7. *Ромм Я.Е.* Параллельная сортировка слиянием по матрицам сравнений // Кибернетика и системный анализ. – 1995. – № 4. – С. 13-37.
8. *Солодовников В.И.* Верхние оценки сложности решения систем линейных уравнений / В кн.: Теория сложности вычислений. Записки научных семинаров ЛОМИ АН СССР. – Л., 1982. – Т. 118. – С. 159-187.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.П. Карелин.

Ромм Яков Евсеевич – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Таганрогский государственный педагогический институт имени А.П. Чехова»; e-mail: romm@list.ru; 347936, г. Таганрог, ул. Инициативная, 48; тел.: 89094081126; кафедра информатики; зав. кафедрой; д.т.н.; профессор.

Белоконова Светлана Сергеевна – e-mail: belokonova@mail.ru; тел.: 89185093262; кафедра информатики; доцент.

Romm Yakov Evseevich − Federal state educational institution of higher professional education «Taganrog state pedagogical Institute named after A.P. Chekhov»; e-mail: romm@list.ru; 48, Initsiativnaya street, Taganrog, 347926, Russia; phone: +79094091126; the department of information science; head the department; dr of eng. sc.; professor.

Belokonova Svetlana Sergeevna − e-mail: belokonova@mail.ru; phone: +79185093262; the department of information science; associate professor.

УДК: 004.023, 681.518

В.И. Финаев, И.В. Пушнина

НЕЧЁТКИЕ ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ В ЗАДАЧЕ РАНЖИРОВАНИЯ КРИТЕРИЕВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ*

При решении задач управления производственными процессами производства и распределения энергии существует многокритериальная задача баланса между производством и потреблением. Данная задача связана с управлением производственными мощностями энергетических предприятий. Решать эту задачу классическими методами решения распределительных задач можно, однако, данное решение может быть осуществлено только для стационарных состояний и при отсутствии последействия. Это является упрощённой ситуацией и не даёт достоверного решения. В реальных системах всегда существует неопределённость, так как потребление мощности является нестационарным процессом и существует последействие. Это первая причина, требующая расширения классической распределительной задачи при неопределённых исходных данных. Другая причина состоит в том, что задача оптимального распределения производимой энергии между потребителями является многокритерильной и не решаемой классическими методами многокритериальной оптимизации. Поэтому в данной работе осуществлена постановка начальной задачи многокритериальной оптимизации, а именно, задачи ранжирования критериев в виде лексикографического отношения.

Нечёткость; множество критериев; оптимизация; ранжирование критериев; лексикографическое отношение; производство; потребление.

* Материалы статьи подготовлены в рамках выполнения работ по гранту Российского научного фонда № 14-19-01533

V.I. Finaev, I.V. Pushnina

FUZZY LEXICOGRAPHICAL RELATIONS IN THE PROBLEM OF MANUFACTURE AND ELECTRICITY CONSUMPTION CRITERIA RANGING

There is the multicriteria problem of the balance between manufacture and consumption in solving problems of industrial process control production and energy distribution. This problem connected with the productive capacity of energy factories control. This problem can be solved using classical methods of distributive problems, but it can be done only for stationary states in the absence of aftereffect. This situation is simplified and gives no reliable solutions. In real systems a fuzzy is always exist, because the capacity consumption is an atypical process and there is an aftereffect. This is the first reason which requires expansion of the classical distribution problems with uncertain initial data. Another reason is that the problem of the produced energy optimal distribution between consumers is multicriterial and it can't bet solved by classical methods of multicriteria optimization. That is why in this article statement of multicriteria optimization initial problem is realized, namely the ranging of criteria as lexicographical relations.

Fuzzy; multicriteria problem; optimization; criteria ranging; lexicographical relations; manufacturing; consumption.

Введение. При структуризации целей сложных систем, к которым относятся системы производства и потребления электроэнергии, существует задача поиска наилучших путей достижения глобальной цели системы, определяемой некоторым множеством выбранных критериев. Глобальная цель структурируется затем до уровня задач, решаемых отдельными элементами и подсистемами сложной системы [1, 2]. Решение данной задачи осуществляют с применением методов исследования операций [3], т.к. данная наука включает в себя много математических дисциплин, которые в последнее время получают все большее расширение при решении задач в условиях неполноты условных данных. Неполнота исходных данных может проявляться в недостаточных знаниях относительно моделей объектов исследуемой системы, параметров объектов, а также критериальных оценок [4]. Для формализации неопределённостей хорошо зарекомендовали себя методы теории нечётких множеств [5] и теории вероятностей.

Задача поиска наилучших путей достижения цели системы относится к задачам многокритериальной оптимизации и сводится к построению математической модели, позволяющей количественно описывать выбираемые стратегии достижения цели, а также критерии эффективности, обеспечивающие сравнение стратегий и поиск наилучшей стратегии.

При подобной постановке задачи анализа стратегий достижения цели функционирования системы необходима оценка стратегий и ранжирование критериев, что может быть осуществлено эвристическим путём с привлечением знаний специалистов – экспертов. Задача ранжирования критериев и выработки стратегий рассматривалась ранее во многих работах, например, [6-9], в работах, связанных с поиском парето-оптимальных решений, в частности, Подиновского В.В. и др.

При решении задач многокритериальной оптимизации при нечетком описании критериев ранжирование критериев является важной задачей, влияющей на успешный поиск нечётких диапазонов оптимума параметров. Применение нечётких лексикографических отношений в задаче ранжирования критериев позволит получать достаточно полную информацию об оценках в ранговой шкале для последующего поиска Парето-оптимальных решений в многокритериальных задачах. Этим определяется **актуальность данной работы**.

Определение стратегий нечёткого выбора. В общей постановке задачи будем считать, что множество стратегий $\Sigma=\{\sigma_i\}$ в имеет произвольную природу, так как в виде стратегии могут быть взяты математические объекты с физическими параметрами измерения, а также объекты, заданные на вербальном уровне.

Эффективность всякой стратегии связана с выбором, путём ранжирования последовательности критериев из множества критериев $\tilde{F}_1,\tilde{F}_2,...,\tilde{F}_N$. Критерии рассматриваем, как нечёткие величины, так как нечёткие величины обобщают чёткие при условиях модальности в одной точке базового множества. Рассмотрим оценки стратегий с позиций их эффективности.

В самом простом случае, когда цель системы определена единственным критерием $\tilde{F}_1$, оптимальная стратегия $\sigma_{opt}\in\Sigma$ определится из условия:

$$\tilde{F}_1(\sigma_{opt}) = \widetilde{\max_{\sigma\in\Sigma}} \tilde{F}_1(\sigma), \qquad (1)$$

где $\widetilde{max}$ – операция поиска нечёткого максимума нечёткого критерия $\tilde{F}_1$.

В случае многокритериальной задачи нечёткой оптимизации нужно выбрать такую стратегию, чтобы для каждого нечёткого критерия $\tilde{F}_l \in \{\tilde{F}_1,\tilde{F}_2,...,\tilde{F}_N\}$ было найдено как можно большее нечёткое значение. Введём следующие определения.

Определение 1. Стратегии σ_i и σ_j называются нечётко равноценными (нечётко эквивалентными), если для любой пары $\tilde{F}_r(\sigma_i)$ и $\tilde{F}_r(\sigma_j)$, $r=\overline{1,N}$ выполняется нечёткое равенство:

$$\tilde{F}_r(\sigma_i) \tilde{=} \tilde{F}_r(\sigma_j), \qquad (2)$$

т.е. степень принадлежности нечёткого высказывания

$$\mu\{\tilde{F}_r(\sigma_i) \leftrightarrow \tilde{F}_r(\sigma_j)\} > 0{,}5, \quad r=\overline{1,N}. \qquad (3)$$

Определение 2. Стратегия σ_i нечёткого выражения предпочтительнее стратегии σ_j, если хотя бы для одного $r=\overline{1,N}$ выполняется нечёткое неравенство:

$$\tilde{F}_r(\sigma_i) \tilde{>} \tilde{F}_r(\sigma_j), \qquad (4)$$

т.е. степень принадлежности нечёткого высказывания (3) не выполняется хотя бы для одного r, а степень истинности $\mu\{\tilde{F}_r(\sigma_i) > \tilde{F}_r(\sigma_j)\}$ в этом случае.

Определение 3. Стратегию σ_i назовём нечётко эффективной, если не существует никакой такой стратегии σ_i, чтобы выполнялось нечёткое неравенство (4).

Согласно определениям (1)–(3) множество стратегий Σ при выборе лучшей стратегии в многокритериальной задаче нечёткой оптимизации сужается до множества Σ^*, содержащего только нечётко эффективные стратегии.

Определение 4. Стратегию из множества Σ^* нечётко эффективных стратегий будем называть наилучшей или нечётко оптимальной, если согласно дополнительной информации о важности критериев $\tilde{F}_1,\tilde{F}_2,...,\tilde{F}_N$ она остаётся нечётко эффективной.

Если решается задача выбора нечёткого равновесия, то, согласно определению 1, осуществляется поиск множества стратегий $\Sigma^0\subseteq\Sigma$, содержащего все нечётко равноценные стратегии.

Определение 5. Стратегии σ_i и σ_j из множества Σ^0 нечётко равновесных стратегий, обеспечивающие наибольшее значение системы принадлежности в уравнении (3), при произвольной важности критериев $\tilde{F}_1,\tilde{F}_2,...,\tilde{F}_N$ будем называть наилучшими в смысле нечёткой равноценности.

Формализация нечёткого лексикографического отношения и ранжирование критериев. Приложение данной задачи поиска наилучших нечётко равноценных стратегий появляется в задаче нечёткого баланса, например, если стратегия σ_i определяет поведение производителей, а стратегия σ_j – поведение потребителей товаров.

В работах Гуськова Ю.П., Подиновского В.В. и др. при рассмотрении методов решения задач оптимизации по последовательно применяемым критериям определено понятие «лексикографические задачи оптимизации, т.к. рассматривались многокритериальные задачи со строго упорядоченными по важности критериями. Отношение предпочтения, определяющее упорядочивание стратегий $\sigma \in \Sigma$ по степени предпочтительности, называют лексикографическим отношением при решении многокритериальной задачи оптимизации.

Ранжирование критериев в задаче многокритериальной оптимизации выделяет те или иные стратегии, как нечётко оптимальные.

Учитывая неопределённость параметров многокритериальной задачи нечёткой оптимальности (МЗНО), её решение возможно только эвристическими методами, построенными на знаниях экспертов. Получаемые нечётко оптимальные критерии расширяют возможности экспертов и позволяют создавать модели, направленные на активизацию знаний экспертов.

Лексикографическое отношение возможно и в задачах «производство – потребление», так как в производстве, как и при потреблении всегда существуют приоритеты по видам или группам товаров, т.е. существует предпочтение.

«Выстраивание» приоритетов по производству товаров и аналогично – приоритетов по потреблению связано с поиском нечётко оптимальной стратегии $\sigma_i^{пр}$ производителя и нечётко оптимальной стратегии $\sigma_i^{п}$ потребителя. В этом случае осуществляется, согласно определению (2), поиск нечётко предпочтительных стратегий $\sigma_i^{пр}$ и $\sigma_i^{п}$. Однако, сложность решения задачи состоит в том, что стратегии $\sigma_i^{пр}$ и $\sigma_i^{п}$ должны быть одновременно и нечётко равновесными (см. определение 5), чтобы обеспечивать нечёткий баланс в системе «производство – потребление». Задачу нечёткого баланса в данном аспекте графически можно представить в виде рис. 1.

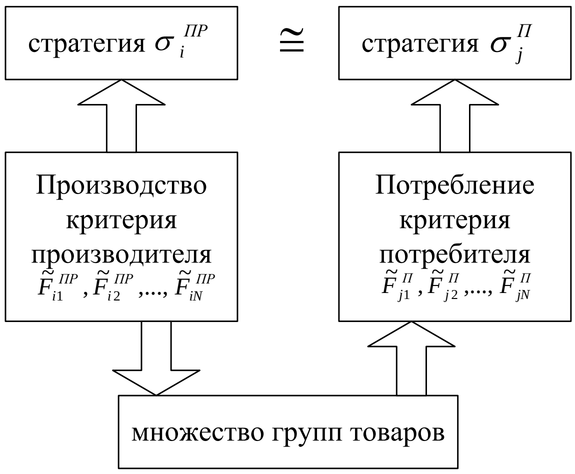


Рис. 1. Задача нечёткого баланса

На рис. 1 $i_1, i_2, \ldots, i_N$ – множество вариантов ранжирования критериев производителя $\tilde{F}_1^{np}, \tilde{F}_2^{np}, \ldots, \tilde{F}_N^{np}$, $j_1, j_2, \ldots, j_p$ – множество вариантов ранжирования критериев потребителя $\tilde{F}_1^{n}, \tilde{F}_2^{n}, \ldots, \tilde{F}_N^{n}$.

Так как должны выполняться операции нечёткого равенства стратегий σ_i^{np} и σ_i^{n}, то измерение этих критериев должно осуществляться на одном и том же базовом множестве.

Лексикографическое нечёткое отношение, связанное с поиском нечётко оптимальной стратегии, появляется во многих задачах, где при выборе оптимума функционала в области Y появляется последовательность ограничений, что формально определится следующим образом:

$$\tilde{F}_1(\sigma_{opt}) = \underset{\sigma \in \Sigma}{\tilde{\max}}\, \tilde{F}_1(\sigma), \quad \tilde{F}_1 < Y_1; .$$

$$\tilde{F}_2(\sigma_{opt}) = \underset{\sigma \in \Sigma}{\tilde{\max}}\, \tilde{F}_2(\sigma), \quad \tilde{F}_2 < Y_2;$$

……………………………………..

$$\tilde{F}_N(\sigma_{opt}) = \underset{\sigma \in \Sigma}{\tilde{\max}}\, \tilde{F}_N(\sigma), \quad \tilde{F}_N < Y_N. \tag{5}$$

В формулах (5) последовательные ограничения определены на множества значений $Y_1, Y_2, \ldots, Y_N$ для соответствующих нечётких критериев (функционалов) $\tilde{F}_1, \tilde{F}_2, \ldots, \tilde{F}_N$.

Интерпретация формулы (5) в системе производства следующая. При равных условиях наименьшие затраты на производство имеются для нескольких товаров. Для выбора предпочтения в плане производства следующим ограничением может быть, например, энергоёмкость. Если и после этого остаётся несколько товаров, то берётся следующее ограничение, например, стоимость материалов и т.д.

Ранжирование критериев при подобной постановке задачи может быть аналогичным методу последовательных уступок, впервые изложенном в работах академика Глушкова В.М., а также в работе [9, 10].

Суть метода последовательных уступок состоит в том, что критерии нумеруются по степени важности и определяются уступки (снижение) между первым и вторым, вторым и третьим и т.д. критериями. Максимизируется первый по приоритету критерий, затем второй критерий, но он не должен отличаться от первого на величину назначенной уступке и т.д. Оптимальной будет любая стратегия, обеспечивающая решение задачи поиска условного экстремума последнего по приоритету критерия. Модификация этого метода рассматривалась в работе [8].

Лексикографическая задача нечёткой оптимизации. Лексикографический подход позволяет разрабатывать методы поиска нечётко оптимальных стратегий в задачах многокритериальной оптимизации, а также осуществлять постановку и поиск решения в задачах нечёткого баланса в системе «производство – потребление», что является новым, отличным от ранее известных подходов, решением задач нечёткого равновесия. Рассмотрим определение нечёткого экстремума и нечёткого оптимума, как расширение классических понятий экстремума и оптимума.

Определение 6. Под нечётким экстремумом в виде нечёткого максимума или минимума понимается интервальное задание в виде нечёткой одномерной или многомерной точки, степень принадлежности которой имеет единственное модальное значение, а коэффициенты нечёткости определены экспертами.

На рис. 2 показан пример задания нечёткого максимума для одномерной функции со значениями, имеющими случайный разброс, а на рис. 3 – задание максимума для аналогичной двухмерной функции.

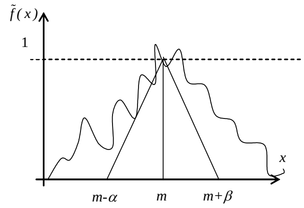
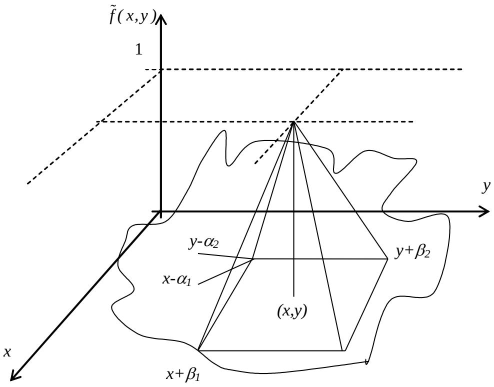


Рис. 2. Задание нечёткого максимума для одномерной функции



Задание нечёткого оптимального значения функции будем рассматривать в аналогичном виде при установлении дополнительных ограничений. Таким образом, нечёткий экстремум и нечёткий оптимум для частично неопределённых функций представляют собой интервальные оценки с нечёткими параметрами.

Пусть в лексикографической задаче нечёткой оптимизации каждая стратегия $\sigma \in \Sigma$ определена N нечёткими интервалами, определяющими значения ранжированных нечётких критериев $\tilde{F}_1(\sigma), \tilde{F}_2(\sigma), ..., \tilde{F}_N(\sigma)$. При поиске лучшей, в смысле нечёткой оптимальности, стратегии, выбирается та, которая обеспечивает нечёткий экстремум первого критерия $\tilde{F}_1(\sigma)$. Если будут существовать две и более стратегии, обеспечивающие нечёткий экстремум для критерия $\tilde{F}_1(\sigma)$, то для этих стратегий рассматривается нечёткий критерий $\tilde{F}_2(\sigma)$. Выбор останавливается на той стратегии, которая обеспечивает достижение нечёткого экстремума критерию $\tilde{F}_2(\sigma)$. Подобный поиск продолжается вплоть до нечёткого критерия $\tilde{F}_N(\sigma)$.

Лексикографическое нечёткое отношение предпочтения $\sigma_i \overset{\sim}{>} \sigma_j$ зададим в следующем виде:

1) $\forall \sigma_j \in \Sigma,\ \sigma_j \neq \sigma_i \quad \tilde{F}_1(\sigma_i) \overset{\sim}{>} \tilde{F}_1(\sigma_j)$;

2) $\exists \sigma_i, \sigma_j \in \Sigma \to \tilde{F}_1(\sigma_i) \cong \tilde{F}_1(\sigma_j)$, *то* $\tilde{F}_2(\sigma_i) \overset{\sim}{>} \tilde{F}_2(\sigma_j)$;

3) $\exists \sigma_i, \sigma_j, \sigma_k \in \Sigma \to \tilde{F}_1(\sigma_i) \cong \tilde{F}_1(\sigma_j) \cong \tilde{F}_k(\sigma_k)$, *то* $\tilde{F}_2(\sigma_i) \cong \tilde{F}_2(\sigma_j) \cong$
$\cong \tilde{F}_2(\sigma_j) \cong \tilde{F}_2(\sigma_k)$, *то* $\tilde{F}_3(\sigma_i) \overset{\sim}{\geq} \tilde{F}_3(\sigma_j)$ *и* $\tilde{F}_3(\sigma_i) \overset{\sim}{\geq} \tilde{F}_3(\sigma_k)$;

……………………………………………………………………………………

$$N)\ \exists \sigma_i, \sigma_j, ..., \sigma_{N-1} \in \Sigma \to \tilde{F}_{N\text{-}1}(\sigma_1) \cong \tilde{F}_{N\text{-}1}(\sigma_2) \cong \tilde{F}_{N\text{-}1}(\sigma_3) \cong ... \cong \tilde{F}_{N\text{-}1}(\sigma_{N-1}),$$
$$\text{то}\ \tilde{F}_N(\sigma_i) \gtrsim \tilde{F}_N(\sigma_1),\ \tilde{F}_N(\sigma_i) \gtrsim \tilde{F}_N(\sigma_2),\ ...,\ \tilde{F}_N(\sigma_i) \gtrsim \tilde{F}_N(\sigma_{N-1}). \quad (6)$$

Согласно сделанному ранее определению 4, лексикографически нечётко оптимальной или просто нечётко оптимальной называется стратегия σ_{opt}, которая обеспечивает выполнение лексикографического нечёткого отношения предпочтения, т.е.

$$\forall \sigma_j \in \Sigma,\ \sigma_j \neq \sigma_i\ \ \sigma_{opt} \tilde{>} \sigma_j. \quad (7)$$

Если существует множество $\Sigma^0 \subseteq \Sigma$ нечётко эквивалентных (равноценных) критериев, то при решении МЗНО нечёткая оптимальная стратегия σ_{opt} определяется задачей сужения множества Σ

$$\Sigma_i^* = \{\sigma : \sigma \in \Sigma_{i-1}^*;\ \tilde{F}_i(\sigma) = \underset{\sigma_j \in \Sigma_{i-1}^*}{\tilde{\sup}} \tilde{F}_i(\sigma_j) = \tilde{F}_i^*\},$$
$$i = \overline{1, N};\quad \Sigma_0^* = \Sigma;\quad \Sigma_N^* = \Sigma^*, \quad (8)$$

где $\tilde{sup}$ – верхняя нечёткая граница.

Сужение множества Σ следует из (8)

$$\Sigma^* = \Sigma_p^* \subseteq \Sigma_{p\text{-}1}^* \subseteq ... \subseteq \Sigma_2^* \subseteq \Sigma_1^* \subseteq \Sigma.$$

Таким образом, лексикографическая задача нечёткой оптимизации состоит в нахождении лексикографически нечётко максимизирующих последовательностей стратегий

$$\Sigma^0 \cong lex \underset{\sigma_j \in \Sigma}{\tilde{\sup}} \tilde{F}(\sigma), \quad (9)$$

а при условии существования лексикографически оптимальных стратегий^

$$\Sigma^0 \cong lex \underset{\sigma_j \in \Sigma}{\tilde{\max}} \tilde{F}(\sigma). \quad (10)$$

Лексикографическая задача нечёткой оптимизации может существовать как поиск лексикографически нечётко минимизирующих последовательностей стратегий

$$\Sigma^0 \cong lex \underset{\sigma_j \in \Sigma}{\tilde{\inf}} \tilde{F}(\sigma). \quad (11)$$

В качестве примера рассмотрим лексикографическую задачу с нечёткой оптимизацией для формирования плана производства товаров.

Предприятие может производить m изделий (товарной продукции), причём производство i-го изделия требует $\tilde{p}_i$ трудозатрат, а цена i-го изделия $\tilde{z}_i$. Трудозатраты и цена определены в виде нечётких интервалов. Производственная мощность предприятия ограничена значением $\tilde{A}$, заданная также нечётким интервалом. Необходимо так планировать производство изделий, чтобы их суммарная стоимость была наибольшей.

Для решения поставленной задачи введём переменные $b_i = \overline{1,m}$, значения которых определяем следующим образом:

$$b_i = \begin{cases} 1,\ i\text{-е изделие производится}, \\ 0,\ i\text{-е изделие не производится}. \end{cases}$$

Множество стратегий Σ будет представлять собой кортежи длиной m, в которых единица, на соответствующей i-й позиции говорит о том, что i-е изделие включено в план производства.

Условие ограничения на производственную мощность предприятия запишется в следующем виде:

$$\sum_{i=1}^{m} \tilde{p}_i \tilde{b}_i \precsim \tilde{A}\cdot \qquad (12)$$

Критериальная функция будет иметь вид

$$\tilde{F} = \tilde{z}_1 b_1 + \tilde{z}_2 b_2 + \ldots + \tilde{z}_m b_m\cdot \qquad (13)$$

В результате сформулирована задача поиска оптимума (нечёткого максимума) критериальной функции (13) при выполнении условия (12).

Введение дополнительных ограничений, в виде приоритетов на производство, позволяет сформулировать ряд дополнительных ограничений. Например, следует обязательно (в первую очередь, например, из условий поставок потребителя) произвести изделия множества Y_1 и число этих изделий равно m_1.

Затем, во вторую очередь, следует обеспечить производство числа m_2 изделий из множества Y_2, и т.д. до значения n-го приоритета.

Множества Y_i и Y_j являются непересекающимися $- Y_i \cap Y_j = \varnothing$.

$$\sum_{\substack{i \in Y_j \\ i=1}}^{l} b_i \geq m_i, \quad j = \overline{1,l}\cdot \qquad (14)$$

Степень ограничений (12) находится с помощью функционала «невязки», в котором $\varphi(b)=0$, если выполняется ограничение (12) и $\varphi(b)<0$, если не выполняется ограничение (12). Функционал невязки имеет вид

$$\varphi_i(b) = min\left[0,\ \sum_{\substack{i \in Y_j \\ i=1}}^{l} b_i - m_i\right]\cdot \qquad (15)$$

Значение функционала $\varphi_i(b)$ тем меньше, чем меньше степень выполнения ограничения (12).

Задача нечёткой максимизации имеет вид

$$\tilde{F}_0 \cong \underset{b_k \in \Sigma}{\tilde{sup}}(\tilde{F} \cong \sum_{k=1}^{m} \tilde{z}_k b_k)\cdot \qquad (16)$$

Таким образом, получили лексикографическую задачу нечёткой оптимизации при поиске стратегий, определяемых заданием b_i, с векторным критерием $\{\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_l, \tilde{F}_0\}\cdot$

Дальнейшее решение данной задачи связано с разработкой информационного обеспечения, предоставляющего возможность анализа стратегий при ранжированных критериях.

Заключение. В материалах данной работы выполнены исследования теоретического характера, связанные с применением нечётких лексикографических отношений для ранжирования критериев, определяющих эффективность функционирования системы. Так как задача ранжирования критериев связана с задачей многокритериальной оптимизации, в частности оптимизацией по Парето, то выполненные исследования имеют теоретическую и практическую значимость для поиска экстремума в многомерной области параметров. Формально определено понятие существующих стратегий нечёткого выбора, нечёткого лексикографического отношения и ранжирование критериев применительно к задаче нечёткого баланса. Осуществлена постановка лексикографической задачи нечёткой оптимизации и рассмотрен её пример при планировании производства предприятием изделий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Волкова В.Н., Денисов А.А.* Основы теории систем и системного анализа. – СПб.: Изд-во СПБГТУ, 1997. – 510 с.
2. *Пьявченко Т.А., Финаев В.И.* Автоматизированные информационно-управляющие системы. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2007. – 271 с.
3. *Таха Х., Хэмди А.* Введение в исследование операций, 6-е издание: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с.
4. *Финаев В.И., Заргарян Ю.А.* Метод оптимизации параметров динамического процесса в условиях неполноты данных // Вестник РГУПС. – 2011. – № 3 (39). – С. 74-78.
5. *Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П.* Принятие решения на основе нечётких моделей: примеры использования. – Рига: Знание, 1990. – 184 с.
6. *Згуровский М.З., Доброногов А.В., Померанцева Т.Н.* Исследование социальных процессов на основе методологии системного анализа. – Киев: Наукова думка, 1997. – 221 с.
7. *Родзин С.И.* Теория принятия решений: лекция и практикум: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – 336 с.
8. *Заргарян Ю.А*. Разработка и исследование методов принятия решений в условиях неполноты данных при нечётком описании параметров моделей: Дис. … канд. техн. наук. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2012.
9. *Заргарян Ю.А*. Нечеткое отношение предпочтения при ранжирование критериев в задачах принятия решений // Всероссийская научная конференция молодых ученых, аспирантов и студентов. «Информационные технологии, системный анализ и управление»: Сборник материалов. Т. 2. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. – С. 62-64.
10. *Журавлев Ю.И.* Корректные алгебры над множеством некорректных (эвристических) алгоритмов // Кибернетика. – 1977. – № 4. – С. 14-21.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Я.Е. Ромм.

Финаев Валерий Иванович – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: finaev_val_iv@tsure.ru; 347928, г. Таганрог, ул. Энгельса, 1; тел.: 88634371689; кафедра систем автоматического управления; зав. кафедрой; д.т.н.; профессор.

Пушнина Инна Валерьевна – кафедра систем автоматического управления; ассистент.

Finaev Valeri Ivanovich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: fin_val_iv@tsure.ru; 1, Engelsa street, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371689; the department of automatic control systems; head of department; dr. of eng. sc.; professor.

Pushnina Inna Valerjevna – the department of automatic control systems; assistant.

УДК 519.7

И.В. Пушнина, А.А. Пушнина

МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ПОДБОРЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

При решении задач управления персоналом осуществляется выбор претендентов на рабочие места из некоторого множества лиц. Данная задача является актуальной, так как выбор приходится осуществлять в условиях неполноты исходных данных. В материалах статьи данные о претендентах предлагается разделить на полностью определённые и неполностью определённые данные. Полностью определённые данные заносятся в базу