаций. Анализ публикаций [1-5] показал, что на сегодняшний день не уделяется достаточно внимания научному обоснованию выбора программного обеспечения для автоматизации групп бизнес процессов, включающих в себя бизнес-процессы, бизнес-процедуры, бизнес-операции офиса с учетом различных критериев в условиях нечеткой информации.

Критерии выбора программного обеспечения могут быть заданы не только количественно, но и качественно, поэтому для решения данной проблемы предлагается использовать математический аппарат нечетких множеств [6,7].

Цель статьи и постановка задачи. Цель статьи повышение эффективности функционирования офиса управления проектами за счет разработки модели выбора программного обеспечения с учетом нечеткой информации.

Пусть известно[8]:

- группа бизнес-процессов $B = \{B^i\}$, $i = \overline{1, i'}$, i - количество групп бизнес-процессов, которые включают в себя множество бизнес-процессов $B = \{B_p^i\}$

- множество бизнес-процессов – $B = \{B_p^i\}$, $p = \overline{1, p^i}$, где p^i - число бизнес-процессов, в свою очередь они разбиваются на множество бизнес-процедур $B_p^i = \{B_{pr}^i\}$, $r = \overline{1, r^p}$, где r^p - число бизнес-процедур в p -ом бизнес-процессе;

- каждая бизнес-процедура состоит из множества бизнес-операций $B_{pr}^i = \{B_{pr\sigma}^i\}$, $\sigma = \overline{1, \sigma^r}$, где σ^r - число бизнес-операций в r -ой бизнес-процедуре;

- каждая бизнес-операция может быть реализована множеством типов и видов программных средств $P = \{P_{cv}\}$, $c = \overline{1, c^\sigma}$, $v = \overline{1, v^c}$, где c^σ - количество типов программных средств, v^c - количество видов программных средств

Таким образом, необходимо выбрать из множества программных средств $P = \{P_{cv}\}$, $c = \overline{1, c^\sigma}$, $v = \overline{1, v^c}$, те, которые обеспечат выполнение всех бизнес-операций, бизнес-процедур, бизнес-процессов, групп бизнес-процессов и будут отвечать заданным критериям $k = \{k_{cve}\}$ ($e = \overline{1, e^{cv}}$, где e^{cv} - количество критериев оценки программного средства c -ого типа, v -ого вида).

Модель выбора программного обеспечения с учетом нечеткой информации. Задача состоит в выборе лучшего типа и вида программного средства с учетом заданных критериев: надежность программного средства $H_{P_{cv}}$, функциональность $F_{P_{cv}}$, безопасность $S_{P_{cv}}$, требования к техническим характеристикам персонального компьютера $R_{P_{cv}}$, стоимость $C_{P_{cv}}$

Выбор программного обеспечения производится на основе как количественных (требования к техническим характеристикам, производительность, функциональность, цена и т.д.), так и качественных (надежность, безопасность и т.д.) характеристик. Для сопоставления этих данных заменим их нечеткими оценками, измеряемыми в одной шкале. Пусть шкала оценок будет задана интервалом $[0;1]$, тогда для каждого вида и типа программного средства P_{cv} со значением критерия k_{cve} установим следующие функции принадлежности $\mu_{cve}(P_{cv}) \in [0;1]$, которые будут характеризовать, насколько cv -е программное средство соответствует e -у критерию.

В результате каждый тип и вид программного средства P_{cv} будет представлен множеством соответствующих им оценок $\{\mu_{cv1}(P_{cv}), \mu_{cv2}(P_{cv}), \dots, \mu_{cve}(P_{cv})\}$. Для каждого k_{cve} имеется множество

$$D_{k_{cve}} = \{\mu_{cv1}(P_{cv}), \mu_{cv2}(P_{cv}), \dots, \mu_{cve}(P_{cv})\}, \quad (1)$$

каждый элемент которого выступает характеристикой степени соответствия типа и вида программного средства P_{cv} требованию, задаваемому рассматриваемым критерием k_{cve} .

Представляется вполне естественным, что решением исходной задачи будет такие тип и вид программного средства P_{cv}^* , которые в наибольшей мере удовлетворяют требованиям всей совокупности критериев. Отсюда следует, что решение R выбора наилучшего программного средства P_{cv}^* может быть представлено как нахождение пересечения соответствующих нечетких множеств с учетом весового коэффициента каждого критерия w_e

$$R = D_{k_{cv1}}^{w_1} \cap D_{k_{cv2}}^{w_2} \cap \dots \cap D_{k_{cve}}^{w_e}. \quad (2)$$

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

$$\mu_{D_R}(P_{cv}) = \min_{e=1, e^v} \{ \mu_{D_{k_{cve}}}(P_{cv}) \}, \quad c = \overline{1, c^\sigma}, \quad v = \overline{1, v^\sigma}. \quad (3)$$

Таким образом, в качестве наилучшего вида и типа программного средства должно быть выбрано то P_{cv}^* , для которого значение функции принадлежности $\mu_R(P_{cv}^*)$ окажется максимальным. То есть

$$P_{cv}^* = \arg \{ P_{cv} \mid \mu_R(P_{cv}^*) = \max_{c=1, c^\sigma, v=1, v^\sigma} [\mu_{D_R}(P_{cv})] = \max_{c=1, c^\sigma, v=1, v^\sigma} \min_{e=1, e^v} [\mu_{D_{k_{cve}}}(P_{cv})] \}. \quad (4)$$

Именно этот тип и вид программного средства является решением исходной задачи, поскольку оно в наибольшей степени удовлетворяет требованиям всей совокупности рассматриваемых критериев.

Пример выбора SCADA-системы. В качестве примера рассмотрим задачу выбора вида SCADA-системы, для разработки АСУ ТП $P = \{P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6\}$.

Один из основных показателей при выборе SCADA-системы на данных этапах – это надежность. Сбой в программе или нарушение работы какого-либо оборудования может привести к очень тяжелым последствиям, поэтому нужно обратить особое внимание на стабильность программно-аппаратного комплекса. Система должна работать в предсказуемом режиме, а пользователь должен быть уверен, что сбой невозможен [9].

Также важным критерием является функциональность системы. Комплекс должен обеспечивать полноценное решение всех задач предъявляемых на данном этапе управления с учетом дальнейшего развития.

SCADA-системы являются сетевыми программно-аппаратными комплексами и обычно работают с несколькими пользователями, поэтому существенным показателем является уровень безопасности системы

Немаловажным критерием при выборе системы является стоимость, чтобы заказчик получил за свою плату полноценный продукт, отвечающий его требованиям.

В качестве критериев оценки выбраны: надежность, безопасность, функциональность, оцениваемые экспертами и стоимость.

Для анализа было выбрано шесть видов SCADA-систем, представленных на нашем рынке и имеющих функцию подключения не менее 300 точек ввода вывода.

В табл. 1 представлены частные критерии выбора SCADA-систем.

Таблица 1 – Частные критерии выбора SCADA-системы

Критерий Вид	Надежность	Безопасность	Функциональность	Стоимость грн.
Genesis	очень высокая	очень высокая	выше средней	38000
WinCC	высокая	очень высокая	очень высокая	35000
Trace Mode	высокая	средняя	высокая	8500
RSView	очень высокая	высокая	ниже средней	21000
Каскад	средняя	ниже среднего	очень высокая	7000
Master SCADA	средняя	ниже среднего	высокая	6500

В табл. 2 приведены значения функций принадлежности по каждому критерию и их весовые коэффициенты.

Таблица 2 – Значение функций полезности частных критериев выбора SCADA-системы

Критерий	Надежность $\mu_{v1}(P_v)$	Безопасность $\mu_{v2}(P_v)$	Функциональность $\mu_{v3}(P_v)$	Стоимость μ_{v4} (P_v)
Genesis P_1	1	1	0	0
WinCC P_2	0,8	1	1	0,1
Trace Mode P_3	0,8	0,6	1	0,94
RSView P_4	1	0,8	0	0,54
Каскад P_5	0,6	0,5	1	0,98
Master SCADA P_6	0,6	0,5	0,94	1
Весовой коэфф.	0,1	0,2	0,2	0,5

Определив степень соответствия каждого вида программного средства установленным критериям, сформируем следующую совокупность нечетких множеств, описывающих такое их соответствие по каждому критерию с учетом их важности

$$D_{k_1}^{0.6} = \{ \langle P_1; 1 \rangle, \langle P_2; 0.87 \rangle, \langle P_3; 0.87 \rangle, \langle P_4; 1 \rangle, \langle P_5; 0.74 \rangle, \langle P_6; 0.74 \rangle \};$$

$$D_{k_2}^{1.2} = \{ \langle P_1; 1 \rangle, \langle P_2; 1 \rangle, \langle P_3; 0.54 \rangle, \langle P_4; 0.77 \rangle, \langle P_5; 0.44 \rangle, \langle P_6; 0.44 \rangle \};$$

$$D_{k_3}^{1.2} = \{ \langle P_1; 0 \rangle, \langle P_2; 1 \rangle, \langle P_3; 1 \rangle, \langle P_4; 0 \rangle, \langle P_5; 1 \rangle, \langle P_6; 0.93 \rangle \};$$

$$D_{k_4}^3 = \{ \langle P_1; 0 \rangle, \langle P_2; 0 \rangle, \langle P_3; 0.83 \rangle, \langle P_4; 0.16 \rangle, \langle P_5; 0.94 \rangle, \langle P_6; 1 \rangle \}.$$

Найдем пересечение этих множеств, которое будет иметь следующий вид

$$D = \{ \langle P_1; 0 \rangle, \langle P_2; 0 \rangle, \langle P_3; 0.54 \rangle, \langle P_4; 0 \rangle, \langle P_5; 0.44 \rangle, \langle P_6; 0.44 \rangle \}.$$

Далее выберем наилучшую альтернативу, характеризующуюся наибольшим значением функции принадлежности.

Из проведенного анализа видно, что наиболее подходящей SCADA-системой является SCADA Trace Mode, обеспечивающая высокую надежность и функциональность при не большой цене.

Выводы. Таким образом, предложена модель выбора программного обеспечения, которая в отличии от известных подходов позволяет выбрать эффективное программное средство по заданным критериям в условиях нечеткой информации и повысить обоснованность принимаемых решений.

Список литературы: 1. Мазур, И. И. Управление проектами: учебное пособие для студентов [Текст] / И. И. Мазур, В. Д. Шапиро, Н. Г. Ольдерогге и др. – 5-е изд., перераб. – М.: Омега-Л, 2009. – 960 с. 2. Меняев, М. Ф. Информационные технологии управления: Учебное пособие: В 3-х кн.: Книга 3: Системы управления организацией [Текст] / М. Ф. Меняев - М.: Омега-Л, 2003. - 464 с. 3. Уильямс, Д. Управление программами на предприятии [Текст] / Д. Уильямс, Т. Парр. – М.: Баланс Бизнес Букс, 2005. – 320 с. 4. Балашов, В. Г. Механизмы управления организационными проектами [Текст] / В. Г. Балашов, А. Ю. Заложнев, А. А. Иващенко, Д. А. Новиков – М.: ИПУ РАН, 2003. – 84 с. 5. Заренин, Ю. Г. Надежность и эффективность АСУ [Текст] / Ю. Г. Заренин, М. Д. Збырко, Б. П. Крененцер, А. А. Свистельник, В. П. Яценко – Киев:

"Техніка", 1975. – 368 с. **6.** Раскин, Л. Г. Нечеткая математика. Основы теории. Приложения [Текст] / 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] [Текст] / О. С. Пономарёв – Х.: НТУ «ХПИ», 2005. – 232 с. **8.** 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. **9.** Критерии выбора Scada-систем [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.kipexpert.ru/component/content/article/129-soft/524-kritjerii-vybora-scada-sistjem>

Bibliography (transliterated): **1.** Mazur, I. I., Shapiro, V. D., Ol'derogge, N. G. and other. (2009). Project management: tutorial for students. Moscow: Omega-L, 960. **2.** Menjaev, M. F. (2003). Information technologies of management: Tutorial: In 3 b.: Book 3: Systems of organization management. Moscow: Omega-L, 464. **3.** Williams, D, Parr, T. (2005). Enterprise Programme Management. Moscow: Balance Business Books, 320. **4.** Balashov, V. G., Zalozhnev, A. Ju., Ivashhenko, A. A., Novikov, D. A. (2003). Organizational projects management mechanism. Moscow: ICS RAS, 84. **5.** Zarenin, Ju. G., Zbyrko, M. D., Krenencer, B. P., Svistel'nik, A. A., Jacenko, V. P. (1975). Reliability and efficiency of ICS. Kiev: Technics, 368. **6.** Raskin, L. G., Seraja, O. V. (2008). Fuzzy Mathematics. Apps. Kharkov: Sail, 352. **7.** Ponomarjov, O. S. (2005). Fuzzy sets in problems of automated control and decision making. Kharkov: NTU KhPI, 232. **8.** Nefjodov, L. I., Petrenko, Ju. A., Plugina, T. V. and other. (2010). Models and methods of the synthesis of offices for program and project management: Monograph. Kharkov: KhNADU, 344. **9.** Criteria selection of Scada-systems. <http://www.kipexpert.ru/component/content/article/129-soft/524-kritjerii-vybora-scada-sistjem>.

Поступила (received) 14.03.2014

УДК 658.512

Математическая модель выбора программного обеспечения с учетом нечеткой информации/ Нефёдов Л. И., Петренко Ю. А., Кононыхин А. С. // Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПИ», – 2014. - № 17 (1060).– С.13-17 . – Бібліогр.: 9 назв. ISSN 2079-5459

В статье разработана модель выбора программного обеспечения которая позволяет выбрать эффективное программное средство по заданным критериям в условиях нечеткой информации.

Ключевые слова: нечеткая информация, функция принадлежности, программное средство, бизнес-процесс, офис управления проектами.

У статті розроблена модель вибору програмного забезпечення, яка дозволяє вибрати ефективний програмний засіб за заданими критеріями в умовах нечіткої інформації.

Ключові слова: нечітка інформація, функція приналежності, програмний засіб, бізнес-процес, офіс управління проектами.

Mathematical model of selection of softwares in fuzzy information/ L. Nefedov, Yu. Petrenko, A. Kononykhin //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 17 (1060).- P.13-17. Bibliogr.: 9. ISSN 2079-5459

In the article developed model of selection of software which allows choosing effective software taking into account criteria's in fuzzy information. Bibliogr.: 9.

Keywords: fuzzy information, the membership function, the software, business process, project management office.