Таким образом, эффективность поиска определяется многими трудноформализуемыми факторами, эвристическими методами и методами последовательного поиска экстремума в условиях неполноты данных относительно модели ОУ, которые должны удовлетворять следующим условиям [3]:

- в алгоритме поиска блуждающего экстремума, с целью оптимизации времени поиска, должна существовать возможность выбора параметров алгоритма при заданных начальных условиях;
- алгоритм должен устойчиво функционировать в режиме поиска блуждающего экстремума критериальной функции.

В связи с этими сформулированными требованиями выполним анализ и оценку эффективности алгоритмов принятия управляющих решений в САО, которые могут быть применены для реализации подпрограмм поиска экстремума критериальной функции и отслеживания блуждающего экстремума пятого этапа метода алгоритмизации поиска. Отметим, что наибольшее распространение получили поисковые алгоритмы на основе последовательной статистической проверки гипотез [4,5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Срагович В.Г.* Теория адаптивных систем. – М.: Наука, 1976. – 320 с.
2. *Буш Р., Молтеллер Ф.* Стохастические модели обучаемости. – М.: ИЛ, 1962.
3. *Молчанов А.Ю., Финаев В.И.* Модели систем автоматической оптимизации с нечеткими параметрами. – Таганрог: Изд-во Технологического института ЮФУ, 2007. – 218 с.
4. *Саридис Д.* Самоорганизующиеся стохастические системы управления / Пер. с англ. под ред. Я.З. Цыпкина. – М.: Наука, 1980.
5. *Красовский А.А., Буков В.Н., Шендрик В.С.* Универсальные алгоритмы оптимального управления непрерывными процессами. – М.: Наука, 1977. – 272 с.

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

Айбазова Аминат Абдуллаховна
Карачаево-Черкесская государственная технологическая академия.
E-mail: aibazova_amina@mail.ru.
357100, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36.
Тел.: 8782202387.
Кафедра математики; соискатель.

Ayibazova Aminat Abdullakhovna
Karachai-Cherkess State Thechnological Academy.
E-mail: aibazova_amina@mail.ru.
36, Stavropolskaya Street, Cherkessk, 357100, Russia.
Phone: +7782202387.
The Department of Mathematics; Competitor.

УДК 519.7

А.А. Айбазова, Ю.А. Заргарян

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПРИ МНОГИХ КРИТЕРИЯХ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОТЫ ДАННЫХ

Рассмотрена задача оптимизации, которая состоит в отыскании максимума или минимума действительной функции при действительных переменных и определении соответствующих значений аргументов на некотором множестве n-мерного пространства.

Поставлена задача оптимизации, как задача поиска максимума (минимума) многомерной целевой функции в условиях неполноты данных относительно модели объекта управления.

Автоматическая оптимизация; нечеткие параметры.

A.A. Ayibazova, U.A. Zargarjan

DECISION-MAKING AT MANY CRITERIA IN THE CONDITIONS OF INCOMPLETENESS OF DATA

The problem of optimization which consists in search of a maximum or a minimum of the valid function at the valid variables and definition of corresponding values of arguments on some set of n-dimensional space is considered.

Optimization task in view, as a problem of search of a maximum (minimum) of multidimensional criterion function in the conditions of incompleteness of the data concerning model of object of management.

Automatic optimization; indistinct parametres.

В настоящее время системы автоматического управления широко применяются в различных сферах человеческой деятельности. В любой системе автоматического управления имеется два основных блока: регулятор и объект управления, как показано на рис. 1.

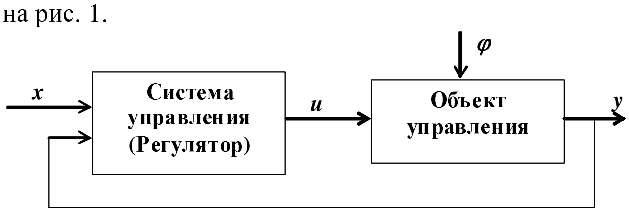

Рис. 1. Взаимодействие системы управления и объекта управления: x – вектор задающих воздействий; φ – вектор возмущающих воздействий; u – вектор управляющих воздействий; y – вектор управляемых величин

Будем рассматривать объект управления (ОУ), как организационную, техническую или иную систему, которая должна функционировать в соответствии с заданными свойствами (качествами) или для получения желаемого результата. Система управления (регулятор) предназначена для обеспечения желаемого функционирования ОУ, причем в системе управления могут быть использованы различные модели и алгоритмы управления, в зависимости от объема и качества информации об ОУ и окружающей его среде, и от цели управления.

При известной модели ОУ и заданной цели управления в виде задающего воздействия x, подаваемого на регулятор, могут быть для синтеза регулятора применены классические методы теории автоматического регулирования. Известна классификация [1–4 и др.], согласно которой, в зависимости от характера задающего воздействия x системы автоматического управления делятся на три вида систем: стабилизации, программного управления и следящие.

В системах автоматического управления сложными технологическими процессами, производственными объектами существует задача оптимизации рабочего режима или хода технологического процесса [5,6], согласно критериям производительности или потерь на производство единицы продукции. Эта задача решается в автоматическом режиме системами, называемыми системами экстремального управления. Управление должно быть выбрано таким, чтобы один или несколько критериев качества принимали экстремальное (минимальное или максимальное) значение.

При многокритериальном управлении многомерными объектами применение аналитических методов из теории автоматического управления не дает эффективных результатов, так как основным требованием для работы поисковых САО является унимодальность критериальной функции.

В условиях неполноты сведений относительно модели ОУ задача синтеза САО с нечеткими последовательными алгоритмами принятия решений имеет следующий вид.

Определим $x_0^* = x_0^*(t)$, как искомое управление (в общем случае векторное) в пространстве входных управляющих сигналов объекта, соответствующее значению экстремума характеристики (векторной или скалярной функции) $Q_t(\xi, x, \lambda, \varphi)$ ОУ. Пусть положение экстремума меняется во времени. Задача экстремального управления состоит в отслеживании блуждающего экстремума (минимального значения $Q_t(\xi, x, \lambda, \varphi)$), т.е. решение задачи

$$Q_t(\xi, x, \lambda, \varphi) \to \min_{x \in X}, \tag{1}$$

где X – область допустимых значений параметров системы [3].

Если есть решение задачи экстремального регулирования

$$x^* = x^*(t), \tag{2}$$

то эффективность применяемого алгоритма управления оценивается, согласно некоторому критерию

$$I = I(x^*, x_0^*), \tag{3}$$

который является числовой характеристикой эффективности функционирования САО и характеризует отклонение от идеального управления. Критерий может иметь одну из следующих форм:

$$I' = \max_{t_0 \le t \le t_1} \varepsilon(t), \tag{4}$$

$$I'' = \frac{1}{t_1 - t_0} \int_{t_0}^{t_1} \varepsilon(t) dt, \tag{5}$$

где $\varepsilon(t)$ – функция отклонения вида:

- отклонение в пространстве параметров системы

$$\varepsilon(t) = |x^*(t) - x_0^*(t)|; \tag{6}$$

- отклонение значения показателя качества от экстремального значения

$$\varepsilon(t) = |Q[x^*(t)] - Q[x_0^*(t)]|. \tag{7}$$

При решении задачи экстремального регулирования может быть применен только тот алгоритм поиска, который находится в строгом соответствии с ОУ. Тогда задача синтеза оптимального алгоритма отслеживания экстремума сводится к решению экстремальной задачи

$$I' = \min_{\Phi \in \Omega} \varepsilon(t), \tag{8}$$

где Φ – алгоритм поиска, Ω – множество допустимых алгоритмов, т.е. задача эффективного экстремального регулирования заключается в организации такого режима отслеживания блуждающего экстремума объекта, чтобы минимизировать заданный показатель I эффективности процесса слежения.

Таким образом, при решении задач автоматической оптимизации должны быть формализованы параметры задачи и определена критериальная функция, связывающую цель решения задачи со средствами ее достижения. Параметры задачи автоматической оптимизации могут иметь неопределенное задание, что учитывается при разработке моделей принятия решений.

Критериальная функция и заданные ограничения (условия, сужающие область допустимых значений управляемых переменных - величин, значения которых подлежат оптимизации) определяют аналитическую модель задачи автоматической оптимизации. Физический смысл критериальной функции зависит от существа оптимизационной задачи.

В задачах автоматической оптимизации целевая функция – это поверхность в многомерном пространстве и при решении задачи управления осуществляется поиск экстремума. Если целевая функция задана в виде функционала

$$F(X) = \sum_{i=1}^{n} f_i(X), \tag{9}$$

где $f_i(X)$ – частные критерии, $X=\{x_1,x_2,\ldots,x_m\}$ – вектор параметров, b_i – весовые коэффициенты, то осуществляется поиск равновесия (например, равновесие по Парето [7]).

Таким образом, нет возможности получить аналитическое решение задачи поисковой оптимизации при числе параметров m более трех или при задании целевой функции в виде (9), а также обеспечить выполнение требования унимодальности критериальной функции.

Задача оптимизации, как задача поиска максимума (минимума) целевой функции, в общем случае имеет следующий вид [8].

Осуществляется поиск максимума (минимума) целевой функции

$$max\ (min)\ F=f(X,Y), \tag{10}$$

при заданных ограничениях $g_i(X,Y)\leq b_i$, $i=\overline{1,n}$, где $F=f(X,Y)$ – целевая функция, как показатель качества или критерий эффективности САО; X – вектор управляемых переменных; Y – вектор неуправляемых переменных; g_i – функция потребления i-го ресурса: b_i – величина i-го ресурса. Для нахождения оптимального решения задачи (10) применяют методы математического программирования:

- линейное программирование, если $f(X,Y)$, $g_i(X,Y)$ – линейные функции параметров X и Y;
- нелинейное программирование, если $f(X,Y)$, $g_i(X,Y)$ – нелинейные функции параметров X и Y;
- динамическое программирование, если $f(X,Y)$ является аддитивной или мультипликативной функцией параметров X и Y;
- геометрическое программирование, если целевая функция $f(X)=\sum_{j=1}^{N} X_j$, $X = c_j \prod_{i=1}^{n} x_i^{a_{ij}}$, $j=\overline{1,N}$;
- стохастическое программирование, если Y – случайная величина, а функция $f(X,Y)$ определена ее математическим ожиданием $M_y\{f(X,Y)\}$;
- дискретное программирование, параметры X и Y являются дискретными;
- эвристическое программирование, если оптимум функции $f(X,Y)$ может быть найден алгоритмическим путем из-за большого числа вариантов.

Поиск экстремума целевой функции для систем автоматической оптимизации, решающих задачу экстремального регулирования в условиях неполноты данных, относится к задачам эвристического программирования.

Формулировка задачи нечеткой оптимизации предполагает поиск вектора управляемых переменных $X=(x_1,x_2,\ldots,x_m)$ для достижения условия, что принятый нечеткий критерий оптимизации $\tilde{F}$ стремится к нечеткому максимуму $\tilde{\max}$, т.е. [9]:

$$\tilde{F} = \tilde{f}(X) \to m\tilde{a}x \tag{11}$$

при условиях

$$\tilde{\varphi}_i(X) \subseteq \tilde{B}_i, \quad i = \overline{1,m}, \tag{12}$$

где $\tilde{f}$, $\tilde{\varphi}_i$ – нечеткие функции, определенные в m-мерном пространстве действительных чисел, $\tilde{B}_i$ – нечеткие числа.

Применительно к решению задач выбора управлений в САО выполним определение нечеткой оптимизации. Для определения целевой функции в условиях неопределенности определим функционал $\tilde{F}(.)$, параметрами которого будут компоненты вектора входных параметров $X=\{x_1, x_2,..., x_m\}$ и вектора B САО. Задачу нечеткой оптимизации компонент вектора состояний B САО сформулируем следующим образом [6]:

$$\tilde{F}(\tilde{b}^1,\tilde{b}^2,...,\tilde{b}^r,\tilde{x}_1^1,\tilde{x}_2^1,...,\tilde{x}_m^1,\tilde{x}_1^2,\tilde{x}_2^2,...,\tilde{x}_m^2,...,\tilde{x}_1^r,\tilde{x}_2^r,...,\tilde{x}_m^r) \to m\tilde{a}x(m\tilde{i}n), \tag{13}$$

где нечеткая функция $\tilde{F}(.)$ зависит от компонент вектора конструктивных параметров B САО и компонент вектора входных параметров X.

Нечеткая функция $\tilde{F}(.)$ может быть задана разными способами [6]:

- нечетко ограниченная функция;
- нечеткое расширение четкой функции;
- нечеткая функция от четких переменных;
- четкая функция от нечетких переменных.

Предлагается выбрать задание критериальной нечеткой функции, как нечеткое расширение четкой функции, т.е. критериальная нечеткая функция $\tilde{F}(.)$ является многопараметрической функцией с нечеткими коэффициентами и параметрами. От задания целевой функции в виде функционала (9) перейдем к заданию нечеткого функционала вида

$$\tilde{F} \cong \frac{\sum_{i=1}^{r} w_i \tilde{b}^i(\tilde{x}_1^i,\tilde{x}_2^i,...,\tilde{x}_m^i)}{\tilde{F}_0}, \tag{14}$$

где $\tilde{b}^i(\tilde{x}_1^i,\tilde{x}_2^i,...,\tilde{x}_m^i)$ – функции, w_i – весовые коэффициенты, которые задаются эвристически и имеют знак плюс при поиске максимума нечеткой функции $\tilde{b}^i(\tilde{x}_1^i,\tilde{x}_2^i,...,\tilde{x}_m^i)$, или знак минус при поиске максимума нечеткой функции $\tilde{b}^i(\tilde{x}_1^i,\tilde{x}_2^i,...,\tilde{x}_m^i)$, $\tilde{F}_0$ – некоторое нечеткое нормированное значение нечеткого функционала $\tilde{F}(.)$.

Задача нечеткой оптимизации (13), (14) при задании критериальной функции $\tilde{F}(.)$ в виде нечеткого расширения четкой функции представляет собой задачу нечеткого математического программирования. В работе [10] приведено определение нечеткого максимума (минимума).

Раньше было отмечено, что при четком задании критериальной функции $F(x)$ поиск экстремума в точке $x^* \in X$ осуществляется при выполнении условии унимодальности в области X.

Согласно [10], при унимодальности функция $F(x)$ является строго возрастающей (убывающей) при $x<x^*$, а при $x>x^*$ функция $F(x)$ является строго убывающей (возрастающей). Вид функции (13), (14) не предполагает наличие единственного экстремума, однако в окрестностях каждого из экстремумов можно сделать предположение об унимодальности критериальной функции $F(x)$. При решении задач нечеткой оптимизации необходимо исследовать поведение нечеткой функции не только в точке x^*, но и в ее окрестностях.

Рассмотрим задачу определения экстремума функции нечетких переменных применительно к оптимизации функционирования САО.

Если рассматривать критериальную функцию, как линейную модель наблюдений с нечеткими параметрами [11], то модель оценки каждого k-го, $k=\overline{1,r}$ нечеткого компонента b^k вектора B параметров САО будет представлена нечетким уравнением

$$\tilde{b}^k \cong \tilde{a}_0^k \mathbin{\tilde{+}} \sum_{1<i<m} \tilde{a}_i^k \tilde{x}_i^k \mathbin{\tilde{+}} \sum_{1<i<j<m} \tilde{a}_{ij}^k \tilde{x}_i^k \tilde{x}_j^k \mathbin{\tilde{+}}$$
$$\mathbin{\tilde{+}} \sum_{1<i<j<l<m} \tilde{a}_{ijl}^k \tilde{x}_i^k \tilde{x}_j^k \tilde{x}_l^k \mathbin{\tilde{+}} \ldots \mathbin{\tilde{+}} \tilde{a}_{123\ldots m}^k \tilde{x}_1^k \tilde{x}_2^k \ldots \tilde{x}_m^k, \qquad (15)$$

где $\tilde{x}_i^k$, $i=\overline{1,m}$ – нечеткий линейный эффект входной нечеткой переменной $\tilde{x}_i^k$; $\tilde{x}_{i_1}^k \tilde{x}_{i_2}^k \ldots \tilde{x}_{i_p}^k$, $1<i_1<i_2<\ldots<i_m<m$ – нечеткое взаимодействие (p-1)-го порядка нечетких факторов $\tilde{x}_{i_1}^k \tilde{x}_{i_2}^k \ldots \tilde{x}_{i_p}^k$; $\tilde{\alpha}_0^k, \tilde{\alpha}_1^k, \tilde{\alpha}_2^k, \ldots, \tilde{\alpha}_m^k$ – неизвестные нечеткие коэффициенты; $\tilde{a}_{i_1 i_2 \ldots i_p}^k$ – нечеткий эффект взаимодействия факторов $\tilde{x}_{i_1}^k \tilde{x}_{i_2}^k \ldots \tilde{x}_{i_p}^k$ (неизвестные коэффициенты).

Оценки неизвестных нечетких коэффициентов находят с применением расширенных методов планирования экспериментов [12].

В критериальной нечеткой функции $\tilde{F}(.)$ имеются нечеткие переменные $\tilde{b}^1, \tilde{b}^2, \ldots, \tilde{b}^r, \tilde{x}_1^1, \tilde{x}_2^1, \ldots, \tilde{x}_m^1, \tilde{x}_1^2, \tilde{x}_2^2, \ldots, \tilde{x}_m^2, \ldots, \tilde{x}_1^r, \tilde{x}_2^r, \ldots, \tilde{x}_m^r$, определенные в пространстве состояний вектором X, точкой в (r+m)-мерном пространстве, определяющем критериальное состояние САО.

Поиск экстремума критериальной нечеткой функции $\tilde{F}(.)$ осуществляется в окрестностях нечеткой точки $\tilde{X}^*$.

В работе [10] при исследовании поведения нечеткой функции в нечеткой точке $\tilde{X}^*$ и в ее окрестностях введено понятие максимизирующего (минимизирующего) множества, как расширенное понятие для многомерной функции. В работе [12] введено понятие нечеткой унимодальности для функции $\tilde{F}(.)$ нечетких переменных. Функция $\tilde{F}(.)$ нечетких переменных будет называться нечетко унимодальной, если в области G она имеет во внутренней точке $\tilde{X}^* \in G$ нечеткий максимум (минимум), а прямая, проведенная из любой точки $\tilde{X}^1 \in G$ в точку $\tilde{X}^*$, является нечетко возрастающей (убывающей) траекторией в области G. Унимодальность функция $\tilde{F}(.)$ представим так.

Если $F(\tilde{b}^1, \ldots, \tilde{b}^r, \tilde{x}_1^1, \ldots, \tilde{x}_m^1, \ldots, \tilde{x}_1^r, \ldots, \tilde{x}_m^r) = C$, то получим нечеткую гиперповерхность уровня C в (r+m)-мерном пространстве. Для $C=C_1, C_2, \ldots, C_k$ получим k нечетких гиперповерхностей.

Для функции $\tilde{F}(.)$ нечеткий максимум $\tilde{F}(M)$ есть нечеткое множество в области G (нечеткая гиперповерхность в (r+m)-мерном пространстве), представляющее собой образ максимизирующего множества при отображении F с функцией принадлежности

$$\mu_{F(M)}(y) = \sup_{x \in F^{-1}(X)} F_M(X). \qquad (16)$$

Отметим, что максимизирующим множеством $\tilde{M}$ для функции $\tilde{F}(M)$ будет нечеткое множество с функцией принадлежности

$$\mu_M(X) = \frac{\tilde{F}(X) - \inf \tilde{F}(X)}{\sup \tilde{F}(X) - \inf \tilde{F}(X)}, \qquad X \in G, \qquad (17)$$

где $\sup \tilde{F}(X)$ – ограничение функции $\tilde{F}(X)$ сверху, $\inf \tilde{F}(X)$ – ограничение функции $\tilde{F}(X)$ снизу.

Минимизирующее множество для функции $\tilde{F}(X)$ будет определено как максимизирующее множество для функции $\tilde{F}(X)$, взятой со знаком минус.

Поиск экстремума критериальной нечеткой функции $\tilde{F}(.)$ состоит в определении к нечеткой точки $\tilde{X}^* \in G$, которая с наибольшей степенью принадлежит как максимизирующему множеству $\tilde{M}$ функции $\tilde{F}(.)$, так и нечеткой области $\tilde{G}$, где степень принадлежности точки $\tilde{X}^*$ на базовом множестве G определится формулой [10]

$$\mu(\tilde{X}^*) = \sup_{\tilde{X}^* \in G} \min[\mu_M(\tilde{X})\mu_G(\tilde{X})] = hgt(M \cap G). \qquad (18)$$

При поиске максимума функции $\mu(X)=min(\mu_M(X),\mu_G(X))$, как и в работе [13], нечеткую область $\tilde{G}$ разобьем на α–гиперсечения так, что

$$\mu(\tilde{X}^*) = \sup_{\tilde{X}^* \in G} \min[\mu_M(\tilde{X})\mu_G(\tilde{X})] = \sup_{\alpha \in [0,1]} \min[\alpha, \sup_{\tilde{X}^* \in G_\alpha} \mu_M(\tilde{X})]. \qquad (19)$$

Если функция $\sup_{\tilde{X}^* \in G_\alpha} \mu_M(\tilde{X})$ непрерывна, то ее максимум достигается в точке α^*, причем:

$$\alpha^* = \sup_{\tilde{X}^* \in G_\alpha} \mu_M(\tilde{X}) = \mu_M(\tilde{X}^*). \qquad (20)$$

Если $\tilde{X}^* \in \tilde{G}_{\alpha^*}$ и $\mu_G(\tilde{X}^*) \tilde{\geq} \mu_M(\tilde{X}^*)$, то поиск экстремума функции $\tilde{F}(.)$ сводится к такой же задачи поиска максимума $\mu(X)$ в четкой области $T=\{X:\mu_G(X)\geq\mu_M(X)\}$, если $\sup_{\tilde{X}^* \in G_\alpha} \mu_M(\tilde{X})$. Поиск нечеткого максимума определяется следующим образом.

Максимизирующее множество $\tilde{M}(\alpha)$ – множество элементов, максимизирующих функцию $\tilde{F}(.)$ в области $\tilde{G}_{\alpha^*}$, причем

$$\tilde{M}(\alpha) = \{\tilde{X}^* \in \tilde{G}, \ \tilde{F}(\tilde{X}^*) = \sup_{\tilde{X}^* \in G_\alpha} \tilde{F}(X), \quad \tilde{Q} = \bigcup_{\alpha} \tilde{M}(\alpha). \qquad (21)$$

Так как для $X \in Q$ $\mu_M(\tilde{X}) = \sup_{\tilde{X} \in \tilde{M}_\alpha} \alpha$, то нечеткое множество максимизирующих элементов определится $\tilde{M} = \tilde{G} \cap \tilde{Q}$.

Нечеткий экстремум функции $\tilde{F}(.)$ в нечеткой области $\tilde{G}$ будет представлять собой нечеткое множество на базовом множестве действительных чисел R, получаемое из максимизирующего множества $\tilde{M}$ с помощью преобразования F

$$\tilde{M}_{F(M)}(y) = \sup_{\tilde{X} \in F^{-1}(y)} \mu_M(\tilde{X}). \tag{22}$$

При определении экстремума функции $\tilde{F}(.)$ должны быть известны верхняя и нижняя границы функции, что позволяет экспертным путем задать максимизирующее множество $\tilde{M}$ (18).

Поиск экстремума возможен с применением нечетких оценок градиента изменения уравнения гиперповерхности, как критериальной нечеткой функции $\tilde{F}(.)$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Красовский А.А. и др.* Современная прикладная теория управления / Под ред. А.А. Колесникова. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. Ч. I. – 400 с.
2. *Казакевич В.В., Родов А.Б.* Системы автоматической оптимизации. – М.: Энергия, 1977. – 288 с.
3. *Растригин Л.А.* Системы экстремального управления. – М.: Наука, 1974.
4. *Гайдук А.Р.* Непрерывные и дискретные динамические системы. – 2-е изд. перераб. – М.: Учебно-методический и издательский центр «Учебная литература». 2004. – 252 с.
5. *Айбазова А.А., Заргарян Е.В., Молчанов А.Ю., Набиев Р.Н., Скубилин И.М.* Модели систем автоматической оптимизации с неопределенными параметрами. – Баку: Мутарджим, 2010. – 159 с.
6. *Молчанов А.Ю., Финаев В.И.* Модели систем автоматической оптимизации с нечеткими параметрами. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007. – 218 с.
7. *Подиновский В.В., Ногин В.Д.* Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – М.: Наука: Гл. редакция физ.-мат. лит., 1982. – 256 с.
8. *Моисеев Н.Н.* Методы оптимизации. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
9. *Алиев Р.А., Церковный А.Э., Мамедова Г.А.* Управление производством при нечеткой исходной информации. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240 с.
10. *Dubois D., Prade H.* Fuzzy sets and systems: theory and applications. – N.Y.: Acad. Press, 1980.
11. *Финаев В.И., Павленко Е.Н.* Методы искусственного интеллекта в задачах организации водно-химического режима тепловых электростанций. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. – 148 с.
12. *Асатурян В.И.* Теория планирования эксперимента. – М.: Радио и связь, 1983.
13. *Tanaka K., Okuda T., Asai K.* On fuzzy mathematical programming // J. Cyberg. – 1973. – Vol. 3, № 4. – P. 37-48.

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

Айбазова Аминат Абдуллаховна
Карачаево-Черкесская государственная технологическая академия.
E-mail: aibazova_amina@mail.ru.
357100, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36.
Тел.: 8782202387.
Кафедра математики; соискатель.

Заргарян Юрий Артурович
Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.
E-mail: fin_val_iv@tsure.ru.
347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.
Тел.: 88634371773.
Кафедра систем автоматического управления; аспирант.

Ayibazova Aminat Abdullakhovna
Karachai-Cherkess State Thechnological Academy.
E-mail: aibazova_amina@mail.ru.
36, Stavropolskaya Street, Cherkessk, 357100, Russia.
Phone: +7782202387.
The Department of Mathematics; Competitor.

Zargarjan Jury Arturovich
Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education "Southern Federal University".
E-mail: fin_val_iv@tsure.ru.
44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.
Phone: +78634371773.
The Department of Automatic Control Systems; Postgraduate Student.

УДК 681.518

Е.В. Заргарян

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗАДАЧ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ РИСКОВ

Рассматриваются элементы теории рисков при задании параметров функционирования объекта и параметров задачи в условиях неопределенности в виде нечетких интервалов. Доказана лемма для представления случайных величин в виде нечетких интервалов.

Рассмотрены часто применяемые в математических моделях нечеткие случайные величины: биномиально распределенная нечеткая случайная величина, распределение Парето и его связь с теорией рисков.

Нечеткие интервалы; распределение Парето.

E.V. Zargarjan

FORMALIZATION PARAMETER PROBLEMS UNDER UNCERTAINTY WITH APPLICATION OF THE RISKS THEORY

We consider the elements of the theory of risk when setting the parameters of the functioning of the object and the parameters of the problem under uncertainty in the form of fuzzy intervals. Lemma of representation of random variables as fuzzy intervals. Reviewed frequently used in mathematical models of fuzzy random variables: binomial distribution, a fuzzy random variable, the distribution of the pair-and his connection with the theory of risk.

Fuzzy intervals; Pareto distribution.

Достижения научно-технического прогресса реализуются на практике в виде создания производственных систем все более возрастающей сложности. Действующие производственные системы являются воплощением замыслов их создателей и естественным образом проходят традиционные стадии жизненного цикла: прикладные научные исследования, разработка технических требований и технического задания (фаза "Исследование"), эскизное, техническое и рабочее проектирование (фаза "Проектирование"), строительство и изготовление оборудования (фаза "Изготовление"), опытная и промышленная эксплуатация (фаза "Функционирование) и, наконец, модернизация или устранение производственного объекта (фаза "Ликвидация").

При этом для проектов любой степени сложности – от минимальных до особо крупных производственных систем – характерен риск не достичь исходных