

# Abstracts of Dissertations

Institute of Information and  
Communication Technologies

BULGARIAN ACADEMY OF  
SCIENCES



1 / 2013



DECISION MAKING MODELS  
FOR CLUSTER  
STRUCTURES DESIGN

*Irina Radeva*

МОДЕЛИ ЗА ВЗЕМАНЕ НА  
РЕШЕНИЯ ПРИ ФОРМИРАНЕ  
НА КЛЪСТЕРНИ СТРУКТУРИ

*Ирина Радева*

# Автореферати на дисертации

Институт по информационни и  
комуникационни технологии

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

ISSN: 1314-6351

Поредицата „Автореферати на дисертации на Института по информационни и комуникационни технологии при Българската академия на науките“ представя в електронен формат автореферати на дисертации за получаване на научната степен „Доктор на науките“ или на образователната и научната степен „Доктор“, защитени в Института по информационни и комуникационни технологии при Българската академия на науките. Представените трудове отразяват нови научни и научно-приложни приноси в редица области на информационните и комуникационните технологии като Компютърни мрежи и архитектури, Паралелни алгоритми, Научни пресмятания, Лингвистично моделиране, Математически методи за обработка на сензорна информация, Информационни технологии в сигурността, Технологии за управление и обработка на знания, Грид-технологии и приложения, Оптимизация и вземане на решения, Обработка на сигнали и разпознаване на образи, Интелигентни системи, Информационни процеси и системи, Вградени интелигентни технологии, Йерархични системи, Комуникационни системи и услуги и др.

## Редактори

*Генадий Агре*

Институт по информационни и комуникационни технологии, Българска академия на науките  
И-мейл: agre@iinf.bas.bg

*Райна Георгиева*

Институт по информационни и комуникационни технологии, Българска академия на науките  
И-мейл: rayna@parallel.bas.bg

*Даниела Борисова*

Институт по информационни и комуникационни технологии, Българска академия на науките  
И-мейл: dborissova@iit.bas.bg

*Настоящото издание е обект на авторско право. Всички права са запазени при превод, разпечатване, използване на илюстрации, цитирания, разпространение, възпроизвеждане на микрофилми или по други начини, както и съхранение в бази от данни на всички или част от материалите в настоящето издание. Копирането на изданието или на част от съдържанието му е разрешено само със съгласието на авторите и/или редакторите.*

*The series Abstracts of Dissertations of the Institute of Information and Communication Technologies at the Bulgarian Academy of Sciences presents in an electronic format the abstracts of Doctor of Sciences and PhD dissertations defended in the Institute of Information and Communication Technologies at the Bulgarian Academy of Sciences. The studies provide new original results in such areas of Information and Communication Technologies as Computer Networks and Architectures, Parallel Algorithms, Scientific Computations, Linguistic Modelling, Mathematical Methods for Sensor Data Processing, Information Technologies for Security, Technologies for Knowledge management and processing, Grid Technologies and Applications, Optimization and Decision Making, Signal Processing and Pattern Recognition, Information Processing and Systems, Intelligent Systems, Embedded Intelligent Technologies, Hierarchical Systems, Communication Systems and Services, etc.*

## Editors

*Gennady Agre*

Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences  
E-mail: agre@iinf.bas.bg

*Rayna Georgieva*

Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences  
E-mail: rayna@parallel.bas.bg

*Daniela Borissova*

Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences  
E-mail: dborissova@iit.bas.bg

*This work is subjected to copyright. All rights are reserved, whether the whole or part of the materials is concerned, specifically the rights of translation, reprinting, re-use of illustrations, recitation, broadcasting, reproduction on microfilms or in other ways, and storage in data banks. Duplication of this work or part thereof is only permitted under the provisions of the authors and/or editor.*



## **ABSTRACT OF PhD THESIS**

### **DECISION MAKING MODELS FOR CLUSTER STRUCTURES DESIGN**

*Irina Alexandrovna Radeva*

**Supervisor: Acad. Ivan Popchev**

**Approved by Supervising Committee:**

**Prof. Todor Stoilov**

**Acad. Ivan Popchev**

**Prof. Krassimir Atanassov**

**Prof. Stanimir Stoyanov**

**Prof. Rositza Chobanova**



The PhD thesis was discussed and allowed to be defended during an extended session of the Department of Intelligent Systems at IICT-BAS, which had been held on July 13, 2012.

The defense of the PhD thesis had been held on October 29, 2012 at 14:00 am in Room 507, Block 2, IICT-BAS.

*The full volume of the dissertation is 180 pages. It consists of an introduction and four chapters (p. 5-158). It includes also an application (p. 121-157). The list of references contains 124 titles (p. 161-169). The text of the dissertation includes 76 tables and 34 figures.*

**Keywords:** multi-criteria decision, economic clustering, small and medium enterprises, risk evaluation, sustainable development, investment preference evaluation, competitiveness

## Introduction

Economic cluster is a union of enterprises (suppliers, manufacturers, elements of infrastructure and research organizations) associated with creating a value added that ensures growth of competitiveness along with sustainable increase of productivity of each element. The key advantage of clusters is a direct stimulation of competitiveness of national and regional economy development. The disadvantage is clusters' efficiency dependence on national policies on public-private partnership and the regulation of governmental institutions relations.

Small and medium enterprises (SMEs) as economic agents (EA) are carriers of a certain potential in clustering process. According to (Porter, 1998), (Copland, T., Koller, T., Murrin, J., 2002) the association on different technological networks (TN) for products/ services production and marketing is one of the effective management tools for synergy effects utilization on performance. Regional economic researches on clustering and product integration (Bergman, E.M. and Feser, E.J., 1999), (Von Tunzelmann, 2002) are mostly related to identification and performance assessment of naturally occurred clusters through "top - down" management activities. The analysis of prevailing concepts also reveals their main orientation toward existing clusters and are less applicable to establishment of new ones (Popchev, I. Radeva I., 2004), (Radeva, I., T.Naneva, 2007), (Radeva, Economic Clusters Design, 2011).

Development of a cluster as a "down -top" initiative is a problem associated with a complex decision making process where the main goal is voluntary consolidation of different participants, interests, resources and technologies in a mutually productive structure. One side of the problem is the selection of appropriate participants. The other side is the cluster itself, how it would perform and assure sustainable competitiveness of its elements. The third is the overall approach to management and direction of this process to a feasible and economically reasonable decision.

The aim of the PhD Thesis is a development of models and algorithms united in a decision support system for economic agents' integration on predefined technological network.

The above-formulated aim is achieved by fulfilling the following tasks:

1. Developing a concept for integration of economic agents on technological network in order to enhance competitiveness of participating parties.
2. Design of the models for agents' selection and investment preference evaluation.
3. Risk assessment in cluster design process.
4. Development of decision support system (DSS) for cluster design selection.
5. DSS testing.

# 1. Methodology

The bases of the study are implementation of multi-criteria decision models, balanced scorecard approach and risk assessment. The combination of methodological basis used ensures reliability and validity of the findings and practical solutions.

Different tasks of planning, monitoring, analysis and management of the economy and other areas of industrial production can be reduced to multi-objective decision problems. They can be divided into three classes according to their formulation.

In the first class of problems, finite number of alternatives has been clearly defined in matrix form. These are tasks for multi-criteria decision with discrete alternatives or multi-criteria analysis (MA) problems (Vincke, 1992), (Dyer, 2004), (Roy, 1996), (Brans, 1994).

In the second class of problems, finite number of explicit constraints in the form of an infinite number of functions determines feasible alternatives. These are tasks for multi-criteria decision with an infinite number of alternatives or multi-criteria optimization (MO) problems (Miettinen, 1999), (Ehrgott, M., Wiecek M., 2004), (Miettinen, K. and Makela M.M., 2002).

In the third class of problems, the solutions are based on the finite set alternatives finite set criteria and the presence of three major sources of uncertainty (Roy, 1989):

- uncertainty due to inaccurate determination of the set of alternatives and the set of criteria;
- limitations as methods of evaluating alternatives come from a relatively random selection from several possible methods;
- uncertainty of estimates because of alternatives change over time.

These are multi-criteria problems using the theory of fuzzy sets (Zadeh, 1971), (Chen, Ch.B., and Klein, C.M., 1994). This is a relatively new trend in information technology - soft computing, where at each stage of the decision cases fuzzy primary data are considered.

Analysis of known algorithms and models for multi-criteria choice found that the program environment for the first two classes of problems is well developed. For the third class of problems this environment is relatively less developed, which creates some difficulties in solving applied problems. This finding identified the main trends in the development of algorithms and models in the thesis.

The problem of economic agents' integration is based on following generally accepted classification of clustering concepts:

1. According to the theory of localization and specialization (Velev, 2007).
2. According to the input-output balance (Input-Output (I-O) tables).
3. M. Porter's Diamond of "competitive advantages".
4. "Top-down" clustering (the economy is decomposed into regional clusters) and "bottom-up" (for industry and related elements important region is defined).
5. Integration of clusters.

These concepts are oriented towards analysis of already established clusters and less applicable to formation of new ones.

The PhD Thesis summarizes directions in development of integration processes in the economic clusters. The network integration model is described as one of the most promising of association. Main recognized advantages of this model are flexibility and adaptability, versatility and ease of transformation of structure, speed of response to changing environment and requirements. These structures have a significant effect on economic agents, which operate in a dynamic and aggressive environment and pursue strategies dominated by innovative components. Sustainable competitiveness of the network structure is achieved not at the expense of price but through quality, modern design, speed of supply and successful market outcome. As advantages can be pointed out:

- programmed (balanced) participation of economic agents in the process of production and distribution of goods/services;
- mobilization of additional organizational resources to effectively use and reproduction of social capital;
- developing the effective and sustainable tools for communication and balancing of mutual interest and action.

## 2. Investment preference evaluation models

The selection of economic agents is decided by given criteria, constraints and evaluations incorporated in two models. The first model evaluates performance level and sustainable development of the agents by set of criteria. It aims at the first and the second level of selection where the initial list of agents is restricted according to a given cut-off value or conditions of estimations' proximity. The output of the model is a group of agents used for determination of cluster structure alternatives.

The second model evaluates investment preference of alternative cluster structure designs. *Investment preference is an integral evaluation, characterizing perspectives of growth, investment returns, efficiency of asset utilization and environmental interaction (markets, suppliers, customers) of the cluster.* This is a measure of material, financial and non-financial resources. The model aims at the third level of selection where decision maker (DM) deals with cluster alternatives and selects from ordering rank where the top ranked alternative is the most preferable one.

### 2.1. Economic agents selection model

The objective of the model is selection of a subset from a given set of agents. The agents are preliminary allocated among the nodes of technological network. The selection is based on ranking by integral criterion named "performance level evaluation" (PLE) and on the proximity of another integral criterion named "sustainable development position" (SDP).

The model defines following multi-criteria problem: *To rank agents allocated to a particular node of TM. To rank all agents allocated on the technological network. To select groups of agents for determination of alternative cluster designs.*

The model produces three resulting outputs:

- a descending ranking of agents by nodes of the technological network in respect to PLE;

- a descending ranking of agents for the entire technological network in respect to adjusted PLE;
- groups of agents for cluster alternative designs in respect to SDP.

The solution of the problem involves the following steps:

*Step 1:* Input data recruitment and processing

3. Description of the technological network (number of nodes  $m$ , industry, relations and connections in the products/services production and marketing process);
4. Compilation of lists of agents for each node of technological network;
5. Compilation of lists of evaluation criteria, here called “passport”. This is database or simple table, where all required data are collected and organized for further processing.

*Step 2:* Ranking of agents by technological network’s node

For the ranking is used Promethee II method from DSS MKA – 2 (Vassilev, V., S. Konstantinova, 2005). This method provides a full ranking of decision options.

Decision options (alternatives) for selection are initially recruited agents. Each agent is evaluated by number of criteria. The pattern of PLE structuring depends on specific DM’s requirements, aims of clustering or particular industry.

Let denote by  $f(\cdot)$  each of assumed to criteria in PLE in the maximization problem  $f: A \rightarrow R$ .

For any two alternatives  $a, b \in A$  is made a comparison by criterion  $f(\cdot)$ . Two cases are possible:

$$f(a) > f(b) \Rightarrow aPb, \text{ when } a \text{ is preferred over } b$$

$$f(a) = f(b) \Rightarrow aIb, \text{ when alternatives are indistinguishable}$$

In this preference structures, the amplitude  $d = f(a) - f(b)$  is not included. To do this, a preference function  $P(a, b)$  is used, which describes preference intensity of alternative  $a$  over  $b$  as a function of deviation  $d$ .  $P(a, b)$  assumes the following properties:

$$0 \leq P(a, b) \leq 1 \text{ and}$$

$$P(a, b) = 0, \text{ if } d \leq 0, f(a) \leq f(b);$$

$$P(a, b) = 1, \text{ ako } d \gg 0, f(a) \gg f(b).$$

In Promethee each criterion is compared to a generalized criterion represented by  $d$  or can be set as a pair  $((f(\cdot), P(a, b)))$ .

In the multi-criteria analysis problems, for each criterion a generalized criterion is defined. For each pair of alternatives  $a, b \in A$  and for each criterion  $j$ , there is a set:

$$\{f_j(a), f_j(b), d_j = f_j(a) - f_j(b), P_j(a, b)\}.$$

For each pair of alternatives, a preference index  $\pi(a, b)$  for all criteria is defined as follows:



$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^k \omega_j P_j(a, b),$$

Where:

$\sum_{j=1}^k \omega_j = 1$  and  $\omega_j, j = \overline{1, k}$  are the criteria weights.

In case of equal weights:

$$\pi(a, b) = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k P_j(a, b).$$

The index  $\pi(a, b)$  assumes following properties:

- 1)  $\pi(a, a) = 0$
- 2)  $0 \leq \pi(a, b) \leq 1$ , for  $\forall a, b \in A$ .

Let us consider the following evaluations for each alternative  $a \in A$ :

$$\Phi^+(a) = \sum_{x \in A} \pi(a, x)$$

$$\Phi^-(a) = \sum_{x \in A} \pi(x, a)$$

These evaluations are called positive and negative outranking flows.

Evaluation  $\Phi^+(a)$  shows how the alternative  $a$  stands before all other alternatives. The greater the value of indicates the better the alternative.

Evaluation  $\Phi^-(a)$  shows how the alternative  $a$  is preferred over all other alternatives. The smaller value shows the outperformance of the alternative  $a$ .

With these outranking flows can be defined three preference relations  $P, I, R$ :

$aPb$ , if

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \wedge \Phi^-(a) \leq \Phi^-(b)$$

$$\Phi^+(a) \geq \Phi^+(b) \wedge \Phi^-(a) < \Phi^-(b)$$

$aIb$ , if

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \wedge \Phi^-(a) = \Phi^-(b)$$

$aRb$ , in other cases.

When performing a full ranking, the net outranking flow  $\Phi(a)$  is used:

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a).$$

$\Phi(a)$  is a balance of flows. The bigger its value the better the alternative  $a$ .

$\Phi(a)$  represents performance level evaluation (PLE) on ranked agents.

*Step 3: Ranking of agents for the entire technological network*

The ranking could also be obtained by Promethee II. The adjusted PLE is estimated according to deviations  $\Delta f$  of individual current criteria values from its basic values:

$$\Delta f_{ij} = 1 - \frac{(f_{i_{base}} - f_{ij})}{f_{i_{base}}},$$

Where:

$i$  is an index of the technological node;

$j$  is an index of the agent;

$f_{ij}$  is a current value of criteria of  $j^{th}$  agent in  $i^{th}$  node;

$f_{i_{base}}$  is a criteria base value of  $i^{th}$  node;

$\Delta f_{ij}$  is the deviation of the current value of the indicator of  $j^{th}$  agent from the basic value of the  $i^{th}$  node.

*Step 4: Selection of agents*

Selection involves comparison of two ranks and determination of cut-off value for PLE and adjusted PLE estimates. This is expert procedure entirely depended of DM.

*Step 5: Grouping of agents*

Grouping involves positioning of agents on a two-dimensional grid called “*Polygon of sustainable development*”. On axis  $x$  the estimation, values of the integral criteria *economic creativity* (EC) are plotted. On axis  $y$ , the estimations of integral criteria *growth through competitiveness* (GTC) are plotted. The patterns of EC and GTC structuring also depends on specific DM’s requirements, aims of clustering or particular industry.

Grouping allows selection of agents for completion of the technological network of the cluster. It may show the following options:

- No grouping. This means that SDPs are dispersed and formation of cluster may result in negative synergy due to different level of agents’ development;
- Occurrence of a large number of small groups, which hampers the design of a cluster;
- Presence of a small number of large groups, which may functionally complete the technological network;
- Presence of a small number of large groups, which may not functionally complete the technological network. This is a prerequisite for clustering but it requires further analysis and decisions concerning compensation or not of the functionality of the empty nodes.

According to results of agents’ grouping, PLE-SDP model considers three options:

- 1) Cluster structure could be designed with a compete technological network.
- 2) Cluster structure could be designed with an incomplete technological network.
- 3) Cluster structure could not be designed from the given set of economic agents.

In options 1 or 2, the process of cluster design continues with applying the „Investment preference” (IP) model to designed cluster alternatives. In option 3, the solution cannot be reached and the process should be returned back to some of initial steps of the model.

*2.1.2. The level of performance evaluation (PLE) and the sustainable development positioning (SDP) evaluation criteria*

List of criteria for level of performance evaluation (PLE):

- {Profitability = Revenue / Realization costs};
- {Liquidity = Current assets / Current liabilities};
- {Turnover = Revenue / Current assets};
- {Indebtedness = Long term debt / Equity};
- {Efficiency = Net profit / Personnel};
- {Investment activity = Investment costs / Realization expenses};
- {Human resources investments = Training costs / Realization expenditures};
- {Market share (percentage)};
- {Share of regular clients (percentage)};
- {Interest in Integration (yes / no)};
- {Performance = Average wage / Sales revenues};
- {Efficiency of fixed assets = Net profit / Fixed assets}.

The presented list is optional and open to any suggestions, additions and elaboration depending on specific DM's requirements, aims of clustering or particular industry.

List of criteria for sustainable development positioning (SDP):

- EC: {Investment activity = Investments / Total expenses}, {Interaction with research units (qualitative criterion)}, {Level of technological development (qualitative criterion)}, {Data ware (qualitative criterion)}, {Personal qualification (qualitative criterion)};
- GTC: {Quality of products (qualitative criterion)}, {Market share on basis value}, {Expertise managerial staff (qualitative criterion)}, {Business successfulness = (Net profit / Fixed assets) + (Net profit/ Number of employees)}, {Degree of development prospects clarity (qualitative criterion)}.

The input for criteria calculation and evaluation is used so called "passport". It contains basic characteristics of the economic agents. Passports must be completed for each economic agent, potential participant in cluster structure.

The “Passport” contains the following data: {fixed assets; capital; other receivables; current liabilities; long-term; costs for implementation; employees; average wage; investment expenditures; training costs; net profit; market share; share of permanent customers; structural integration attitudes}.

## 2.2. Investment Preference Evaluation Model of The Cluster Structure

The purpose of the IP Model is to rank cluster structure alternatives. Ranking is based on an integral criterion, defined as an investment preference (*IP*) (Radeva, Multi-staged Scheme for Investment Preference Evaluation, 2008), (Popchev, I. Radeva I., 2004). It is assumed as an indicator of sustainable competitiveness of the cluster structure, estimated by multi-criteria problem.

The subject of the IP Model is assessment of calculated consolidated budgets of cluster structure alternatives by a system of criteria known as Balanced Scorecard (BSC).

The model involves the following steps:

*Step 1: Construction of the Balanced Scorecard (BSC)*

The system of indicators for investment preference evaluation is developed based on the approach of Balanced Scorecard System (Balances Score Card, BSC) (Kaplan, R.S. and Norton, D.P., 1996). BSC allows measurement of the degree of realization of the goals and evaluation of the performance of the cluster structure. The choice of indicators to be included in BSC is an expert multi-criteria procedure using the following criteria:

- connection with strategic theme (K1);
- a quantitative value (K2);
- accessibility (K3);
- uniformity (K4) and
- balance (K5).

BSC is based on the chosen strategic objectives and strategic directions of the cluster structure, industry performance, trends in the development of various internal business processes and underlying assessments of business processes related to product/service at the time of structuring the BSC.

BSC is recommended as accurate and efficient approach to evaluation of the effectiveness of financial and non-financial resources utilization in the organization. The indicators included in BSC are divided into four main strategic directions:

- financial performance;
- market performance;
- internal business processes optimization and
- human resources development.

Criteria included in BSC are chosen as follows: {operations gross profit, fixed assets' profitability, productivity, investment, investments in knowledge, the final product market share, share of regular customers, scientific institutions relations intensity}.

*Step 2: Calculation of a consolidated budget of cluster structure alternatives*

The consolidated budget is calculated on forecast data. Any technique could be used. Here, it integrates individual budgets developed by different strategic directions. In the budget, all planned activities in cluster development, strategic goals achievement, costs of the required financial and non-financial resources are assessed. The estimations are based on forecast

values of revenues and expenditures aggregated for all planned activities. A functional diagram is shown on Fig. 2.

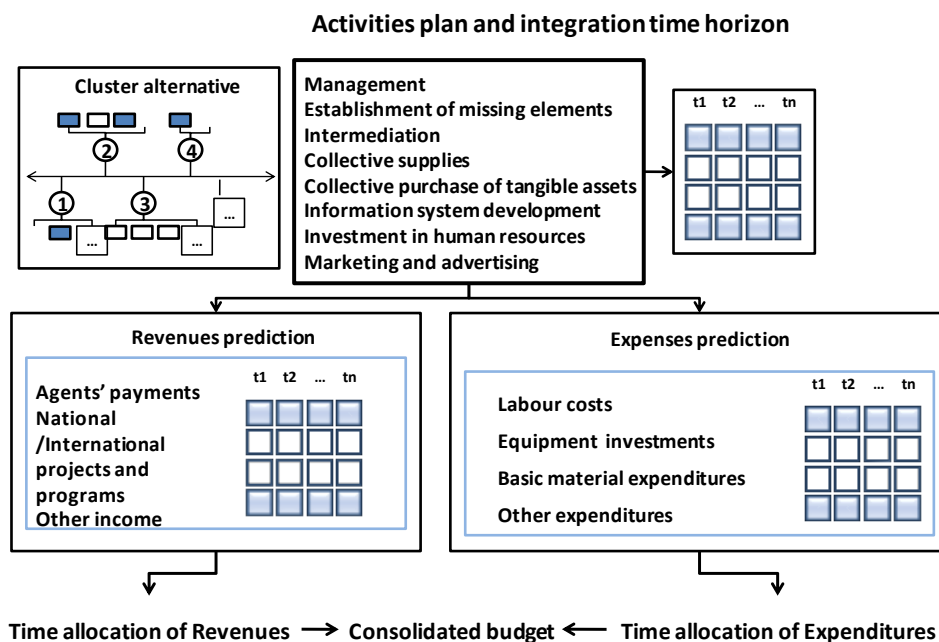


Fig. 1 Consolidated budget estimation

Budget verification requires resulting net cash flows (NCFs) at the end of the forecast period to be positive. If NCFs meet this condition, the budget is considered eligible. A corresponding cluster alternative is acceptable. Evaluation of the corresponding cluster alternative proceeds with an IP Risk Evaluation Model. If NCFs are negative at the end of the forecast period, the planning and calculating procedure should be reconsidered by returning at some previous stages or in the beginning. If NCFs do not satisfy the verification condition within 3-4 iterations, it is recommended to have the cluster alternative excluded from the selection procedure.

### 3. DSS “Map-cluster” for cluster structure design

The developed DSS “Map-cluster” is based on proposed methodological approach and the models and algorithms for evaluation of investment preference of economic agents and cluster structures. It is computer-based information system, designed in accordance with established rules and procedures of integration process of economic agents and quality of cluster structures alternatives.

The cluster design involves several interconnected tasks of selection, evaluation and verification, and is interactive by nature.

The first step is the decision itself to unite the efforts, ideas and recourses of some group of enterprises in order to improve their sustainable competitiveness in manufacturing products/services. This decision evolves into a cluster structure aiming where broad intentions are defined as plan and strategy. The next step is description of technological network. In this particular approach, the network is predefined, i.e. the consistency of the production process is in advance known. The separated processes are presented by nodes of

technological network such as primary production of raw materials, processing, packaging, trading, etc. To each of network nodes the list of enterprises is assigned. This list is subject to selection and determination of different alternatives of cluster design.

Enterprises selection is performed by the model for performance level and sustainable development evaluation of economic agents and by model for investment preference evaluation of alternative cluster designs.

In DSS “Map-cluster” is included also risk evaluation of the alternative cluster, associated with a selected cluster alternative in the second model. Risk is a combination of the probability of an event and its consequence (ISO, 2002). Risk evaluation aims at quantitative assessment of uncertainty factors. Here, it is assumed to represent risk through the synthetic characteristics NPV, IRR and  $\sigma$ . This is the fourth level of selection.

The final decision is made after performance verification of economic agents, included in the selected cluster alternative associated with minimum risk. Verification concerns predicted values of criteria for post-integration period. Its objective is confirmation that all agents maintain or improve their performance.

An overall approach incorporated in DSS “Map-cluster” is an interactive, multi-criteria decision process for evaluation, ranking and selection of groups of economic agents and alternatives of their allocation on a predefined technological network. It is depicted schematically on Fig. 1.

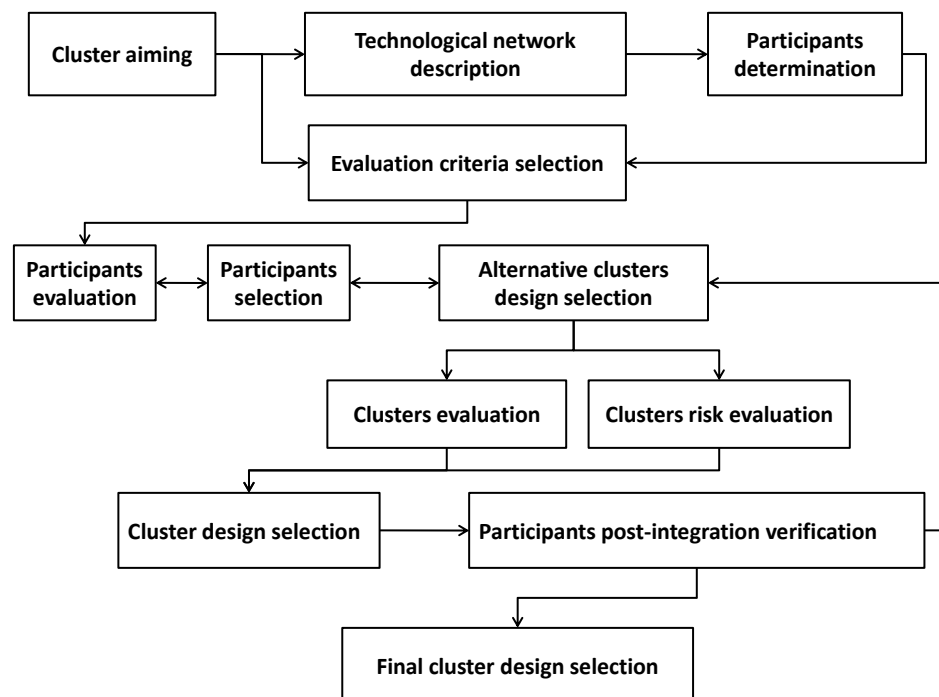


Fig. 2 Cluster structures design

### 3.1. Cluster Structure Risk Evaluation

The aim of risk evaluation is to assess the uncertainty factors associated with post-integration period of clusters' work. In application problems for risk analysis, the most commonly used methods are dynamic. Usually recommended methods are the net present value (NPV), the internal rate of return (IRR) and the cash flows standard deviation ( $\sigma$ ).

Based on priorities of integration, it is possible to assess risk in terms of performance of  $NPV$ ,  $IRR$  and  $\sigma$ .

For calculation of  $NPV$ ,  $IRR$  and  $\sigma$  and final  $IP_{RISK}$  assessment, the following steps are recommended:

*Step 1:* Elaboration of  $k$  scenarios ( $k \geq 3$ ) of the currently consolidated budget  $A_i$ , where  $i$  ( $i = 1 \dots n$ ) is an index of the  $i^{th}$  cluster alternative under consideration.

The  $k$  scenarios represent different economic situations. In common cases, the scenarios are optimistic, realistic and pessimistic. For  $NPV$ ,  $IRR$  and  $\sigma$  calculations the net cash flow are required. The realistic scenario is represented by a discounted net cash flow calculated in original consolidated budget. Elaboration of optimistic and pessimistic scenario estimations is an expert procedure. For each scenario, probabilities of occurrence are also required.

*Step 2:* Calculation the  $NPV$  of cluster alternatives

The  $NPV$  value for  $k^{th}$  scenario is calculated by the formula:

$$NPV_{i,k} = (NCF_{i,k} - K_{i,k}^0)p_{i,k},$$

Where:

$k$  is the index of scenario;

$NCF_{i,k}$  is the net cash flow of  $i^{th}$  cluster alternative for  $k^{th}$  scenario;

$K_{i,k}^0$  is the amount of initial investments (if available) of  $i^{th}$  cluster alternative for  $k^{th}$  scenario;

$p_{i,k}$  is the probability of  $i^{th}$  cluster alternative for realization of scenario  $k$ .

*Step 3:* Calculation the  $IRR$  of cluster alternatives

In  $IRR$  calculation, the integrated average  $NPV$  is used:

$$NPV_i^{Integrated} = \frac{\sum_{k=1}^q NPV_{i,k}}{k}$$

$IRR$  of  $i^{th}$  cluster alternative is calculated by the formula:

$$IRR_i = r_1 + (r_2 - r_1) \frac{NPV_{i,r_1}^{Integrated}}{NPV_{i,r_1}^{Integrated} - NPV_{i,r_2}^{Integrated}}$$

Where:

$r_1$  is a rate of return where  $NPV_{i,r_1}^{Integrated}$  is a positive value;

$r_2$  is a rate of return where  $NPV_{i,r_2}^{Integrated}$  is a negative value;

*Step 4:* Calculation of standard deviation  $\sigma$  of cluster alternatives

For calculation  $\sigma$  of the  $i^{th}$  cluster alternative the next formulas are used:

$$\sigma_i = \sqrt{\sum_{k=1}^q (NCF_{i,k} - \overline{NCF}_k)^2 \cdot p_k}$$

$$\overline{NCF}_k = \sum_{k=1}^q NCF_k \cdot p_k;$$

$$\sum_{k=1}^n p_k = 1.$$

The following formula is used when equal weights are assigned to estimated scenarios (the Laplace principle):

$$\sigma^L_i = \sqrt{\sum_{k=1}^q (NCF_{i,k} - \overline{NCF}_k)^2 \cdot q^{-1}};$$

$$p^L = \frac{1}{q}.$$

#### Step 4: Cluster alternative selection

Selection procedure is based on LINCOM and MAXIMIN algorithms (Popchev, 2009).

The consolidated budgets of the clusters represent alternatives evaluated by BSC criteria. The set of alternatives is denoted by  $A, \forall i (A_i \in A)$ .  $A_i$  are evaluated by numerical functions. The output data are written as a matrix  $\|x_{ij}\|$ , where  $i$  is the number of alternatives (row number),  $j$  is the number of criteria (column number). The number  $x_{ij}$  is evaluation of  $i$ -th alternative by  $j$ -th criterion. It is assumed that the number  $j$  of private criteria is finite and  $K_j$  denotes the last criterion. The algorithms require numbers  $x_{ij}$  and weighting coefficients  $\lambda_j, \forall j (\lambda_j > 0)$  and  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  to be known.

MAXIMIN method requires normalization of  $x_{ij}$ . For each particular criterion, the only acceptable assessment is minimum score. The algorithm ranks as a top alternative the one, which worst score, is the maximal one. The evaluation of alternative  $A_i$  is  $t_i = \max_j (\lambda_j, x_{ij})$ , or  $t_i^L = \max_j (\lambda^L, x_{ij})$ , where  $\lambda^L = 1/n$ , meaning that the principle of indifference (Laplace) (also called principle of insufficient reason) is applied. The method is based on the guaranteed result, but use a small part of information contained in the matrix  $\|x_{ij}\|$ . This is considered as a limitation of the model application.

LINCOM method is used when the set of numeric functions (private criteria) are normalized and aligned to the maximizing criteria. Evaluation of alternative  $A_i$  is  $s_i = \sum_j \lambda_j x_{ij}$  or  $s_i^L = \sum_j \lambda^L x_{ij}$ . The algorithm ranks the alternatives in a decreasing order of  $s_i$ .

Analysis of ranks of cluster alternatives, as obtained from IP Model and IP Risk Model, may show two possible situations:

- Ranks of both models show the same cluster alternative on top position. The procedure continues with cluster verification;
- Ranks show different cluster alternatives on top position. Procedure again continues with verification, but is applied to agents, included in all cluster alternatives, top ranked by both models.



### 3.2. The Cluster Design Verification

The final selection of cluster design is decided after verification of the performance of included agents for some post-integration period. The aim is to confirm that all agents have maintained or improved their performance. Then it is assumed that integration would achieve the main goal - improving the sustainable competitiveness of agents in the cluster. In this case, the alternative is considered as final. If verification shows no improvement in agents' performance, the cluster design process should be repeated fully or partly (depending on the DM).

In order to verify agents' performance, DM determines a list of economic indicators. It is advisable the use of indicators, able to adequately assess sustainable competitiveness and general status of agents. Performance verification is based on forecast data for some future period, specified by the DM. Information sources are: consolidated budget of current cluster structure, individual estimated budgets, agents' balances and expert forecast evaluation.

Post-integration performance verification criteria were chosen as following: {efficiency, operations' efficiency, fixed assets efficiency}.

In case that the values of an analysed indicator show improvement or at least retention during post-integration period for all agents, the cluster alternative is assumed to be finally selected. In case that analysis shows decrease in indicator values for at least one agent the cluster, selection procedure returns to some of its initial stages. In case of positive verification for two or more clusters, it is advisable to select the one with better risk performance.

## 4. Experimental Solution

Verification of the tools (models and algorithms) for cluster structure design selection and DSS "Map-cluster" are experimented on practical problem. Summaries and solutions used were obtained in the performance of real projects.

Cluster selection and design are experimented over the following input data:

1. Cluster economic sector – canning industry.
  2. Technological network type – mixed type.
  3. Number of technological network nodes – five.
  4. Number of agents under consideration:
  5. Agents allocations and identifiers:
    - Node 1 "Primary producer" {PP1, PP2, PP3, PP4, PP5}
    - Node 2 "Processors" {PR1, PR2, PR3, PR4, PR5, PR6}
    - Node 3 "Packaging" {PG1, PG2}
    - Node 4 "Scientific units" {SC1, SC2}
    - Node 5 "Trading and marketing" {T1, T2, T3, T4}
1. Economic agents' selection model rankings:
    - a. Ranking by technological network nodes:

**Table 1 Economic Agents' ranking by TM nodes**

Node 1	PP3	PP5	PP1	PP6	PP2	PP4
	0.6666	0.25	0.1667	0.0833	-0.1667	-1.0833
Node 2	PR6	PR5	PR4	PR2	PR3	PR1
	1.3333	0.75	0.1667	-0.25	-1	-1.2499
Node 3	PG2	PG1				
	0.6666	-0.6666				
Node 4	SC2	SC1				
	0.3333	-0.3333				
Node 5	T1	T2	T3	T4		
	0.5833	0.25	-0.25	-0.3333		

b. Ranking of agents for the entire technological network:

**Table 2 Economic Agents' ranking for entire TM**

SC2	PG2	PP1	PP6	PP3	T1	PR6	PR5	PR4	PP5
6.2309	5.3067	4.5594	3.1371	2.9566	1.6931	1.675	1.0902	0.4332	0.3032

T3	PR2	PP2	T2	PP4	PR1	PG1	PR3	SC1	T4
-0.148	-1.3357	-1.6425	-1.6426	-1.953	-3.2671	-3.4078	-3.7544	-4.1695	-5.6063

In this example, the assumed cut-off value is zero. The selected agents with positive performance level evaluation values are following:

$$\{SC2 > PG2 > PP1 > PP6 > PP3 > T1 > PR6 > PR5 > PR4 > PP5\}$$

This ranking is compared to rankings by technological network nodes:

**Table 3 Economic agents' allocation and comparison**

Node 1	{PP3 > PP5 > PP1 > PP6}
Node 2	{PR6 > PR5 > PR4}
Node 3	{PG2}
Node 4	{SC2}
Node 5	{T1 > T2}

The list of economic agents selected for “polygon” analysis is:

$$\{PP1, PP3, PP5, PP6, PR4, PR5, PR6, PG2, SC2 \text{ and } T1\}$$

The agents positioning on the “polygon” is shown on Fig. 3.

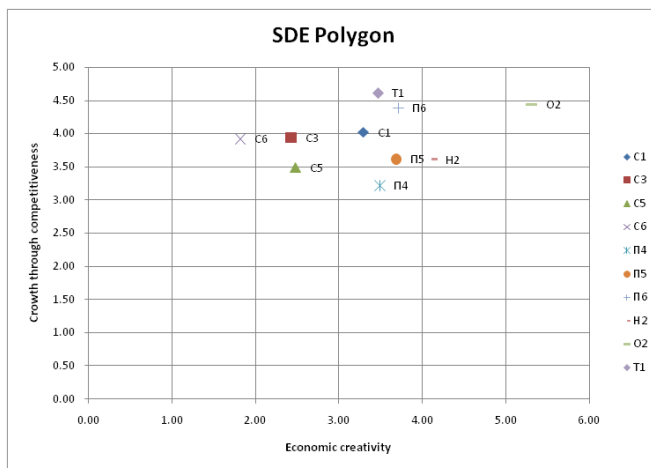


Fig. 3 Sustainable Development Polygon

Except of agent PG2, the analyzed agents could be considered as forming, a group allocated on TN as follows: “Primary producer” {PP1, PP3, PP5}, “Processors” {PR4, PR5, and PR6}, “Packaging” {empty}, “Scientific units” {SC2}, “Trading and marketing” {T1}.

The group is not sufficient for completing the TN. The “Packaging” node is needed to be compensated either by establishing of a new agent or by outsourcing. These two possibilities allow forming of two alternatives for cluster design:

- Alternative 1: Cluster with four nodes: “Primary producer”, “Processors”, “Scientific units” and “Trading and marketing”. The node “Packaging” is compensated by outsourcing.
- Alternative 2: Cluster with five nodes: “Primary producer”, “Processors”, “Scientific units”, “Trading and marketing” and “Packaging” filled by a newly established agent.

IP Model ranking of cluster alternatives: {Alternative 1 > Alternative 2}.

This ranking does not include risk assessment.

## 2. Cluster structure risk evaluation

Resulting outputs of the cluster structure risk evaluation are presented in Table 4. NPV and IRR values are used as maximizing criteria. The  $\sigma$  value is a minimizing criterion.

Table 4 Cluster structure alternatives risk evaluation

Normalized values	NPV	IRR	$1/\sigma$	$1/\sigma^L$	$t_i$	$s_i$	$t_i^L$	$s_i^L$
Alternative 1	1.00	1.00	0.64	0.60	0.81	0.12	0.81	0.15
Alternative 2	0.67	0.27	1.00	1.00	0.76	0.05	0.74	0.07
$\lambda_j$	0.3	0.2	0.3	0.2				
$\lambda^L$	0.25	0.25	0.25	0.25				

Cluster structures risk evaluation ranking: {Alternative 1 > Alternative 2}

Top ranked is Alternative 1. The cluster is supposed to outsource the “Packaging” activity. Final selection is determined by post-integration economic agents’ verification.

### 3. Post integration economic agents verification

The list of agents {PP1, PP3, PP5, PR4, PR5, PR6, SC2, T1} is verified by the following criteria: {efficiency, operations’ efficiency, fixed assets efficiency}. Estimations are based on five-years post-integration period. The results are plotted on Fig. 4, 5 and 6.

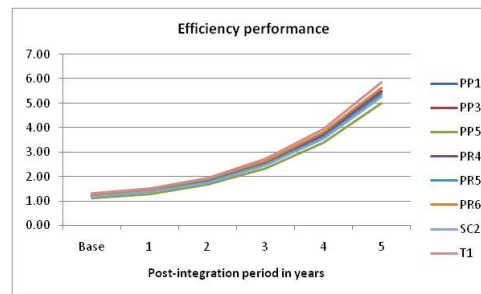


Fig. 4

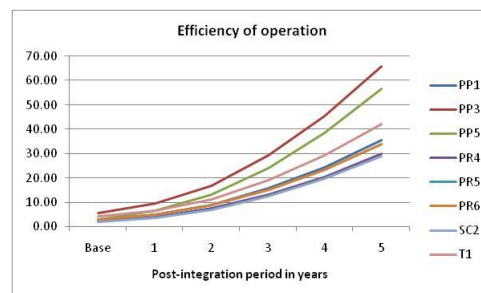


Fig. 5

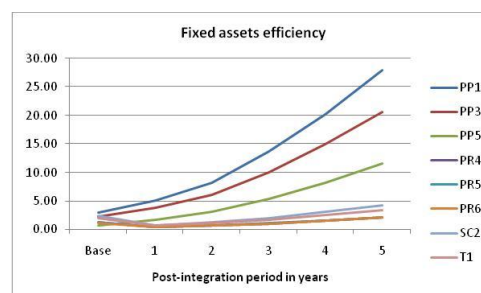


Fig. 6

During the post-integration period of five years, the economic agents in the selected cluster show gradual increase of verified criteria. This allows assuming that Alternative 1 would be beneficial for included agents. In this case, an incomplete technological network is not an obstacle to developing a synergy effect by clustering.

The analysis of the experimental results, efficiency and performance of developed algorithms, models and DSS “Map-cluster” show accuracy of the proposed approach. The developed DSS allows the use of standard software and can be implemented as a software application.

## Conclusions

The PhD thesis presents multi-criteria models for economic cluster design. Each model uses results of the previous one. They allow systematic evaluation, ranking and selection of groups of economic agents, and alternatives of their allocation over a predefined technological network. Description shows initial data preparation, problems formalization, constraints and criteria determination and solutions associated with cluster design. Selections are based on resulting ranking of economic agents and cluster structure alternatives. Evaluation of performance level and sustainable development positioning of agents give ranks for initial list of candidates' selection. The investment preference and risk evaluations give alternative cluster structure designs ranking. The example demonstrates data definition, models output rankings, analysis and verification of final decision.

The problem of cluster design may be formulated in different ways. The proposed approach shows just one of the possible scenarios. Most of used evaluations are rather recommended frames than single-size standards. Specifications and adjustments to each particular clustering depend on experience, capacity and economic realities in the area of implementation. Development of suitable software solutions based on scenario simulation would improve accuracy of predicted variables and solutions.

The obtained results allow outlining of several directions for future research:

- application of fuzzy decision theory for investment preference evaluation with respect to fuzzy characteristic of industrial environment and its impact on economic clusters;
- investigation and evaluation of the synergistic effect developed by clustering in order to functionality and accuracy improvement of the models;
- developing of appropriate tools for active risk management will improve clusters' post-integration performance.

## Contribution summary

The contribution of the thesis can be summarized as follows.

1. A concept for economic agents' integration on predefined technological network is proposed. The concept applies theoretical and practical approaches used in identification and development of economic clusters.
2. Models and algorithms are proposed for selection of economic agents in order to be generated cluster structure alternatives, to be evaluated its' investment preference and to be selected the most preferable structure.
3. An approach to risk evaluation of designed cluster structure is proposed.
4. Decision support system for cluster structures design is developed. The system includes three models and software for multi-criteria selection: a model for economic agents' selection, a model for cluster structure selection under risk-free investment and a model for risk evaluation of cluster structure alternatives.
5. Decision support system is tested on a practical example that demonstrates its performance and potential for development.

## Bibliography

1. Bergman, E.M. and Feser, E.J. (1999). *Industrial and Regional Clusters: Concepts and Comparative Applications*. WVU Regional Research Institute.
2. Brans, J. P. (1994). The PROMCALC & GAIA Decision Support System for Multicriteria Decision Aid. *Decision Support System* (12), 297-310.
3. Chen, Ch.B., and Klein, C.M. (1994). IEEE Conf. on SMC. *Fuzzy ranking methods for multi-attribute decision making* (pp. 475-480). San Antonio, USA: IEEE.
4. Copland, T., Koller, T., Murrin, J. (2002). *Valuation: Measure and Managing the Value of Companies*. New York: John Wiley.
5. Dyer, J. (2004). MAUT: Multiattribute Utility Theory. (S. G. J. Figueira, Ed.) *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys* , 265-285.
6. Ehrgott, M., Wiecek M. (2004). Multiobjective Programming. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys* , 667-722.
7. ISO. (2002). *Guide 73:2002 "Risk Management"*. Retrieved from <http://www.iso.org>, 2009.
8. Kaplan, R.S. and Norton, D.P. (1996). *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*. Harvard Business Press.
9. Miettinen, K. and Makela M.M. (2002). On Scalarizing Functions in Multiobjective Optimization. *Spectrum* (24), 193-213.
10. Miettinen, K. (1999). *Nonlinear Multiobjective Optimization*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
11. Popchev, I. (2009). Multi-Criteria Choice in project decision: some practical algorithms. *Financial decisions. Research and practices* , 135-155. (in bulgarian).
12. Popchev, I. Radeva I. (2004). An Investment Preference under Incomplete Data. *International IFAC Workshop DECOM-TT* (pp. 243 – 248). Bansko: IFAC.
13. Porter, M. (1998). *On Competition, Clusters and Competition: New Agendas for Companies, Governments, and Institutions*. . Boston: Harvard Business School Press.
14. Radeva, I. (2011). Economic Clusters Design. *Automatics and Informatics* , 4, 48-52. (in bulgarian).
15. Radeva, I. (2008). Multi-staged Scheme for Investment Preference Evaluation. *Financia Innovations - Reasurch and Practices* , 135 – 155. (in bulgarian).
16. Radeva, I., T.Naneva. (2007). Economic Clusters Idetificaiton. ConcepS and Mewthods. *Automatics and Informatics* , 4, 41-44. (in bulgarian).
17. Roy, B. (1989). Main sources of inaccurate determination, uncertainty and imprecision in decision models. *Mathematical and Computer Modeling* (12), 1245-1254.
18. Roy, B. (1996). *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Kluwer.
19. Vassilev, V., S. Konstantinova. (2005). Multicriteria Macroeconomic Ranking of Two Groups of European Countries by Decision Support System MKA-2. *International Workshop Proceedings "Distributed Computer and Communication Networks"*, (pp. 153-164). Bulgaria, Sofia.
20. Velev, M. (2007). *Cluster Approach to Competitiveness Improvement*. Sofia: Softtrade.
21. Vincke, P. (1992). *Multicriteria Decision-Aid*. New York: John Wiley & Sons.
22. Von Tunzelmann, N. (2002). Network Alignment and Innovation in Transition Economies. *Economic Thought* , 39-67. (in bulgarian).
23. Zadeh, L. (1971). Similarity relations and fuzzy orderings. *Inform. Sci* (3), 177-200.



## **АВТОРЕФЕРАТ НА ДИСЕРТАЦИЯ**

за присъждане на образователна и научна степен „доктор“  
по научна специалност 01.01.12 „Информатика“

### **МОДЕЛИ ЗА ВЗЕМАНЕ НА РЕШЕНИЯ ПРИ ФОРМИРАНЕ НА КЛЪСТЕРНИ СТРУКТУРИ**

*Ирина Александровна Радева*

Ръководител: **акад. Иван Попчев**

**Научно жури:**

**Проф. Тодор Стоилов**

**Акад. Иван Попчев**

**Проф. Красимир Атанасов**

**Проф. Станимир Стоянов**

**Проф. Росица Чобанова**



Дисертацията е обсъдена и допусната до защита на разширено заседание на секция „Интелигентни системи“ на ИИКТ-БАН, състояло се на 13 юли 2012 г.

Защитата на дисертацията е проведена на 29 октомври 2012 г. от 14:00 часа в зала 507 на блок 2, ИИКТ-БАН.

*Дисертационният труд съдържа 180 страници, в които 34 фигури, 76 таблици и 8 страници литература, включваща 124 заглавия.*



## Обща характеристика на дисертацията

### Актуалност на темата и обзор на основните резултати в областта

Интензивността на социално–икономическите процеси, протичащи в състояние на глобална икономическа криза, формират качествено нови предизвикателства пред теорията и практиката. Очевидна е необходимостта от трансформация във функциите и методологията на управление и оценка на ефективността на малките и средни предприятия (МСП), като икономически агенти (ИА) носители на определен потенциал при ограничени суровинни и финансови ресурси. Това води до необходимост от внедряване на интелигентни технологии в тяхното управление. В новата програма COSME (ЕС, 2012) на Съвета на Европейския съюз, приоритетно насочена към малките и средни предприятия (МСП), клъстеризацията се дефинира като инструментариум и подход на националните и регионалните усилия за постигане на устойчива конкурентоспособност. Основните акценти в програмата са: необходимост от изграждане на европейска и национални стратегии на клъстери и необходимост от създаване на благоприятна бизнес среда. Препоръчва се основните усилия да се насочат към изграждане на инфраструктура за МСП, която да позволява обмен на информация и знания в европейски мащаб и по-интензивно внедряване на интелигентни технологии.

Пазарните отношения налагат иновативен подход към методите и технологиите за управление на ИА, като водещ принцип следва да бъде усъвършенстването на инструментите за вземане на решения при стратегическото управление на производствените структури. Акцентът е върху изграждането на съвременна иновационна инфраструктура, която да позволява устойчиво конкурентно развитие на ИА.

За постигане на устойчиво конкурентно развитие съществуват два основни подхода:

- **Първи подход:** Изграждане на иновационна инфраструктура като публично-частно партньорство.

Този подход осигурява значителни *предимства*, като гарантира актуализирано равнище на иновационната инфраструктура, а също така осигурява възможност за контрол от страна на държавата. *Недостатък* на подхода е необходимостта от значителни финансови ресурси при ниска възвръщаемост. В условията на криза вероятността за прилагането на този подход не е голяма.

- **Втори подход:** Доброволна клъстеризация на предприятия на регионален или отраслови принцип.

Световният опит показва, че устойчива конкурентоспособност се осигурява чрез обединяване на силните позиции на успешно развиващи се предприятия с позициите на такива, по-малко успешни, но технологично свързани и готови да взаимодействат на клъстерен принцип (Porter, 1998).

Следвайки дефиницията на Портър, в дисертационния труд под *клъстерната структура (КС) се разбира обединение на ИА (доставчици, производители, елементи от инфраструктура и научно-изследователски организации), свързани при формиране на добавена стойност, която осигурява растежа на конкурентоспособността при устойчиво нарастване на производителността на всеки един от елементите.* С други думи, това са икономически агенти, обединени (интегрирани) чрез трайни икономически, политически и социални отношения, които не се определят чрез организирано членство. Стратегическата насоченост на КС е повишаване използването на знанието (информационни клъстери) и изграждане на нови мрежи за сътрудничество при създаване на съвкупност от продукти/ услуги. Опитът показва, че

този подход се реализира предимно на регионално ниво (Jacob, 2000), (OECD, 2005), (Innovation.bg, 2004). Негов недостатък е силната зависимост на ефективността на КС от стабилната национална политика по отношение на развитие на ИА.

*Първият подход* при изграждане на иновационната инфраструктура е възможен при активното финансово участие на държавата и общините.

*Вторият подход* е насочен към повишаване на производителността на всяко едно от предприятията, намиране на нови и разширяване на съществуващи пазари, нарастване на конкурентоспособността на произвежданите продукти/ услуги в съответствие с изискванията на пазара и ефекта на синергия<sup>1</sup>, като следствие на бизнес клъстеризация. Източник на финансиране е изградената КС.

Съгласно (Bergman, E.M. and Feser, E.J., 1999), (Porter, 1998), (Copland, T., Koller, T., Murrin, J., 2002), сдружаването върху различни технологични мрежи за производство и реализация на продукти/ услуги е един от най-ефективните инструменти за управление и позволява използването на синергия - нарастване на ефективността от дейността вследствие на интеграция, сливане, обединяване на ресурси на отделните елементи в единна система за сметка на системния ефект (Авдонина, 2012)

Едно от важните направления в изследванията на икономическата интеграция е регионална и продуктова интеграция (Bergman, E.M. and Feser, E.J., 1999), а получените резултати са свързани с идентифициране на естествено възникнали клъстерни структури и изследване на тяхната ефективност и разширяване чрез управленски въздействия „отгоре - надолу” (Porter, 1998). Изследвания, свързани с разработване на инструментариум за създаване на КС са слабо застъпени (Popchev, I., I. Radeva, November 2007). Управлението на този процес изисква нови инструменти и подходи, съобразени със спецификата на икономическите агенти (ИА). Особена актуалност придобива разработването на инструментариум и модели за обмен на най-добри практики за управлението на КС и бизнес мрежи, насърчаване на сътрудничеството между тях, както и стимулиране на ефективното използване на ресурси и корпоративната социална отговорност. Основен акцент се поставя върху прилагане на нови бизнес модели и доброволното сдружаване на ИА във вериги за създаване на нови стойности (ЕС, 2012). *Предимството* на КС е директната стимулация на развитието на конкурентоспособността на националната икономика и регионалното развитие. *Недостатък* е силната зависимост на ефективността на КС от националната политика по отношение на публично-частното партньорство и изградените правила, които регламентират взаимоотношенията между нея и държавните институции.

Първият етап в развитието на КС е нейната идентификацията. Тя определя елементите и последващото им структуриране в мрежа, върху която се проектират съществуващите междуотраслови връзки и липсващи звена. Така структурираната мрежа се преобразува в КС.

Анализът на концепциите за икономически клъстери показва, че те са предимно ориентирани към вече изградени КС и по-трудно се прилагат при формирането на нови. Новосъздадените КС изискват разработване на прогнозни сценарии, идентифициране на съществуващи елементи, изграждане на нови такива и прогнозиране на причинно-следствени връзки между тях. Сравнително слабо е разработен инструментариум за оценка на ефективността на предлаганите сценарии и решаване на задачи за избор на сценарий, които да осигуряват устойчива

<sup>1</sup> Синергия – синергичен ефект – от гръцки synergos (действащ заедно), нарастване на ефективността от дейността, като следствие на интеграция, сливане, обединяване на отделните елементи в единна система за сметка на т. нар. системен ефект. При интегриране на близки по състояние на развитие елементи синергията е положителна. При интегриране на различни по състояние на развитие елементи е възможен отрицателен синергичен ефект.

конкурентоспособност на новосъздадената КС.

### **Цели и задачи на дисертацията**

**Целта** на дисертационния труд е разработване на инструментариум (алгоритми и модели, обединени в система за вземане на решения) за интеграция на икономически агенти върху зададена технологична мрежа с цел повишаване на устойчивата конкурентоспособност с отчитане на влиянието на околната бизнес среда.

За постигане на целта са формулирани следните задачи:

**Задача 1:** Създаване на концепция за интегриране на икономически агенти върху технологична мрежа с цел повишаване на конкурентоспособността.

**Задача 2:** Конструирание на модели за избор на агенти за включване в клъстерна структура и за оценка на инвестиционната привлекателност.

**Задача 3:** Оценка на риска при изграждане на клъстерната структура.

**Задача 4:** Конструирание на система за подпомагане вземането на решения при избор на клъстерна структура.

**Задача 5:** Тестване на системата за подпомагане на вземането на решение при избор на клъстерна структура.

**Обект** на изследване е структурната интеграция на икономически агенти, позиционирани върху зададена технологична мрежа.

**Предмет** на изследването е разработване на инструментариум (процедури и технологии), основан на теоретичните и приложни резултати в областта на информационните технологии, теорията за вземането на решения и отчитане на риска, които водят до формиране на ефективни интегрирани икономически структури. В основата на интеграцията е информационния обмен и координация на интересите между отделните елементи с цел повишаване на конкурентоспособността.

### **Методология на изследването**

Основа на изследването са методи за вземане на решения, за многокритериален анализ, система от балансиращи показатели и оценка на риска. Съвкупността от използваната методологична база осигурява достоверност и обосноваване на изводите и практическите решения.

В дисертационния труд за тестване на конструирания модели и алгоритми са използвани информационни източници от НСИ, статистически данни за икономическото развитие на национални и чуждестранни предприятия, периодични икономически издания, отраслови нормативно-методически документи, научноизследователски отчети, а също и първична информация, събирана в процеса на изследване и проектиране.

### **Апробация на резултатите**

Апробацията е осъществена в рамките на обсъждане на съдържанието и резултатите от изследванията на национални и международни конференции, статии в научни списания и три основни проекта:

- Проект с Изпълнителната агенция за насърчване на малките и средни предприятия № ИФ-00-04-181-1/28.12.2007г.: “Информационна технология за оценка на *инвестиционна привлекателност* при структурна интеграция на малко и средно предприятие” - ръководител;
- Проект с Изпълнителната агенция за насърчване на малките и средни предприятия № ИФ-00-04-163-1/28.12.2007 г., на тема: “Иновационни информационни

- технологии при проектиране на енергийни полета на витлови генератори”;
- Проект No. Д002 – 140/15.12.2008 „Разработване на програмни и интернет базирани приложения за обучение по инвестиционен анализ и портфейлна оптимизация (ИНПОРТ)” No. DVU01/0031.

### Списък на публикациите по дисертацията

1. **Popchev, I., I. Radeva.** MAP-Cluster: An Approach for Latent Cluster Identification. // *IFAC CEFIS 2007: Synergy of Computational Economics and Financial and Industrial Systems - Istanbul*, November 2007, p. 63-67. [hppt://www.elsevier.com/locate/ifac](http://www.elsevier.com/locate/ifac)
2. **Радева, Ирина.** Проектиране на икономически клъстери. // *Автоматика и информатика*, 2001, N 4, с. 48 – 52. ISSN 0861-7562
3. **Радева, Ирина.** Подход за избор на МСП при хоризонтална интеграция на клъстерни структури в условия на неопределеност. // *Корпоративните финанси на формиращите пазари: Доклади от конференция с международно участие, Нов Български университет - София*, 2009, с. 49-72. ISBN 978-954-535-679-7
4. **Radeva, Irina.** *Strategic Integration with MAP – CLUSTER Software System.* // *Cybernetics and Information Technologies*, 2010, vol.10, N. 2, p.78 – 93. ISSN 1311-9702
5. **Радева, Ирина.** Многоетапна схема за оценка на инвестиционна привлекателност. // *Финансови иновации – изследвания и практики.* Издателство на НБУ - София, 2008, с. 135 – 155. ISBN 978-954-535-502-8
6. **Popchev I., I. Radeva.** Multi-Criteria Scheme for MAP-Cluster Identification. // *Problems of Engineering Cybernetics and Robotics*, 2007, vol. 58, p. 3-12. ISSN: 0204-9848.
7. **Радева, И., Т. Нанева.** Идентифициране на икономически клъстери. Концепции и методи. // *Автоматика и информатика*, 2007, с. 41-44, 61(4), ISSN: 0861-7562.
8. **Popchev I., I. Radeva.** A Decision Support Method for Investment Preference Evaluation. // *Cybernetics and Information Technologies*, 2006, vol. 6, N 1, p. 3-16. ISSN 1311-9702
9. **Popchev, I. Radeva I.** An Investment Preference under Incomplete Data. // *International IFAC Workshop DECOM-TT - Bansko*, October 2004, 243 – 248.

### Забелязани цитирания

1. **Popchev I., I. Radeva.** A Decision Support Method for Investment Preference Evaluation. // *Cybernetics and Information Technologies*, 2006, vol. 6, N 1, p. 3-16. ISSN 1311-9702  
Цитирана в: Морозов, Е.А., Совершенствование методики оценки инвестиционной привлекательности проектов развития недвижимости – Дисертация, 2009.
2. **Popchev I., I. Radeva.** Multi-Criteria Scheme for MAP-Cluster Identification. // *Problems of Engineering Cybernetics and Robotics*, 2007, vol. 58, p. 3-12. ISSN: 0204-9848.  
Цитирана в: Пиева, G. Fuzzy Algorithms for Selection of Bidding Strategies. // *Cybernetics and Information Technologies*, 2010, Vol. 1, p. 25 – 36.
3. **Popchev, I., I. Radeva.** MAP-Cluster: An Approach for Latent Cluster Identification. // *IFAC CEFIS 2007: Synergy of Computational Economics and Financial and Industrial Systems - Istanbul*, November 2007, p. 63-67. [hppt://www.elsevier.com/locate/ifac](http://www.elsevier.com/locate/ifac)  
Цитирана в: Пиева, G. Fuzzy Algorithms for Selection of Bidding Strategies. // *Cybernetics and Information Technologies*, 2010, Vol.10, N 1, p.25 – 36.
4. **Радева, Ирина.** Подход за избор на МСП при хоризонтална интеграция на клъстерни структури в условия на неопределеност. // *Корпоративните финанси на*

*формиращите пазари: Доклади от конференция с международно участие, Нов Български университет - София, 2009, с. 49-72. ISBN 978-954-535-679-7*

Цитирана в: Орозова, Даниела. *Обобщеномрежови модели на интелигентни системи за обучение*, София, 2011, Акад. изд. "Проф. Марин Дринов".

5. **Radeva, Irina.** *Strategic Integration with MAP – CLUSTER Software System.*

//Cybernetics and Information Technologies, 2010, vol.10, N. 2, p.78 – 93. ISSN 1311-9702

Цитирана в: Пиева, Galina. *A Fuzzy Approach for Strategy Secection.* //Cybernetics and Information Technologies, 2012, Vol. 12, N 1, ISSN: 1311-9702. [http://www.cit.iit.bas.bg/CIT\\_2012/v12-1/G\\_Pieva-p61-69.pdf](http://www.cit.iit.bas.bg/CIT_2012/v12-1/G_Pieva-p61-69.pdf)

6. **Радева, Ирина.** Многоетапна схема за оценка на инвестиционна привлекателност.

//*Финансови иновации – изследвания и практики.* Издателство на НБУ - София, 2008, с. 135 – 155. ISBN 978-954-535-502-8

Цитирана в: Касърова, В. Модели и показатели за анализ на финансовата устойчивост на компанията. //Научен електронен архив на Нов български университет – София, 2010 [http://eprints.nbu.bg/637/1/FU\\_1\\_FINAL.pdf](http://eprints.nbu.bg/637/1/FU_1_FINAL.pdf)

7. **Радева, И., Т. Нанева.** Идентифициране на икономически клъстери. Концепции и методи.//*Автоматика и информатика*, 2007, с. 41-44, 61(4), ISSN: 0861-7562

Цитирана в: Sellar, C., M.,Petkova-tancheva, C.D., Mcneil, K.. Cluster Policies in Bulgaria: European Integration, Postsocialist Dynamics and Local Level Initiatives.//*International Journal of Urban and Regional Research*, Vol. 35, Issue 2, March 2011, p. 358-378, ISSN:1468-2427.

## Съдържание на дисертацията

Дисертационният труд е в обем 180 страници и се състои от увод, четири глави, заключение и библиография, съдържаща 126 заглавия и две приложения. Дисертацията включва 34 фигури и 77 таблици.

## Глава 1. Задача на структурната интеграция на икономически агенти

В глава 1, на база на проучени литературни източници се обосновава икономическата интеграция или сдружаването на икономически агенти в клъстерни структури като един от подходите за управление. Подчертава се актуалността на тези разработки при доброволно сдружаване на ИА в нови вериги и създаването на добавена стойност.

### 1.1. Цел и задачи на изследването

Целта на дисертационния труд е разработване на инструментариум (алгоритми и модели, обединени в система за вземане на решения) за интеграция на икономически агенти върху зададена технологична мрежа (клъстерни структури) с цел повишаване на устойчивата конкурентоспособност с отчитане на влиянието на околната среда.

Процесът на разработване на инструментариума е свързан с решаване на задачите, дефинирани на стр. 5. Тяхното решаване включва:

- Проучване на основни концепции и практически подходи за изграждане и идентифициране на икономически клъстери;
- Сравнителен анализ на модели и алгоритми за решаване на задачи на многокритериалния анализ и оптимизация, в т.ч основани на размита логика и приложението им при решаване на приложни задачи;
- Проучване на методи и алгоритми за вземане на решения в условия на рискова бизнес среда.

## 1.2. Основни концепции за интеграция на икономически агенти като инструмент за подобряване на устойчивата конкурентоспособност

### 1.2.1. Основни концепции

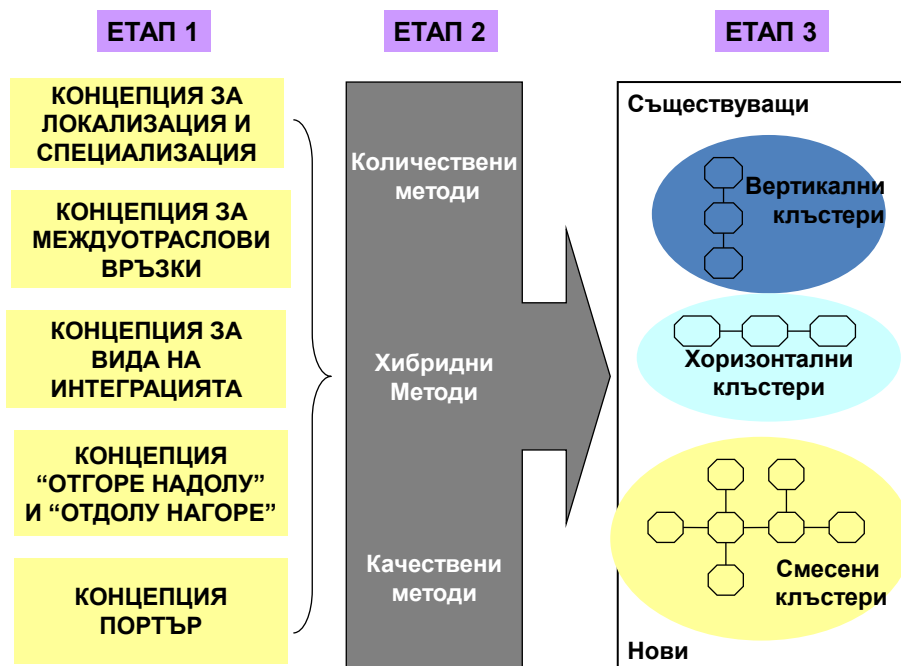
Основните концепции за икономическа клъстеризация могат да бъдат класифицирани:

1. Според теоретичните принципи за локализация и специализация на производствата (Велев, 2007).
2. Според баланса на междуотрасловите връзки (Input-Output (I-O) таблици).
3. “Диамант на конкурентните предимства” на Портър.
4. Клъстеризация „от горе на долу” (националната икономика се декомпозира на регионални клъстери) и „от долу на горе” (определя се значима за региона индустрия и свързаните с нея елементи).
5. Интеграция на клъстерите.

Концепциите са ориентирани към анализа на вече изградени клъстери и по-трудно се прилагат при формиране на нови.

### 1.2.2. Основни методи за идентифициране на икономически клъстери

Избраната концепция за икономическа клъстеризация определя и методите за идентификация. Методите условно се разделят на три групи: **качествени**, **количествени** и **хибридни**. На фиг. 1 са показани етапите за идентификация на икономическите клъстери.



Фиг. 1 Етапи за идентификация на икономически клъстери

Анализът показва, че най-работещи методи за идентификация са хибридните методи.

### 1.3 Клъстерна структура като инструмент за устойчива конкурентоспособност и растеж

В този раздел са обобщени направленията за развитие на процесите на интеграция в КС. Описан е мрежовият модел на интеграция (мрежови структури) като един от най-перспективните за сдружаване. Като основни негови предимства са посочени гъвкавостта и адаптивността, подвижността и лекота при трансформация на структурата, бързината на реакция при промяна на средата и изисквания. Тези структури имат значителен ефект върху ИА, които функционират в динамична и агресивна среда и следват стратегии доминирани от иновационни компоненти.

Резултат от дейността на мрежовите структури е постигане на устойчива конкурентоспособност не чрез цената, а чрез качеството, актуалността, сигурността и бързината на доставките и пазарно успешен резултат. Като предимства могат да се посочат:

- Програмирано (балансирано) участие на ИА в процеса на производство и реализация на стоки/ услуги;
- Възникване на допълнителен организационен ресурс, позволяващ ефективно използване и възпроизвеждане на социалния капитал;
- Формиране на ефективен и устойчив инструмент за комуникации и балансиране на взаимен интерес и действие.

Използването на тези модели предполага разработване на инструментариум за изграждане на интегрирани структури на регионален, отраслов и продуктов принципи и за оценка на ефективността на изградените структури. Моделите трябва да позволяват отчитане на финансови и нефинансови показатели, формиращи оценката на ефективност. Основният ефект от интеграцията се търси в груповото взаимодействие с вътрешната и външната среда, което да осигурява устойчива конкурентоспособност (функция от знанията, капитала и квалификацията на работната сила).

### 1.4 Кратък анализ на алгоритми за многокритериално вземане на решения

Различни задачи за планиране, контрол, анализ и управление в икономиката и други области на индустриално производство могат да бъдат сведени към многокритериални задачи за вземане на решение. Те могат да бъдат условно разделени на три класа в зависимост от формалната постановка.

При *първия клас задачи* краен брой алтернативи са зададени явно в матрична форма. Това са многокритериални задачи за вземане на решение с дискретни алтернативи или *задачи на многокритериален анализ (МА)*.

При *втория клас задачи* краен брой от явно зададени ограничения във вид на функции определят безкраен брой допустими алтернативи. Това са многокритериални задачи за вземане на решение с безкраен брой алтернативи или *задачи на многокритериална оптимизация (МО)*.

При третия клас задачи решенията се основават на крайно множество алтернативи, крайно множество критерии и наличие на три главни източника на неопределеност (Roy, 1989):

- неточност поради трудно определяне на множеството от алтернативи и множеството от критерии;
- ограниченост, тъй като методите за оценки на алтернативите произлизат от относително произволен избор от няколко възможни методи;
- неопределеност, защото оценките на алтернативите се променят във

времето.

Това са многокритериални задачи, които използват теорията на размити множества. Това е сравнително ново направление в информационните технологии – *soft computing*, при което се разглеждат случаи на размитост, както в първичната информация, така и на всеки етап от решението.

При анализа на литературните източници за разработване на алгоритми и модели за многокритериален избор се установи, че програмната среда е добре разработена за първите два класа задачи. За третия клас задачи тази среда е сравнително по-малко разработена, което поражда известни трудности при решаване на приложни задачи.

#### 1.4.1. Алгоритми за многокритериален анализ

За решаване на задачи на МА съществуват разнообразни на методи и алгоритми. Голяма част от алгоритмите могат да бъдат групирани в три отделни класа (Vincke, 1992). *Първият клас МА алгоритми* (Dyer, 2004) включва алгоритмите на теорията за многоатрибутната полезност и тегловните алгоритми АНР. *Двата подкласа* на тези алгоритми се различават по начина на агрегиране на предпочитанията на ЛВР. *При първия* директно се синтезира обобщен функционален критерий. *При втория*, (тегловните алгоритми) такъв критерий (адитивна форма) се синтезира индиректно. Двата подкласа алгоритми се основават на предположението, че не съществува ограничение във възможностите на ЛВР за сравнение между алтернативите. ЛВР изразява своите предпочитания при сравняването на две алтернативи като използва бинарна релация на силно предпочитание  $P$  (нерефлексивна, асиметрична и транзитивна) и бинарна релация на неразличимост  $I$  (рефлексивна, симетрична и транзитивна).

*Вторият клас МА алгоритми* са аутранкиращите алгоритми (алгоритми ELECTRE (Roy, 1996)), алгоритми PROMETHEE (Brans, 1994), алгоритъм TACTIC (Vansnick, 1986) и др.). Те се основават на предположението, че съществува ограничена сравнимост между алтернативите. При тези алгоритми първо се построява една (или няколко) аутранкираща(и) релация(и), която (които) отразява(т) предпочитанията на ЛВР. Тази аутранкираща релация се използва, за подпомогне на ЛВР при решаване на задачата за вземане на решение. При сравняването на две алтернативи се използват четири бинарни релации: на неразличимост  $I$  (рефлексивна и симетрична), на слабо предпочитание  $Q$  (нерефлексивна и асиметрична), на силно предпочитание  $P$  (нерефлексивна и асиметрична) и на несравнимост  $R$  (нерефлексивна и асиметрична). При повечето от аутранкиращите алгоритми се приема, че ЛВР често не е може или няма желание да направи явно разграничение между четирите релации, следователно ЛВР определя предпочитанията си като задава интеракритериална информация като тегла и вето-прагове и интракритериалната като прагове на неразличимост и предпочитание.

Интерактивните алгоритми (алгоритъм VIMDA, алгоритъм на аспирационните нива, алгоритъм InterQuad, алгоритъм LBS, алгоритъм СВIM и др.) принадлежат към *третия клас МА алгоритми*. Те са ориентирани към решаване на задачи на МА при зададени голям брой алтернативи и малък брой критерии.

#### 1.4.2. Алгоритми за многокритериална оптимизация

При решаване на задачи на МО съществуват два основни подхода: *скаларизационен подход* (Miettinen, 1999) и *апроксимационен подход* (Ehrgott, M., Wiecek M., 2004). Основните представители на скаларизационния подход са интерактивните методи (Wierzbicki, 1980), (Steuer, 1986), (Vassilev, 1993), (Narula, S. C. and Vassilev, V., 1994), (Gardiner, 1997), (Korhonen, 1987), (Miettinen, K. and Makela



М.М., 2002). Тук задачите на МО се разглеждат като задачи за вземане на решение с акцент върху реалното участие на ЛВР.

Интерактивните алгоритми са най-усъвършенствани и широко разпространени, поради основните си предимства:

- малка част от Парето-оптималните решения трябва да бъдат генерирани и оценени от ЛВР;
- в процеса на решаване на задачата ЛВР може да се обучава в спецификата на задачата;
- ЛВР се чувства по-уверено в правилността на крайния резултат.

### 1.5. Задачи на многокритериалния анализ

Задачата на МА може да бъде описана чрез матрицата на алтернативите А (n x k) по два начина (Василев, 2005):

Матрица на алтернативите вариант 1

$k_j$ $a_i$	$k_1(.)$	$k_2(.)$	...	$k_j(.)$	...	$k_k(.)$
$a_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1j}$	...	$a_{1k}$
...	...	...	...	...	...	...
$a_i$	$a_{i1}$	$a_{i2}$	...	$a_{ij}$	...	$a_{ik}$
..	...	...	...	...	...	...
$a_n$	$a_{n1}$	$a_{n2}$	...	$a_{nj}$	...	$a_{nk}$

Матрица на алтернативите вариант 2

$f_k$ $a_i$	$f_1(.)$	$f_2(.)$	...	$f_j(.)$	...	$f_k(.)$
$a_1$	$f_1(a_1)$	$f_2(a_1)$	...	$f_j(a_1)$	...	$f_k(a_1)$
$a_2$	$f_1(a_2)$	$f_2(a_2)$	...	$f_j(a_2)$	...	$f_k(a_2)$
...	...	...	...	...	...	...
$a_i$	$f_1(a_i)$	$f_2(a_i)$	...	$f_j(a_i)$	...	$f_k(a_i)$
..	...	...	...	...	...	...
$a_n$	$f_1(a_n)$	$f_2(a_n)$	...	$f_j(a_n)$	...	$f_k(a_n)$

където :

- $a_i$  е алтернатива с индекс  $i, i=1, \dots, n$ ;
- $k_j(.)$  или  $f_j(.)$  е критерий с индекс  $j, j=1, \dots, k$ .

Множеството от индекси на алтернативите се означава с  $I$ , а индексното множество на критериите с  $J$ .

Оценката на  $i$ -тата алтернатива по отношение на всички критерии се задава с вектор-ред  $(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ik})$  или  $(f_1(a_i), \dots, f_k(a_i))$ .

Оценката на всички алтернативи по отношение на  $j$ -тия критерий се задава с вектор-стълб  $(a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{nj})^T$  или  $(f_j(a_1), \dots, f_j(a_n))^T$ .

На базата матрицата на алтернативите А могат да се формулират три основни типа задачи .

*Задача 1.* Избор на най-добра алтернатива от ЛВР в съответствие с предпочитания (задача за многокритериален избор).

*Задача 2.* Наредба на всички алтернативи в низходящ или възходящ ред (задача за многокритериална наредба, ранжиране и др.).

**Задача 3.** Разделяне на алтернативите на групи (задача за многокритериална класификация или сортиране).

**Дефиниция 1.** Допустимата алтернатива с индекс  $i'$  се нарича Парето-оптимална алтернатива, ако не съществува друга алтернатива с индекс  $i$ , за която да е изпълнено условието  $a_{ij} \geq a_{i'j}$ ,  $j = 1, \dots, k$  и поне за един индекс  $j = s$  да бъде изпълнено условието  $a_{is} > a_{i's}$ .

**Дефиниция 2.** Допустимата алтернатива с индекс  $i$  се нарича удовлетворителна алтернатива, ако е изпълнено условието  $a_{ij} \geq \bar{a}_j$ ,  $j = 1, \dots, k$ , където  $\bar{a}_j$  е аспирационното ниво на критерия с индекс  $j$ ,  $j = 1, \dots, k$ .

**Дефиниция 3.** Алтернативата  $l^*$  се нарича идеална алтернатива, ако е изпълнено условието  $l^* = (a_1^*, a_2^*, \dots, a_n^*)$ , където  $a_j^* = \max_{1 \leq i \leq n} a_{ij}$ .

В общия случай идеалната алтернатива не съществува.

**Дефиниция 4.** Парето-оптимална алтернатива се нарича най-предпочитана алтернатива, ако тя най-добре отразява предпочитанията на ЛВР.

## 1.6 Задачи на многокритериалната оптимизация

При задачите на МО решението се състои в търсене на вектора от целеви променливи, който удовлетворява наложените ограничения и оптимизира векторна функция, елементите на която съответстват на целеви функции. Тези функции, като правило са взаимно противоречиви, формират математическо описание на интегралния критерий. Оптимизация при решаване на задачите от този клас означава намиране на решение, при което стойностите на целевите функции удовлетворяват лицата, формулиращи задачата. За оценка на качеството на получено решение се разглеждат еталонни точки (“идеална точка”, “утопична точка” и “надир”) в областта на стойностите на целева функция. В някои случаи тези точки могат да бъдат и решения на задачата.

Общата формулировка на задачата за МО има следния вид:

Линейната целочислена задача на МО (означена като задача (I)) може да бъде формулирана, както следва:

- (1) “max”  $\{f_k(x), k \in K\}$   
при ограничения:
- (2)  $\sum_{j \in N} a_{ij} x_j \leq b_j, i \in M,$
- (3)  $0 \leq x_j \leq d_j, j \in N',$
- (4)  $x_j$  - цели,  $j \in N', N' \subset N.$

където:

- символът “max” означава, че се максимизират едновременно всички критерии (целеви функции);
- $K = \{1, 2, \dots, p\}$ ,  $M = \{1, 2, \dots, m\}$  и  $N = \{1, 2, \dots, n\}$  са индексните множества, съответно, на линейните критерии (целеви функции), на линейните ограничения и на променливите;
- $f_k(x)$ ,  $k \in K$  са линейните критерии (целеви функции):
  - $f_k(x) = \sum c_j^k x_j$ ;
  - $j \in N$
  - $x = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n)^T$  е векторът на променливите.

Ограниченията (2) - (4) определят допустимото множество на целочислените променливи. Това множество ще бъде означено с  $X_1$ .

Задача (1) - (3) е линейна задача на МО. Тя ще бъде означена като задача (P). Допустимото множество на непрекъснатите променливи ще бъде означено с  $X_2$ . Задача (P) представлява релаксация на задача (I).

*Дефиниция 5:* Допустимият вектор  $x$  се нарича *ефективно решение на задача (I) или (P)*, ако не съществува друг допустим вектор  $\bar{x}$ , така че да са изпълнени следните неравенства:

$$f_k(\bar{x}) \geq f_k(x), \text{ за всяко } k \in K \text{ и}$$

$$f_k(\bar{x}) > f_k(x), \text{ поне за един индекс } k \in K.$$

*Дефиниция 6:* Допустимият вектор  $x$  се нарича *слабо ефективно решение на задача (I) или (P)*, ако не съществува друг допустим вектор  $\bar{x}$ , така че да са изпълнени неравенствата:

$$f_k(\bar{x}) > f_k(x), \text{ за всяко } k \in K.$$

**Забележка 1:** Множеството на ефективните решения на задача (I) или задача (P) е подмножество на множеството на слабо ефективните решения на съответната задача.

*Дефиниция 7:* Допустимият вектор  $x$  се нарича *(слабо) ефективно решение на задача (I) или (P)*, ако  $x$  е слабо ефективно решение или ефективно решение на съответната задача.

*Дефиниция 8:* Векторът  $f(x) = (f_1(x), \dots, f_p(x))^T$  се нарича *(слабо) недоминирано решение на задача (I) или (P)* в критериалното пространство, ако  $x$  е (слабо) ефективно решение на съответната задача в пространството на променливите.

Задачите (I) и (P) не притежават оптимално решение (в класическия смисъл на еднокритериалната задача). Поради това е необходимо от слабо недоминираните или недоминираните решения да се избере едно, което най-добре отговаря на глобалните предпочитания на ЛВР. Този избор е субективен и зависи изцяло от ЛВР.

## Критерии за оптималност

### *Критерий на Парето*

Векторни решения  $\vec{x} \in S$  се наричат оптимални по Парето, ако не съществува  $\vec{x}' \in S$ , такава, че  $f_i(\vec{x}) \leq f_i(\vec{x}')$  за всяко  $i = 1, \dots, k$  и  $f_i(\vec{x}) < f_i(\vec{x}')$  поне за едно  $i$ . Множеството оптимални по Парето решения може да се означае с  $P(S)$ . Целевият вектор е оптимален по Парето, ако съответният му вектор от допустимата област е също оптимален по Парето.

Множеството на оптимални по Парето вектори е подмножество на оптималните по Парето в слаб смисъл вектори. Векторът  $\vec{x} \in S$  се явява слаб оптимум по Парето тогава, когато не съществува вектор  $\vec{x}' \in S$ , такъв, че  $f_i(\vec{x}) < f_i(\vec{x}')$  за всяко  $i = 1, \dots, k$ .

Диапазонът на оптималните по Парето решения в областта на допустимите стойности дава полезна информация за изследваната задача, ако целевите функции са ограничени от областта на определението. По-ниско от границата на оптималното по Парето множество са представени от „идеалния целеви вектор”  $\vec{z} \in R^k$ . Неговите компоненти  $z_i$  са получени чрез минимизация на всяка целева функция в границите на допустимата област.

Множеството на оптимални по Парето решения се нарича още Парето–граница (*Pareto-frontier*)/Парето фронт/фронт на Парето.

### *Лексикографска наредба (ред)*

Ако едни целеви функции са по-важни от други, критериите за оптималност могат да се определят по лексикографски ред.

Отношението на лексикографския ред  $<_{lex}$  между векторите  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  се изпълнява,

ако  $a_q < b_q$ , където  $q = \min\{k: a_k \neq b_k\}$ . Тоест, първата  $q$  компонента на вектора  $\vec{a}$  е по-малка от компонентата на вектора  $\vec{b}$ , а компонентите  $q + 1$  са равни (ако има). Лексикографския ред за случая на реални числа е линеен.

Векторът  $\vec{x} \in X$  се явява лексикографско решение, ако не съществува вектор  $\vec{x}' \in X$ , такъв че  $f_i(\vec{x}') <_{lex} f_i(\vec{x})$ .

Тъй като отношението на лексикографския ред се явява линейно, може да се докаже, че векторът  $\vec{x}$  е лексикографско решение, ако за всички  $\vec{x}' \in X$  е изпълнено:

$$\vec{f}(\vec{x}) <_{lex} \vec{f}(\vec{x}').$$

Главна особеност на решенията по лексикографски ред е съществуването на избор между критериите. Лексикографската наредба изисква ранжиране на критериите в такъв смисъл, че оптимизацията по критерия  $f_k$  е възможна само когато е достигнат оптимум за предходните критерии. Това означава, че първият критерий има най-голям приоритет и само в случай на наличие на няколко решения по този критерий ще има търсене на решения по втория и останалите критерии.

Съществуването на йерархия при критериите позволява решаването на лексикографските задачи да става последователно, стъпка по стъпка, минимизирайки по всеки следващ критерий и използвайки оптималните стойности на предварителните критерии като ограничения.

В зависимост от вида на критериите и ограниченията, както и от типа на променливите, задачите на многокритериалната оптимизация могат да се разделят на линейни, нелинейни, целочислени, мрежови и др.

Най-често използван подход за решаването им е скаларизацията - трансформация на многокритериалната оптимизационна задача в една или множество от еднокритериални оптимизационни задачи (скаларизиращи задачи) с реални целеви функции, зависещи обикновено от един или няколко параметъра.

Алгоритми за решаване на задачи на МО, въз основава на мястото и времето на задаване и получаване на информация от ЛВР, могат да се групират в четири класа (Фиг.2): алгоритми, които не изискват информация от ЛВР, априорни алгоритми (с предварително известна информация), интерактивни алгоритми и апостериорни алгоритми.



Фиг. 2 Класификация на някои методи за многокритериална оптимизация

Информацията задавана от ЛВР изразява предпочитанията му към търсеното решение.

При *апериорните алгоритми* всички предпочитания са известни още в началото на процеса на избор на решение. Използваните техники целят намирането на цялото Парето-множество или подмножество на базата на тези апериорно зададени предпочитания. Най-известни от тази група са алгоритмите на целевото програмиране.

*Интерактивните алгоритми* извеждат Парето-оптимални решения на база задавани от ЛВР предпочитания по време на процеса на избор на решение. ЛВР може да изрази своите предпочитания между отделните Парето-оптимални решения чрез стойностите на параметрите на скаларизиращата задача. ЛВР трябва да направи избор на крайното (най-предпочитаното) решение и е отговорен за този избор.

При *апостериорните алгоритми* за конкретната задача се генерира множеството от всички Парето-оптимални решения, след което това множество се анализира според предпочитанията на ЛВР.

### 1.7. Интерактивни алгоритми

Интерактивните алгоритми са едни от най-често използваните за решаване на многокритериални задачи. Интерактивността е процес за избор на решения, основан на непосредствен и бърз обмен на информация между два субекта и на постоянна смяна на ролите (информатор-информиран субект).

Всеки от разработените интерактивни алгоритми за решаване на различни класове задачи на МО има предимства и недостатъци, свързани главно с начина и вида на информацията, извличана от ЛВР по отношение на неговите глобални и локални предпочитания, вида и начините за решаване на скаларизиращите задачи, както и вида на информацията, давана на ЛВР. В зависимост от типа на информацията за предпочитанията на ЛВР при търсенето на нови решения тези алгоритми могат да бъдат разделени на пет групи (Таблица 1).

Таблица 1

№	Тип на задаваната от ЛВР информация за неговите предпочитания	Интерактивен алгоритъм
1	Тегловни фактори (приоритети) на всеки критерий	1) Чебишевски алгоритъм 2) Тегловен алгоритъм
2	Избор на един критерий за оптимизация и трансформация на останалите критерии в ограничения, задавайки долна граница на изменение за всеки от тях.	1) Алгоритъм на $\varepsilon$ -ограниченията
3	Аспирационни нива на всеки критерий	1) Алгоритъм STEM 2) Алгоритъм STOM 3) Алгоритъм на отправната точка RP 4) Алгоритъм GUESS 5) Алгоритъм на модифицираната отправна точка MRP
4	Аспирационни нива на всеки критерий и параметър за определяне на отправно направление	1) Алгоритъм на отправно направление RD1 2) Алгоритъм на отправно направление RD2
5	Желани и приемливи нива, посоки и интервали на изменение на част или всички критерии	1) Класификационно-ориентиран алгоритъм NIMBUS 2) Класификационно-ориентиран алгоритъм DALDI

Интерактивните алгоритми за решаване на задачи на МО са основните представители на скаларизационния подход.

### 1.8. Алгоритми за вземане на решения в условията на размити множества

Алгоритмите за вземане на решения в условията на размити множества са сравнително ново направление в информационните технологии Soft computing, където основно средство за достигане на верни и адаптивни решения за сложни неопределени системи се използва теорията на размитите множества (Zadeh, 1971), (Chen, Ch.B., and Klein, S.M., 1994).

Моделите на задачите се основават на:

- крайно множество от алтернативи,
- крайно множество от критерии (свойства, експерти), които оценяват алтернативите,
- тегловни коефициенти на критериите.

*Алтернативите в задачите* са обикновено оценени от различни гледни точки, които съответстват на частните критерии. В реалните ситуации, оценките в повечето случаи са неточни, неопределени, размити (Roy, 1989).

*Оценките на критериите* могат да са количествени, качествени, размити или смесени. Обикновено количествените критерии се задават с точни числови стойности. Качествените критерии оценяват алтернативите чрез лингвистични променливи, а

размитите критерии задават оценките или като размити числа или като размити релации между алтернативите.

Целите на задачите могат да са:

- избор на подмножество от “най-добрите”, в някакъв смисъл, алтернативи;
- наредба на алтернативите от “най-добрата” до “най-лошата”;
- разделяне на множеството от алтернативи на подмножества (клъстери) от подобни, близки алтернативи.

Тези цели се постигат чрез сравняване на алтернативите като се вземе предвид:

- вида на критериите,
- важността (значимостта, теглата) на критериите,
- възможните трудности при сравняването на две алтернативи, напр. когато едната е “по-добра” от другата относно подмножество от критерии, но много “по-лоша” поне за един критерии от допълнителното множество.

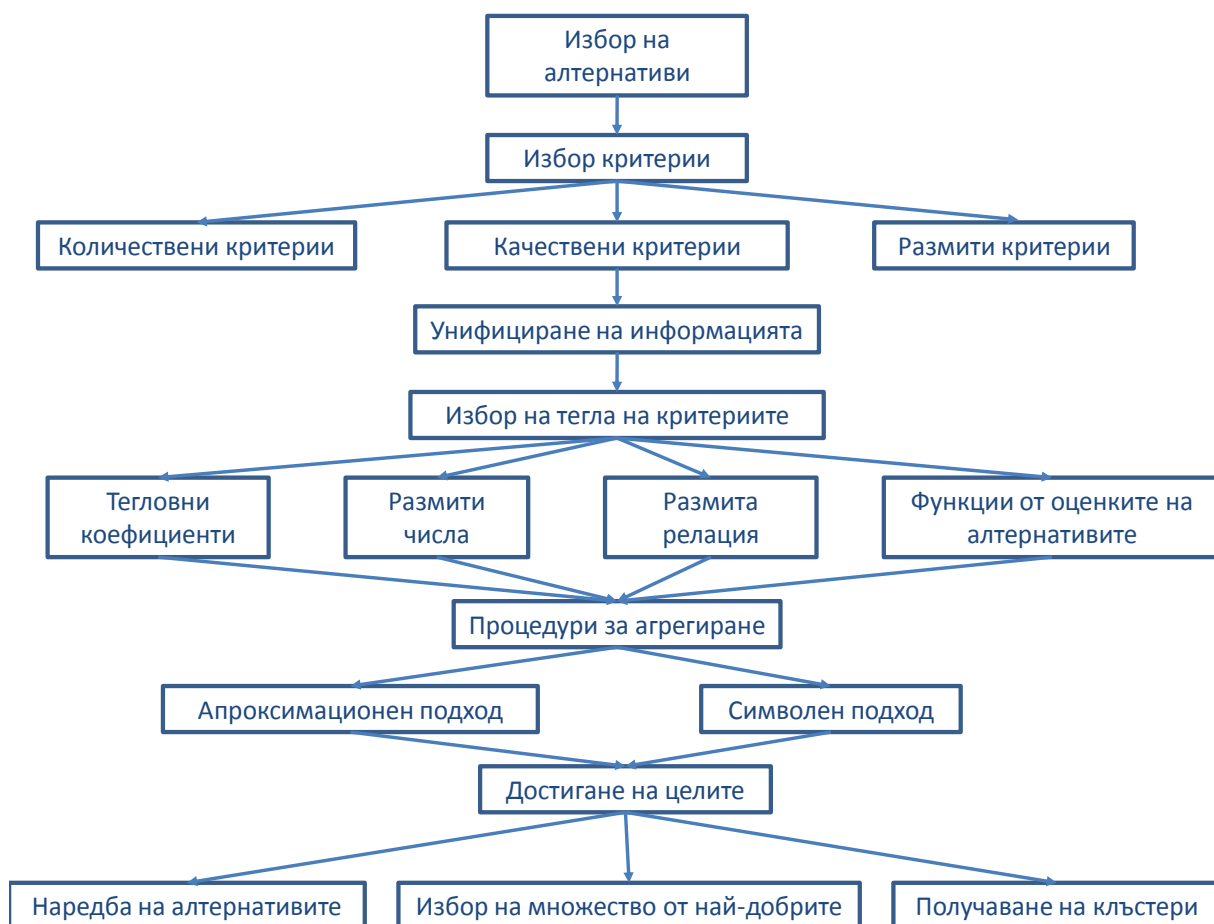
Процедурата за решаването на тези задачи се състои основно от три етапа (Herrera, F., and Herrera-Viedma, E., 2000), (Herrera, F., and Herrera-Viedma, E., 1997), (Herrera, F., and Herrera-Viedma, E., 2000), (Roubens, 1997):

*Етап първи: Унифициране на информацията*, за случая на количествени или качествени критерии, оценени по различни скали, размити критерии, т.е. задаващи размити релации между алтернативите или смесени критерии. Основен подход за унифициране на информацията е получаването на размити релации от числовите оценки на алтернативите.

*Етап втори: Агрегиране на оценките по всички критерии*, за получаване на обща оценка за всяка алтернатива. Съществуват два основни подхода за агрегиране на оценките на алтернативите или степените на принадлежност към размитите релации по всички критерии за получаване на обобщена оценка или степен на принадлежност към агрегираната релация за всяка алтернатива: апроксимационен и символен. При апроксимационния подход се реализира идеята за компенсация и компромис между конфликтните критерии, когато това е възможно. Символният подход се прилага при качествени критерии като се предполага, че лингвистичното множество от понятия е наредена структура равномерно разпределена върху скалата.

*Етап трети: Постигане на целите*. На този етап се решават задачи за: избор на “най-добрата”, в някакъв смисъл, алтернатива; за наредба на множеството от алтернативи; за разделяне на множеството алтернативи на подмножества от подобни, близки алтернативи, т.е. получаване на клъстери.

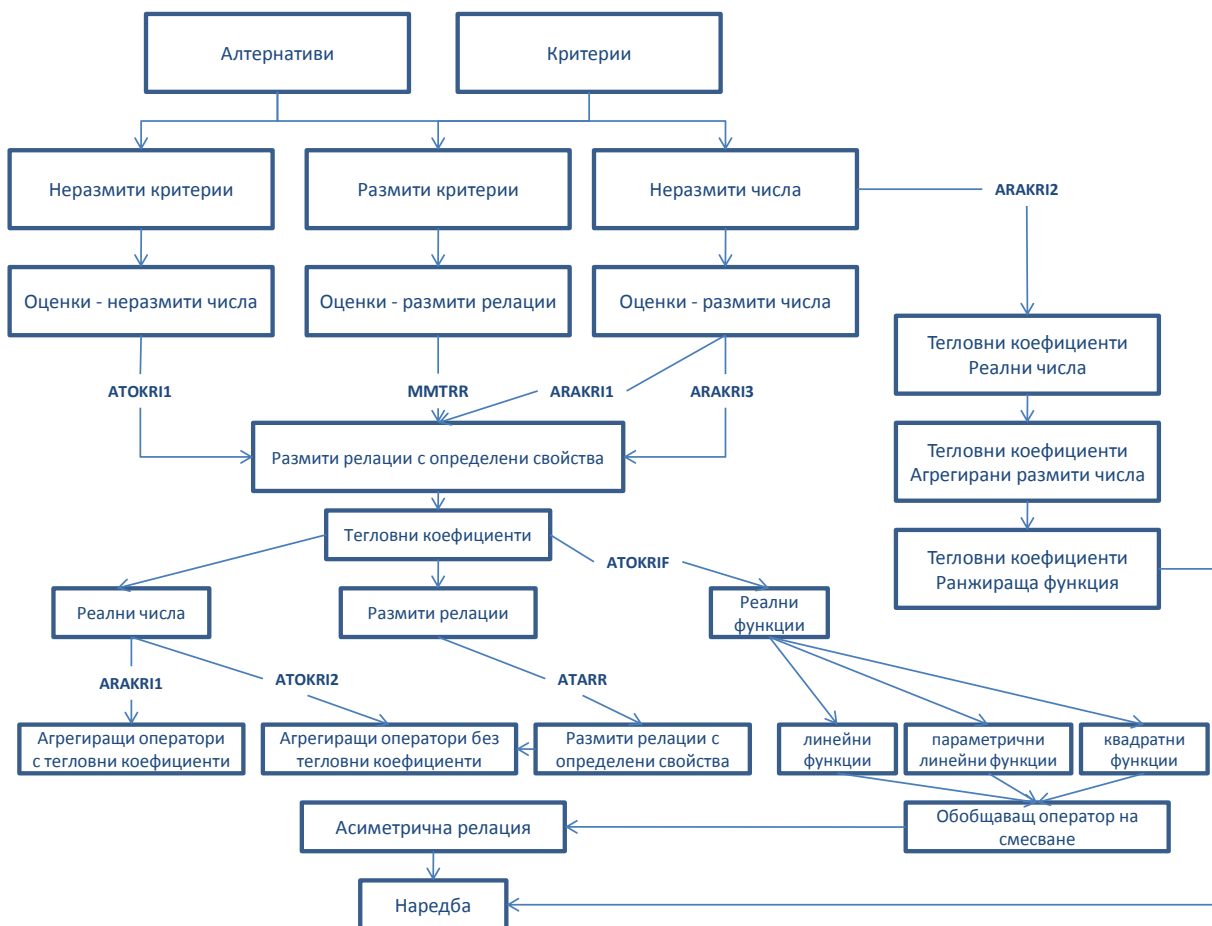
На Фиг. 3 е показана схема на алгоритъм за вземане на решение при размити множества.



Фиг. 3 Алгоритъм за вземане на решения при размити множества

В зависимост от вида на данните са разработени различни алгоритми. Обща схема на алгоритмите е дадена на Фиг. 1.3. Алгоритмите са подробно описани и публикувани в следните изследвания (Peneva V. a., 2008), (Peneva, V., and Popchev, I., 2003), (Peneva V. I., 2007), (Peneva, V., I. Popchev, 1998), (Peneva, V., and Popchev, I., 2001), (Buckley, 1989), (Peneva, I., I. Popchev, 2010) .





Фиг. 4 Обща схема на развитите алгоритми

В **Заключение** могат да се направят изводи, според които продължава развитието на методите на теорията на многоатрибутната полезност, на аутранкиращите методи и на интерактивните методи за решаване на задачи на МА. Инструментариумът на методите е добре разработен и лесно приложим от ЛВР при решаване на приложни задачи.

За решаване на линейни, линейни целочислени и изпъкнали нелинейни задачи на МО скаларизационната методология продължава да има водеща роля. За решаване на комбинаторни и неизпъкнали задачи на МО се засилва и изследователската активност, свързана с апроксимационния подход.

Активно се разработват алгоритми за приложение на теорията на развитите множества. Опитът показва, че при решаване на приложни задачи използването на този инструментариум изисква високо ниво на познания от страна на ЛВР. Получените с традиционните методи решения са достатъчно коректни и изискват по-малък времеви, интелектуален и информационен ресурс в сравнение с решенията, получени по методите на размита логика. Това определя по-широкото приложение на традиционните методи при решаване на приложни задачи.

Този извод определи основните тенденции при разработване на алгоритми и модели в дисертационния труд.

## Глава 2. Модели за оценка на инвестиционната привлекателност на интегрирани върху мрежа агенти

Архитектурата на моделите за интеграция на ИА върху зададена технологична мрежа (ТМ) е разделена на два компонента:

- Модел за избор на агенти – участници в КС, които отговарят на зададени критерии за условия за интеграция;
- Модел за избор на вариант на КС, осигуряваща устойчива конкурентоспособност с отчитане влиянието на околната бизнес среда.

Разработените модели позволяват обединяване на целия процес на вземане на решение при интеграция: от първоначалното задаване на агенти–потенциални елементи на КС до окончателен избор на вариант на КС.

### 2.1. Модел за избор на агенти - участници в клъстерната структура

Целите на модела са: от зададено множество ИА, разпределени по възлите на ТМ, въз основа на *оценка на състоянието на развитие* (ОСР) да се направи избор на агенти-потенциални участници в КС. От получените наредби по ОСР да се направи избор на група, близки по стойност на *оценка на устойчиво развитие* (ОУР) агенти. За тази цел с помощта на моделите се правят:

- Наредба на агентите по степен на намаляване на ОСР, принадлежащи към един и същи възел на ТМ;
- Наредба на агентите по степен на намаляване на ОСР за цялата ТМ;
- Избор на групи агенти – участници в КС. Критерий за избор: близки стойности на ОУР.

#### 2.1.1. Дефиниция на задачите за избор на агенти

За построяване на моделите са дефинирани следните задачи за избор:

**Задача 1:** Да се направи оценка на състоянието на развитие (ОСР) на агентите принадлежащи към един и същ възел на ТМ (хоризонтална интеграция) и тяхната подредба за всеки възел на ТМ в низходящ ред. Решения на Задача 1 са списъци на ИА за всеки възел, подредени по степен на намаляване на ОСР.

**Задача 2:** Да се направи ОСР на агентите за цялата ТМ (смесена интеграция) и тяхната наредба за цялото пространство на мрежата по степен на намаляване на ОСР. Решения на Задача 2 са: списъци на агенти за цялата ТМ, подредени по степен на намаляване на ОСР.

**Задача 3:** По разработена система от критерии, дефинирана като *устойчиво развитие* (УР), всички агенти от задача 2 да се позиционират върху *полигона на устойчивото развитие*. Решение на Задача 3 е разпределение на агентите върху *полигона*, с което се определят групи ИА с близки по стойност ОУР.

#### 2.1.2. Критерии за ОСР и ОУР

Системата от критерии за изчисляване на ОСР е показана в Таблица 2.

Таблица 2 Система от критерии за ОСР на агентите

КРИТЕРИИ ЗА ОСР НА АГЕНТИТЕ	
Рентабилност	Приходи от реализация/Разходи за реализация
Ликвидност	Краткотрайни активи/Краткосрочни задължения
Обращаемост	Приходи от реализация/ Краткотрайни активи

<b>КРИТЕРИИ ЗА ОСР НА АГЕНТИТЕ</b>	
Задлъжнялост	Дългосрочни задължения/ Капитал
Ефективност	Нетна печалба/ Численост на персонала
Инвестиционна активност	Разходи за инвестиции/ Разходи за реализация
Инвестиции в човешки ресурси	Разходи за квалификация/ Разходи за реализация
Пазарен дял	Коефициент
Дял на постоянни клиенти	Коефициент
Интерес към интеграция = Да/Не	Коефициент
Производителност	Средна работна заплата / Приходи от реализация
Ефективност на ДА	Нетна печалба/ ДА

Системата от критерии за изчисляване на ОУР е показана в Таблица 3.

Таблица 3 Система от критерии за ОУР

<b>Критерии за ОУР на агентите</b>	
<b>I. Икономическа креативност</b>	
1.1 Инвестиционна активност	Инвестиционна активност = Разходи за инвестиции/ Общи Разходи
1.2 Взаимодействие с научни звена	качествена оценка по десетобална скала
1.3 Ниво на технологично развитие	Качествена оценка по десетобална скала
1.4 Информационна осигуреност	Качествена оценка по десетобална скала
1.5 Квалификационно ниво на персонала	Качествена оценка по десетобална скала
<b>II. Растеж чрез конкурентоспособност</b>	
2.1 Качество на продукта	Качествена оценка по десетобална скала
2.2 Пазарен дял спрямо базова стойност	От паспортите
2.3 Степен на професионализъм на управленския екип	Качествена оценка по десетобална скала
2.4 Степен на успешност на бизнеса	Печалба/ДА+печалба/ Брой заети
2.5 Степен на яснота за перспективи за развитие	Качествена оценка по десетобална скала

Като входна информация за изчисляване на критериите се използват „паспорти”, които съдържат основни характеристики на ИА. Паспортите се попълват за всеки потенциален участник в КС.

### 2.1.3. Решения на задачите за избор на агенти в клъстерната структура

Решение на *Задача 1*:

Стъпка 1: Описва се ТМ и се посочват нейните характеристики.

Стъпка 2: Изготвят се списъци на ИА с посочване на принадлежността им към възлите на ТМ.

Стъпка 3: За всеки ИА се изготвя „паспорт”.

Стъпка 4: Извършва се подреждане на агентите във всеки възел на ТМ. За

подреждането се използва методът PROMETHEE II, реализиран с DSS MKA – 2 (Vassilev, V., S. Konstantinova, 2005). Изборът се основава на ограничената сравнимост между алтернативите. Въз основа на различен тип интер- и интракритериална информация, получена от „паспорта” се прави обобщена релация, която позволява избор на най-добрата алтернатива от наредба в низходящ или възходящ ред.

За целта се извършва:

а) Въвеждане на функция на предпочитание  $P_j(a, b)$  на алтернативите по отношение на критерия  $f_j(\cdot)$ . Задава се като функция на разликата  $d_j$  между стойностите на този критерий в двете алтернативи:

$$d_j = f_j(a) - f_j(b).$$

На всеки критерий  $f_j(x)$ ,  $j = 1, \dots, k$  се съпоставя един обобщен критерий - функция на релацията  $d_j$  или се задава двойката:

$$(f_j(x), P(a, b)).$$

В зависимост от избрания тип критерий се въвежда допълнителна информация съответно за един или два параметъра. Използват се следните параметри:

$q$  – праг на неразличимост, определящ липсата на предпочитание;

$p$  – праг на предпочитание, определящ силно предпочитание;

$s$  – Гаусов праг, стойността на  $s$  трябва да бъде зададена в интервала между  $q$  и  $p$ .

б) Определяне на индекси на предпочитание: за всяка двойка алтернативи, принадлежащи към множеството алтернативи  $I$  се получава степента на цялостно предпочитание на една алтернатива спрямо друга:

$$\forall a, b \in I, \forall j = 1, 2, \dots, k, \{f_j(a), f_j(b), d_j = f_j(b) - f_j(a), P(a, b)\}.$$

Изчисляват се индексите на предпочитание по всички критерии и аутранкиращите потоци. Чрез тях, по всички критерии  $\pi(a, b)$  се измерва степента, в която алтернативата  $a$  е предпочитана пред алтернативата  $b$  като се взимат предвид всички критерии. Тези индекси се изчисляват за всеки два критерия от  $I$  и от  $\pi(b, a)$ . двупосочно.

с) Изчисляване на аутранкиращи потоци и обобщени релации: обобщените релации се определят на база т.нар. аутранкиращи потоци, които се означават с  $\phi^+(a)$ ,  $\phi^-(a)$  и  $\phi(a)$ . Всеки от аутранкиращите потоците се асоциира с фиксирана алтернатива  $a_i$  и в изчислението му участват всички останали потоци. Тези потоци се наричат съответно положителен и отрицателен аутранкиращи потоци. Положителният аутранкиращ поток  $\phi^+(a)$  показва как алтернативата  $a$  стои пред всички други алтернативи. Колкото по-голяма е стойността на  $\phi^+(a)$ , толкова алтернативата  $a$  е по-добра спрямо останалите алтернативи. Отрицателният аутранкиращ поток  $\phi^-(a)$  изразява как алтернативата  $a$  е предпочетена спрямо другите алтернативи взети заедно. Колкото по-малка е стойността на  $\phi^-(a)$ , толкова по-добра е алтернативата  $a$  спрямо останалите алтернативи.

С помощта на аутранкиращите потоци могат да се дефинират трите релации на предпочитание  $P$ ,  $I$  и  $R$ . За всеки две алтернативи  $a, b \in I$  се изчислява точно едно от следните условия:

$aPb$ , ако:

$$\phi^+(a) > \phi^+(b) \wedge \phi^-(a) \geq \phi^-(b)$$

$$\phi^+(a) \geq \phi^+(b) \wedge \phi^-(a) < \phi^-(b)$$

$aIb$ , ако:

$$\phi^+(a) = \phi^+(b) \wedge \phi^-(a) = \phi^-(b)$$

$aRb$ , в останалите случаи.

За изчисляване и получаване на пълната наредба на алтернативите се използва

аутранкираният поток  $\phi(a)$ , равен на:

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a).$$

Чрез  $\phi(a)$  се дефинират релациите на предпочитания и тъждеството  $P$  и  $I$ :

$$aPb, \text{ ако } \phi(a) > \phi(b)$$

$$aIb, \text{ ако } \phi(a) = \phi(b).$$

При решението на *задача 2* се изпълняват процедурите, описани в *Задача 1*. За първоначалната информация се използва отклонението на стойностите на индивидуалните параметри от базовите от „паспортите”.

Въз основа на релации, получени в стъпка 1 се извършва пълно подреждане на множеството от алтернативи и се получава на списък на подредените агенти за цялата ТМ.

Решение на *Задача 3*:

Стъпка 1: След въвеждане на аутранкирания поток (ОСР) и анализ на списъците от *Задача 1* и *2* се определя списъка на ИА потенциални участници в КС.

Стъпка 2: За всеки ИА от списъка се изчислява ОУР.

Стъпка 3: Задава се *полигон на устойчиво развитие*.

Стъпка 4: ИА от списъка от стъпка 1 се позиционират върху *полигона*.

Стъпка 5: Позиционираните върху *полигона* ИА се анализират и формираните групи се описват.

Разработеният модел позволява избор на ИА, които да формират КС върху зададена ТМ по критерий близки стойност на ОУР (Радева, 2011). За обработка на информацията се използва DSS МКА – 2.

## 2.2. Модел за оценка на инвестиционната привлекателност на клъстерна структура

Основна цел на модела е подпомагане на избора на инвестиционно най-привлекателната КС от множество дефинирани варианти (алтернативи) на КС.

Този модел е основен елемент от система за подпомагане вземането на решение.

За оценка на ефективността на КС е дефиниран критерий *инвестиционна привлекателност* (Радева, 2008), (Popchev, I. Radeva I., 2004) на КС (IP<sub>КС</sub>).

*Инвестиционна привлекателност е интегрална оценка на КС, която характеризира перспективите за нейното развитие, възвръщаемостта на вложените инвестиции, ефективността на използване на активите и взаимодействието с външната среда (пазари, доставчици, клиенти). С други думи IP<sub>КС</sub> е измерител на икономическия ефект от използване на материални, финансови и нефинансови ресурси при минимално равнище на риска.*

Оценката IP<sub>КС</sub> се получава чрез решаване на многокритериална задача за избор. Процедурата за оценка включва специално разработена система балансиращи показатели (BS<sub>С</sub>) (Радева, 2009).

Информационната база за изчисляване на IP<sub>КС</sub> е *консолидиран бюджет* (КБ), разработен въз основа на съставена програма за дейността на КС.

IP<sub>КС</sub> е показател, който оценява устойчивата конкурентоспособност на КС.

Устойчива конкурентоспособност на КС е многофакторен, стратегически управляем процес, изграден върху принципите на: системност, комплексна оценка на факторите, управляемост, отчитане на специфични характеристики, ранжиране на показателите по важност, информационната осигуреност, съпоставимост и непрекъснатост.

За построяване на модела предварително са описани три групи процедури:

- Дефиниране на система от показатели за оценка на инвестиционна

- привлекателност на вариантите на КС;
- Изчисляване на КБ на КС;
- Оценка на инвестиционна привлекателност при условия на безрискова инвестиция.

### **2.2.1. Система от показатели за оценка на инвестиционна привлекателност на клъстерната структура**

Системата от показатели за оценка на инвестиционна привлекателност, която съответства на гореизброените принципи е разработена на базата на подхода *система от балансиращи показатели (Balances Score Card, BSC)* (Kaplan, R.S. and Norton, D.P., 1996) при условията на равновесие между краткосрочни и дългосрочни цели, финансови и нефинансови показатели, вътрешни и външни фактори (Александрова, 2002). BSC позволява измерване на степента на реализиране на заложените цели и оценка на ефективността на дейността на КС. При построяване на BSC за IP<sub>КС</sub> е приложена многокритериална процедура за избор. Изборът на показатели се извършва по критерии: връзка със стратегическата тема ( $K_1$ ), количествена стойност ( $K_2$ ), достъпност ( $K_3$ ), еднозначност ( $K_4$ ) и балансираност ( $K_5$ ).

Изборът на показатели в BSC е итеративна експертна процедура. Основава се върху избраните стратегически цели и стратегически теми (СТ) на КС, отраслови показатели, тенденциите в развитие на отделните вътрешни бизнес процеси и базови оценки на бизнес процесите, свързани с даден продукт/ услуга към момента на структуриране на BSC.

### **2.2.2. Процедури за разработване на консолидиран бюджет**

КБ е съвкупност от стратегически бюджети, разработени по СТ. Разработването на КБ е многостъпкова итеративна процедура, при която се сравняват ефектът от дейността на КС и необходимите разходи на финансови и нефинансови ресурси.

Оценката на *инвестиционната привлекателност* на КБ показва степента на достигане на стратегическата цел на интеграцията. На Фиг. 5. и Фиг. 6. са показани стъпките на стратегическо планиране и процесът на управление, чрез стратегическо планиране.



Фиг. 5 Стъпки на стратегическото планиране



Фиг. 6 Процес на управление чрез стратегическо планиране

За всеки формиран вариант на КС се изчисляват бюджети по СТ, които се обединяват в общ КБ.

Процедурата съдържа осем стъпки:

Стъпка 1: Формулиране на стратегическата цел на КС.

Стъпка 2: Описание на зададената ТМ.

Стъпка 3: Формиране на варианти на КС. Вариантите могат да бъдат:

- Вариант 1: ТМ е непълна и празните звена ще се обслужват от външни за

мрежата ИА;

- Вариант 2: ТМ е непълна и празните звена ще бъдат попълнени с ново изградени от КС (собствени инвестиции) ИА. През периода на изграждане на ИА, дейността им ще се изпълнява от външен за мрежата ИА;
- Вариант 3: ТМ е изцяло попълнена с близки по ОУР агенти от полигона на устойчиво развитие;
- Вариант 4: ТМ е непълна и празните звена ще бъдат попълнени чрез превличане на агенти извън групирани по ОУР ИА.

Стъпка 4: Избор на планов период за разработване на КБ.

Стъпка 5: Разработване на структура на BS<sub>C</sub>.

Стъпка 6: Дефиниране на дейности за реализиране на вариантите на КС.

Стъпка 7: Верифициране на входната информация.

### 2.2.3. Прогнозиране на консолидиран бюджет

КБ се прогнозира на базата на прогнозни разчети за приходите на КС и обобщените разходи по дейности. Функционална схема е показана на Фиг. 7.



Фиг. 7 Схема за прогнозиране на КБ

Полученият КБ се оценява за допустимост:

- Ако дисконтираният чист паричен поток (ДЧПП) е положителен, КБ се приема за допустим и участва в процедурата за избор на вариант на КС;
- Ако ДЧПП е отрицателен, процедурата за изчисляване на КБ се връща в началото като се прави редукция на дейностите или редукция на разходите за ресурси. Итерациите се повтарят докато ДЧПП стане положителен. Ако балансирането не може да бъде постигнато за 3 - 4 итерации, вариантът се изключва от процедурата за избор.

### 2.2.4. Оценка на инвестиционна привлекателност при условия на безрискова инвестиция

Оценката на инвестиционна привлекателност на варианта на КС при условия на



безрискова инвестиция се определя като интегрална оценка на индикаторите на  $BS_C$ .

Процедурата за избор на алтернатива на КС се основава на алгоритмите за многокритериална оценка “линейна комбинация на частните критерии” LINCOS и „максимален гарантиран резултат” MAXIMIN.

Алтернативи  $a_i$  са оценяваните варианти на КС. Множеството им се означава с  $A$ ,  $a_i \in A(\forall i)$ . Алтернативите се оценяват с числови функции, изходните данни се записват като матрица  $\|x_{ij}\|$ , където  $i$  е номер на алтернатива (номер на ред),  $j$  е номер на критерий (номер на стълб), а  $x_{ij}$  е оценката на  $i$ -тата алтернатива по критерий  $K_j$ . Броят на частните критерии е краен.

Методът MAXMIN изисква привеждане на оценките  $x_{ij}$  към сравними скали. Като единствена оценка на алтернативата се приема минималната оценка по всички частни критерии. Алгоритъмът извършва наредба като на първо място се подрежда алтернативата, чиято най-лоша оценка е максимална.

Методът се опира на гарантиран резултат, но използва само неголяма част от информацията, която се съдържа в матрицата  $\|x_{ij}\|$ . Това ограничава неговото използване.

Методът LINCOS се използва, когато всички зададените върху множеството  $A$  числови функции (частни критерии) са нормализирани и приведени към един тип (максимизиращи). Оценка на алтернативата  $a_i$  е  $s_i = \sum_j \lambda_j x_{ij}$ . Алгоритъмът подрежда алтернативите в ред на ненарастване на числата  $s_i$ .

Многокритериалната процедура за оценка на  $IP_{КС}$  формира наредба, в която на първо място се класира КБ оценен по  $BS_C$ , който съответства на инвестиционно най-привлекателната КС.

Получените резултати се анализират от ЛВР и в случай, че те не удовлетворяват неговите изисквания е предвиден цикъл за внасяне на корекции и повторно изчисляване на КБ. Като правило получените на първата итерация резултати насочват ЛВР към необходимите корекции.

В случай, че полученото решение не удовлетворява ограничителните условия на задачата, итеративната процедура се връща в към процедури за прогнозиране на КБ.

### **Глава 3. Система за подпомагане на вземането на решение при интеграция на агенти върху зададена мрежа**

На база на методичния подход и инструментариум за структурна интеграция на ИА в КС и моделите и алгоритми за оценка на инвестиционната привлекателност на тези структури е разработена DSS „Map-cluster”.

#### **3.1. Общи принципи на изграждане на системи за подпомагане вземането на решения (DSS)**

DSS „Map-cluster” е компютърно базирана информационна система от смесен тип.

Проектирането е извършено в съответствие с изградени правила и процедури за процеса на структурна интеграция на ИА и оценка на качеството на вариантите на КС.

#### **3.2. Оценка на риска при взимане на решения за избор**

Изборът на инвестиционно най-привлекателен вариант на КС е решаване на

многокритериална задача за избор при интегрален критерий *инвестиционна привлекателност на КС в условия на риск*  $IP_{RISK}$ . Компоненти на този интегрален критерий са:

- $IP_{КС}$  без отчитане на риска;
- $IP_{КС}$  с директно отчитане на риска по метода  $NPV$ ;
- $IP_{КС}$  с директно отчитане на риска по метода  $IRR$ ;
- $IP_{КС}$  с директно отчитане на риска по метода  $\sigma$ .

Интегралната оценка по критерий *инвестиционна привлекателност на КС в условия на риск* е линейна комбинация от оценките по частните критерии.

За правило на трансформиране на оценките  $IP_{КС}$  е избран принципът на адитивна полезност на вариант на КС  $A_i$ , която е оценена по множество от критерии.

В общия случай оценката на всеки вариант  $A_i$  на КБ, като скаларна величина, се изчислява по формулата:

$$IP_{КС} = \sum_{j=1}^m d_{ij}w_j, \forall i = \overline{1, n}, \forall j = \overline{1, m}$$

$$w_j > 0, \sum_{j=1}^n w_j = 1$$

където:

$d_{ij}$  са оценките на  $i$ -тия вариант по  $j$ -тия критерий (цел);

$w_j$  е тегловен коефициент по  $j$ -тия критерий.

При прилагане на процедурите за вземане на решения за избор на КС има два подхода по отношение на влиянието на риска.

*Първи подход*: решението се взема при индиректно отчитане на риска чрез дисконтиране на чистия паричен поток на КБ при презумпция за безрискова инвестиция. В приложни задачи, подобен подход рядко дава коректно решение. Този подход е описан в глава 2.

*Втори подход*: решението се взема след изследване на рисковите фактори.

Начините на включване на риска в процедурите за избор са представени на Фиг.

8.



Фиг. 8 Начини на включване на риска в процедурите за избор

За директно изследване на риска в практиката най-често се използват динамични методи, които отчитат стойността на парите във времето.

За решаване на приложни задачи, най-често се препоръчват използването на методите NPV (Александрова, 2012), IRR и  $\sigma$ .

За индиректно изследване на риска най-широко разпространение има методът, който използва сравнение с безрисков еквивалент и чрез дисконтов фактор.

При прилагане на метода NPV като основен индикатор за проявяването на риска в КС се използва КБ (глава 2).

Анализът на риска на вариантите на бюджет  $A_i$  цели количествено определяне на неопределеността на факторите, които влияят върху избора на алтернатива на КС. Изхождайки от приоритета на целите на интеграцията, необходимо е рискът да се оцени по отношение на показателите със синтетичен характер: NPV, IRR,  $\sigma$ . (директно отчитане на риска).

За изследване на риска се прави матрица на сценариите (Таблица 4).

Таблица 4 Матрица на сценариите<sup>2</sup>

<b>А<sub>in</sub></b> \ <b>Параметри</b>	<b>Вер.</b> <b>p<sub>i,m</sub></b>	<b>С-ст</b> <b>на</b> <b>NCF<sub>i,m</sub></b>	<b>NPV<sub>i,m</sub></b> <b>= (NCF<sub>i,m</sub></b> <b>- K<sup>0</sup><sub>i,m</sub>) · p<sub>i,m</sub></b>	<b>NPVi (интегрирано)</b> <b>= <math>\frac{\sum_{m=1}^k NPV_{i,m}}{m}</math></b>
<b>Вариант А<sub>1,1</sub></b> <b>(оптимистичен)</b>	<b>P<sub>1,1</sub></b>	<b>NCF<sub>1,1</sub></b>	<b>NPV<sub>1O</sub></b>	
<b>Вариант А<sub>1,2</sub></b> <b>(реалистичен)</b>	<b>P<sub>1,2</sub></b>	<b>NCF<sub>1,2</sub></b>	<b>NPV<sub>1R</sub></b>	
<b>Вариант А<sub>1,3</sub></b> <b>(песимистичен)</b>	<b>P<sub>1,3</sub></b>	<b>NCF<sub>1,3</sub></b>	<b>NPV<sub>1P</sub></b>	
<b>NPV (интегрирано)</b>				<b>NPV<sub>i</sub></b> <b>= <math>\frac{(NPV_{1,1} + NPV_{1,2} + NPV_{1,3})}{3}</math></b>
...				
<b>А<sub>i</sub></b>				
...				
<b>Вариант А<sub>n,1</sub></b> <b>(оптимистичен)</b>	<b>P<sub>n,1</sub></b>	<b>NCF<sub>n,1</sub></b>	<b>NPV<sub>nO</sub></b>	
<b>Вариант А<sub>n,2</sub></b> <b>(реалистичен)</b>	<b>P<sub>n,2</sub></b>	<b>NCF<sub>n,2</sub></b>	<b>NPV<sub>nR</sub></b>	
<b>Вариант А<sub>n,3</sub></b> <b>(песимистичен)</b>	<b>P<sub>n,3</sub></b>	<b>NCF<sub>n,3</sub></b>	<b>NPV<sub>nP</sub></b>	
<b>NPV (интегрирано)</b>				<b>NPV<sub>n</sub></b> <b>= <math>\frac{(NPV_{n,1} + NPV_{n,2} + NPV_{n,3})}{3}</math></b>

\*K<sup>0</sup> – инвестиции

IRR се изчислява по формулата:

$$IRR = r_1 + (r_2 - r_1) \frac{NPV_{r_1}}{NPV_{r_1} - NPV_{r_2}}$$

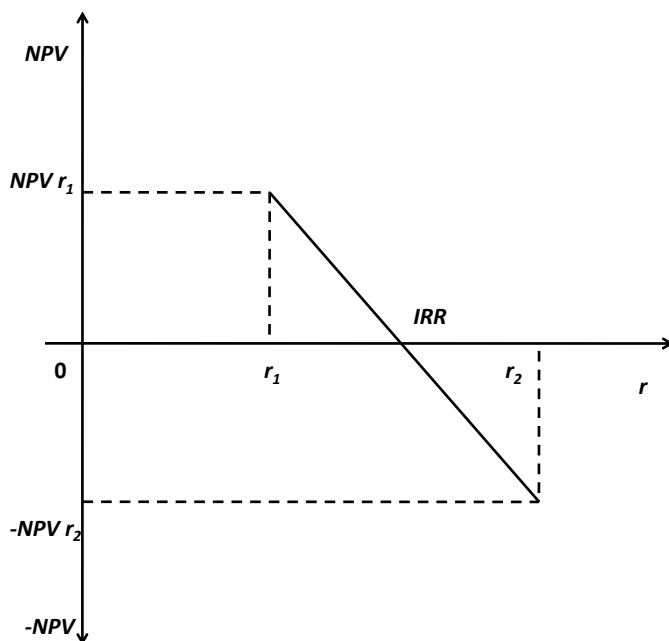
където:

r<sub>1</sub> е норма на възвръщаемост, при която NPV<sub>r<sub>1</sub></sub> е положително число;

r<sub>2</sub> е норма на възвръщаемост, при която NPV<sub>r<sub>2</sub></sub> е отрицателно число;

Графично IRR се определя както е показано на Фиг. 9:

<sup>2</sup> За реалистичен сценарий се използва КБ при безрискова инвестиция (глава 2). Оптимистичният и песимистичният варианти се разработват експертно на база реалистичния сценарий. Експертно се посочват и вероятностите за реализиране на тези сценарии.



Фиг. 9 Графично определяне на IRR

Съответно за k различни икономически ситуации се използват формулите:

$$\overline{NCF} = \sum_{n=1}^k NCF_n \cdot p_n;$$

$$\sum_{n=1}^k p_n = 1;$$

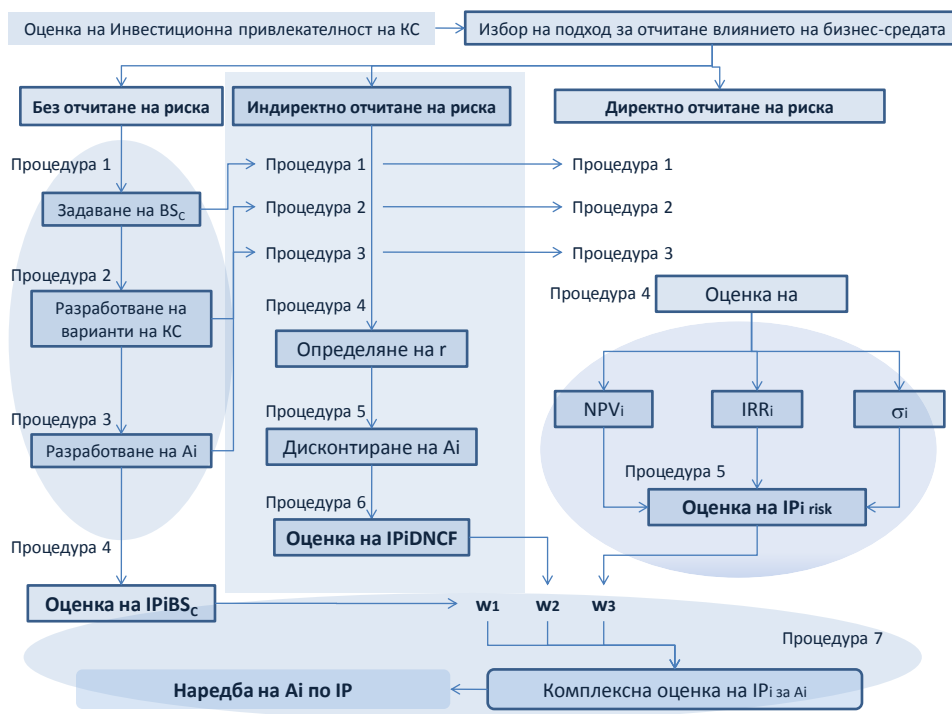
$$\sigma = \sqrt{\sum_{n=1}^k (NCF_n - \overline{NCF})^2 \cdot p_n} \text{ и}$$

$$\sigma^L = \sqrt{\sum_{n=1}^k (NCF_n - \overline{NCF})^2 \cdot n^{-1}}$$

Съгласно принципът на недостатъчното основание  $p^L = \frac{1}{n}$ .

За оценка на инвестиционната привлекателност на варианта на КС се използва комплексна оценка, изчислена като линейна комбинация от оценките, получени по различните методи (без отчитане на риска с индиректно и директно отчитане на риска).

Функционалната схема на изчислителната процедура е показана на Фиг. 9. За изчисляване на  $IP_{i,risk}$  примерната матрица 4x4 е дадена като Таблица 4.



Фиг. 10 Процедури за оценка на инвестиционна привлекателност на вариантите на КС

Оценките  $IP_{iBSC}$ ,  $IP_{iDNCF}$  и  $IP_{i risk}$  на вариантите на КС се подреждат в Таблица 5.

Таблица 5

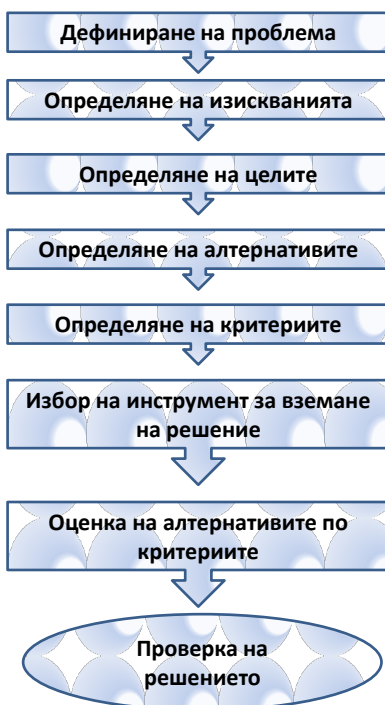
$K_j$	$IP_{iBSC}$		$IP_{iDNCF}$		$IP_{i risk}$		$IP_i$
$A_i$	$w_1$	$IP_{iBSC}$	$w_2$	$IP_{iDNCF}$	$w_3$	$IP_{i risk}$	$IP_i = w_1 \cdot IP_{iBSC} + w_2 \cdot IP_{iDNCF} + w_3 \cdot IP_{i risk}$
$A_1$							
...							
$A_i$							
...							
$A_n$							

\* $w_i$  – тегловен коефициент

Въз основа на оценките от Таблица 5 и „тегла”, инвестиционната привлекателност  $IP_i$  се изчислява като линейна комбинация от частните оценки. Вариантите на КС се нареждат по степен на намаляване на  $IP_i$ .

### 3.3. Методичен подход за проектиране на DSS

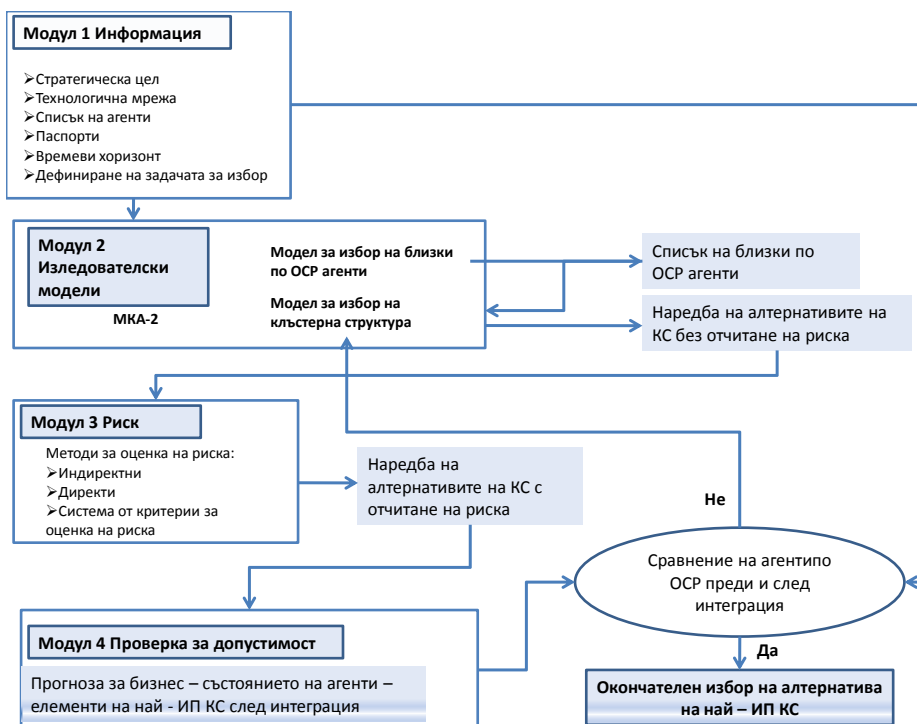
Методичен подход за изграждане на DSS за подпомагане вземането на решение за избор на КС е показана на Фиг. 11.



Фиг. 11 Обобщена структурна схема на процеса на вземане на решение

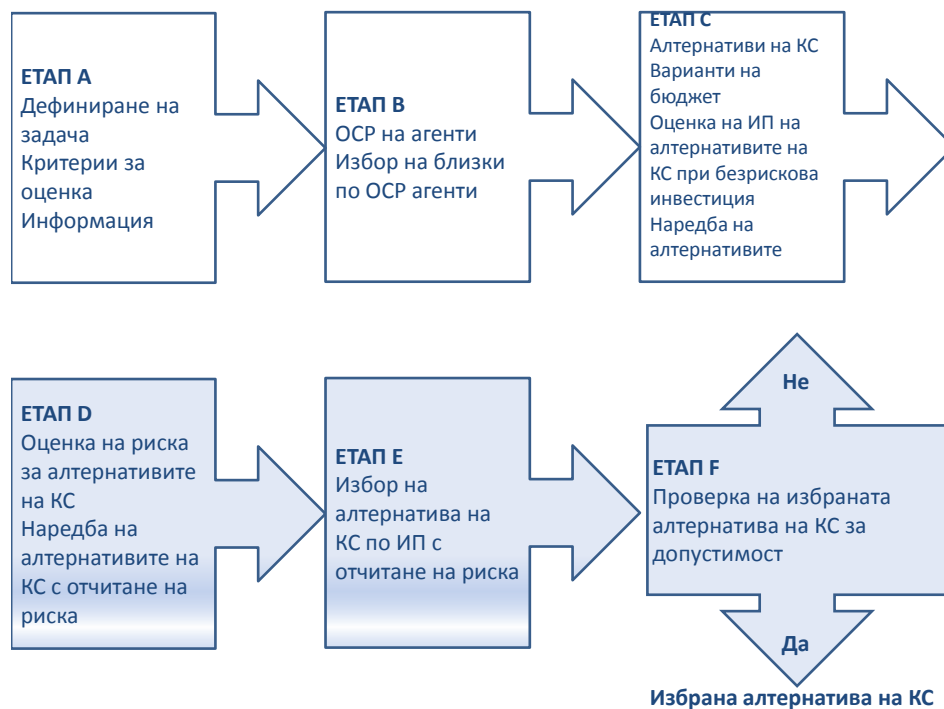
### 3.4. Структура на DSS “MAP-cluster”

DSS “MAP-cluster” е изградена на модулен принцип (Popchev, I. Radeva I, 2006). Структурна схема на системата е показана на Фиг. 12.



Фиг. 12 Структурна схема на „MAP-cluster”

Подходът към изграждане на КС е структуриран в шест етапа. На Фиг. 13 е показана основната схема на процеса.



Фиг. 13 Основна схема на процеса на изграждане на КС

## Глава 4. Експериментално решение

За проверка на работоспособността на инструментариума (алгоритми и модели) за решаване на задача за избор на инвестиционно най-привлекателна КС е проведен експеримент, който има за цел да верифицира предлагания подход, да оцени коректността на изчислителните процедури и функционалната пригодност на DSS “Map-cluster” в приложни задачи от икономиката.

Използваните обобщения и решения са получени при изпълнение на реални проекти.

### 4.1 Тестов пример

**Задача:** Върху предварително зададена ТМ от смесен тип за производство и реализация на зеленчукови консерви да се избере множество от близки по ОУР ИА, да се формират варианти на КС и от тях да се избере инвестиционно най-привлекателен вариант.

Изпълнени са следните процедури:

Процедура 1. Описание на ТМ;

Процедура 2. Съставяне на списък на ИА;

Процедура 3. Съставяне на „паспорти” на ИА;

Процедура 4. Конструирание на система от критерии за ОСР на ИА.

Процедура 5. Изчисляване на показатели;

Процедура 6. Оценка на състоянието на развитие на агентите от т. 2.;

Процедура 7. Позициониране на ИА върху полигона на устойчиво развитие;

Процедура 8. Дефиниране на варианти на КС и избор на инвестиционно най-привлекателен вариант.

Дефинирани са два варианта на КС:

**Вариант 1:** КС от 8 избрани ИА (процедура 6 и 7), които запълват четири възела от ТМ, а в петия празен възел, КС използва външна услуга.

**Вариант 2:** КС от 9 агента, 8 от които разпределени по възлите на ТМ, а петият

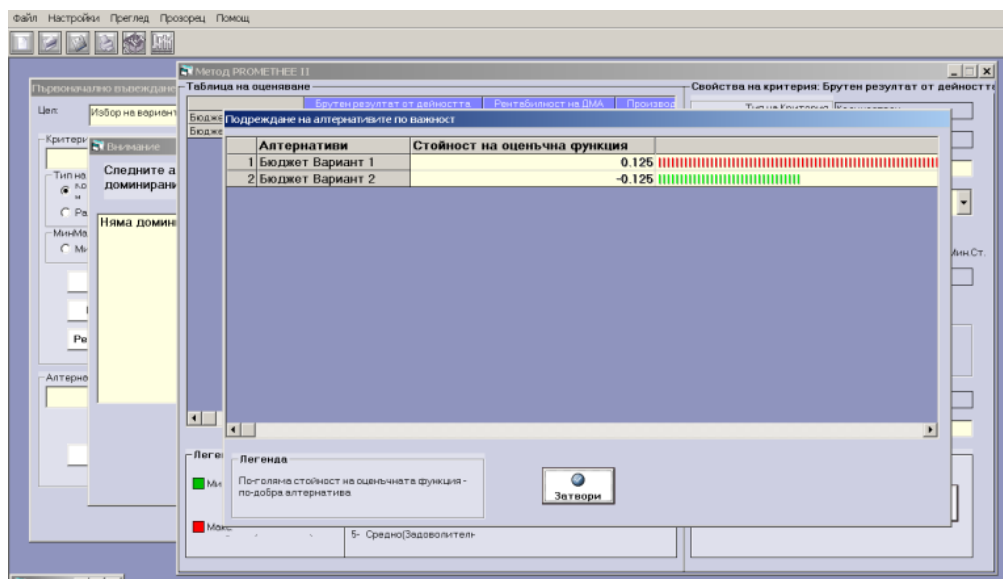


празен възел се запълва от ново изграден от КС елемент.  
 Двамата варианта на КБ са допустими за формиране на КС.

**4.2. Оценка на инвестиционната привлекателност на вариантите на клъстерна структура**

Оценките на инвестиционна привлекателност на вариантите на КС са направени със и без отчитане на риска.

При подхода без отчитане на риска, след оценка на КБ по  $BS_C$  с DSS МКА – 2 по метода PROMETHEE II е получена следната наредба (Фиг. 13):



Фиг. 14

Резултатите показват, че на първо място е класиран консолидиран бюджет на вариант 1.

При подхода с отчитане на риска вариант 1 на КС също е на първо място и е инвестиционно по-привлекателен от вариант 2 (Таблица 6):

Таблица 6

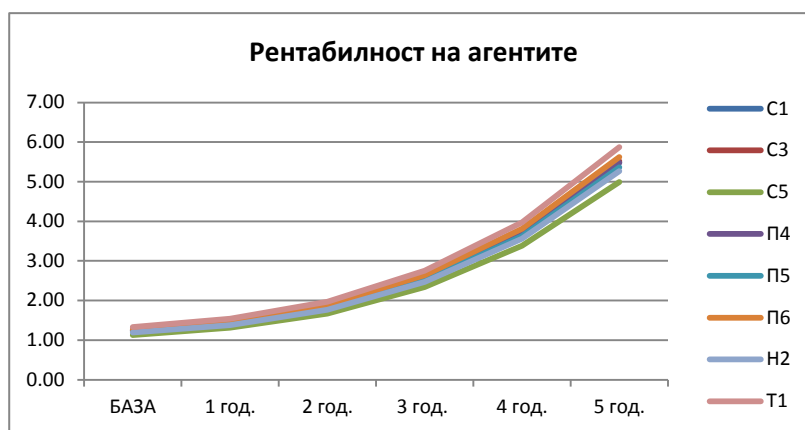
Нормализирани стойности	NPV (max)	IRR (max)	$\sigma$ (min)	$\sigma^L$ (min)	$s_j$	$t_j$	$s_j^L$	$t_j^L$
<b>Бюджет 1</b>	1.00	1.00	0.64	0.60	<b>0.81</b>	<b>0.12</b>	<b>0.81</b>	<b>0.15</b>
Бюджет 2	0.67	0.27	1.00	1.00	0.76	0.05	0.74	0.07
$\lambda_j$	0.3	0.2	0.3	0.2				
$\lambda^L$	0.25	0.25	0.25	0.25				

където:

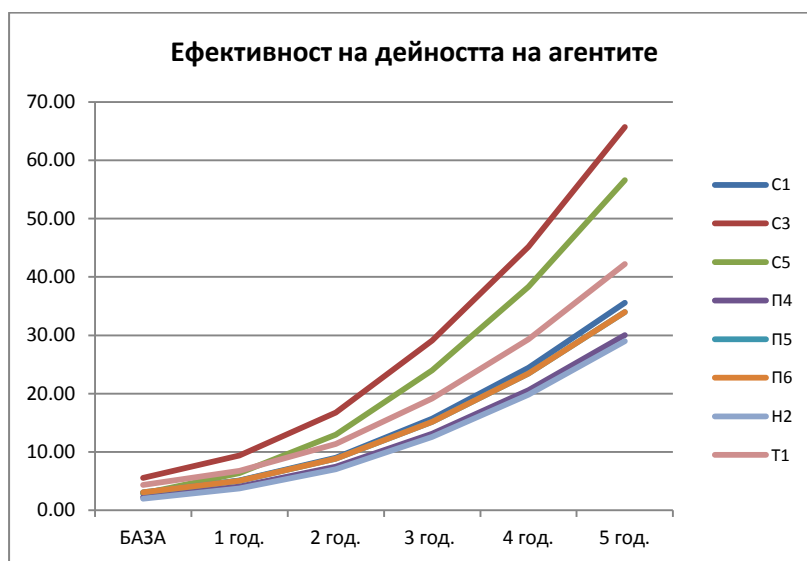
- $\lambda_j$  - тегловни коефициенти;
- $\lambda^L$  - тегла на критериите при използване на принципа на Лаплас;
- $s_i$  - оценки на КБ по метода LINCOM;
- $s_i^L$  - оценки на КБ по метода LINCOM по Лаплас;
- $t_i$  - оценки на КБ по метода MAXIMIN;
- $t_i^L$  - оценки на КБ по метода MAXIMIN по Лаплас.

За окончателен избор на вариант на КС, в DSS „Map-cluster” е предвидена процедура за проверка за изпълнението на следното условие: нито един ИА в КС, да не е влошил състоянието си на развитие след клъстеризация. Проверката е направена по три показателя: рентабилност, ефективност на дейността и ефективност на ДА.

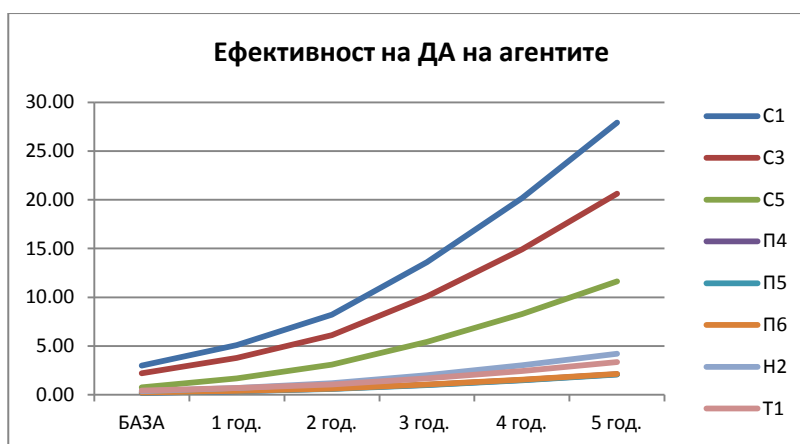
За целта е направена прогноза за състоянието на развитие на всички ИА, които принадлежат към вариант 1 на КС за петгодишен прогнозен период. Изчисленията показват, че за прогнозния период ИА са подобрили състоянието си на развитие. Резултатите са показани на Фиг. 14 - 16.



Фиг. 15



Фиг. 16



Фиг. 17

В общия случай, ако резултатите от проверката показват, че поне един ИА влошава състоянието си на развитие, процедурата за избор на вариант на КС се връща към процедурата за дефиниране на нови варианти.

Анализът се извършва върху *полигона за устойчиво развитие*, след което може да се вземе решение за промяна на списъка на ИА, в това число и дефиниране на нова стратегия за формиране на вариантите на КС.

Анализът на получените резултати, проверката на разработения инструментариум (модели и алгоритми) и работата със системата за подпомагане вземането на решение показва коректността на предлагания подход и работоспособността на моделите и алгоритмите за избор на инвестиционно най-привлекателна КС.

Разработената система позволява използването на стандартни софтуерни продукти и може да се реализира и като специализиран софтуерен продукт.

## Изводи

Проведените експерименти потвърдиха работоспособността на предложените принципи и процедури за решаване на задача за избор на инвестиционно най-привлекателна КС, изградена от близки по оценки на състоянието на развитие ИА, позиционирани върху зададена ТМ от смесен тип за производство на продукти/ услуги.

Тестовият пример показва коректност на получените решения и сравнителна функционалност при използване на DSS “MAP -cluster”.

Получените резултати в дисертационния труд позволяват да бъдат очертани по нататъшни изследвания:

- Изследване на индустриалната среда и нейното въздействие върху КС като основното внимание да се концентрира върху размитостта на средата като характеристика при оценката на инвестиционната привлекателност;
- Повишаване на функционалността и коректността на инструментариума, чрез изследване и оценка на синергичния ефект при клъстеризация на ИА при условия на доброволно сдружаване;
- Разработване на подходящ инструментариум за активно управление на риска в КС.

## Авторска справка

Основните научни и научно-приложни приноси на настоящата дисертация са:

1. За решаване на основния проблем на изследването е предложена концепция за интеграция на ИА върху ТМ от смесен тип. Концепцията систематизира известни

теоретични и практически подходи за изграждане и идентифициране на икономически кълстери.

2. Предложен е инструментариум (модели и алгоритми), който позволява да бъде направен избор на ИА, да бъдат генерирани алтернативни варианти, да бъде оценена инвестиционната привлекателност и да бъде решена задачата за избор на инвестиционно най-привлекателна КС.
3. Приложен е подход за оценка на риска при изграждане на КС чрез обединяване на методи за директно и индиректно отчитане на риска.
4. Конструирана е система за подпомагане вземането на решение за структурна интеграция на икономически агенти върху технологична мрежа от смесен тип и избор на вариант на кълстерна структура. Системата включва три модела и програмни продукти за многокритериален избор: модел за избор на икономически агенти, модел за избор на кълстерна структура при безрискова инвестиция и модел за избор на кълстерна структура при индиректно и директно отчитане на риска.
5. Системата за подпомагане вземането на решения е експериментирана върху практически пример, което доказва нейната работоспособност и възможности за развитие.

### Благодарности

Накрая бих искала да благодаря на всички, които ми помогнаха по време на подготовката на този дисертационен труд.

### Библиография

1. Bergman, E.M. and Feser, E.J. (1999). *Industrial and Regional Clusters: Concepts and Comparative Applications*. WVU Regional Research Institute.
2. Brans, J. P. (1994). The PROMCALC & GAIA Decision Support System for Multicriteria Decision Aid. *Decision Support System* (12), 297-310.
3. Buckley, J. (1989). A fuzzy ranking of fuzzy numbers. *Fuzzy Sets and Systems* (33), 119-121.
4. Chen, Ch.B., and Klein, C.M. (1994). IEEE Conf. on SMC. *Fuzzy ranking methods for multi-attribute decision making* (стр. 475-480). San Antonio, USA: IEEE.
5. Copland, T., Koller, T., Murrin, J. (2002). *Valuation: Measure and Managing the Value of Companies*. New York: John Wiley.
6. Dyer, J. (2004). MAUT: Multiattribute Utility Theory. (S. G. J. Figueira, Ред.) *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, 265-285.
7. Ehrgott, M., Wiecek M. (2004). Multiobjective Programming. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, 667-722.
8. Gardiner, L. a. (1997). Interactive Multiple Criteria Procedures: Some Reflections. *Multicriteria Analysis (J. Climaco, Ed.)*, 290-301.
9. Herrera, F., and Herrera-Viedma, E. (1997). Aggregation operators for linguistic weighted information. *IEEE Trans. Sys. Man Cybern* (27), 646-656.
10. Herrera, F., and Herrera-Viedma, E. (2000). Choice functions and mechanisms for linguistic preference relations. *European J. Oper. Res.* (120), 144-161.
11. Herrera, F., and Herrera-Viedma, E. (2000). Linguistic decision analysis: steps for solving decision problems under linguistic information. *Fuzzy Sets and Systems* (115), 67-82.
12. Innovation.bg. (2004). *Innovation.bg*, 6 (7).
13. Jacob, J. (2000). *The Nature of Economies*. N.Y.
14. Kaplan, R.S. and Norton, D.P. (1996). *The Balanced Scorecard: Translating Strategy*

- into Action*. Harvard Business Press.
15. Korhonen, P. (1987). VIG - A Visual Interactive Support System for Multiple Criteria Decision Making. *Belgian Journal of Operations Research, Statistics and Computer Science*, 1 (27), 3-15.
  16. Miettinen, K. and Makela M.M. (2002). On Scalarizing Functions in Multiobjective Optimization. *Spectrum* (24), 193-213.
  17. Miettinen, K. (1999). *Nonlinear Multiobjective Optimization*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
  18. Narula, S. C. and Vassilev, V. (1994). An Interactive Algorithm for Solving Multiple Objective Integer Linear Programming Problems. *European Journal of Operational Research* (79), 443-450.
  19. OECD. (2005). *OECD*. Изтеглено на 05 04 2012 г. от OECD Home: <http://www.oecd.org/dataoecd/7/8/35136722.pdf>
  20. Peneva, I., I. Popchev. (2010). Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Algorithms. *Comptes rendus de l'Academie des Sciences*, 63 (7), 979-991.
  21. Peneva, V. a. (2008). Fuzzy criteria importance with weighting functions. *Compt. Rend. Acad. Bulg. Sci.* (61(3)), 293-300.
  22. Peneva, V. I. (2007). 6. *Fuzzy Optimization and Decision Making* (6), 351-365.
  23. Peneva, V., and Popchev, I. (2001). Aggregation of fuzzy numbers in a decision making situation. *Cybernetics and Systems* (32(8)), 821-835.
  24. Peneva, V., and Popchev, I. (2003). Properties of the aggregation operators related with fuzzy relations. *Fuzzy Sets and Systems* (139 (3)), 615-633.
  25. Peneva, V., I. Popchev. (1998). Comparison of cluster from fuzzy numbers. *Fuzzy Sets and Systems* (97(1)), 75-81.
  26. Popchev, I. Radeva I. (2006). A Decision Support Method for Investment Preference Evaluation. *Cybernetics and Information Technologies* (55), 3 – 16.
  27. Popchev, I. Radeva I. (2004). An Investment Preference under Incomplete Data. *International IFAC Workshop DECOM-TT* (стр. 243 – 248). Bansko: IFAC.
  28. Popchev, I., I. Radeva. (November 2007). MAP-Cluster: An Approach for Latent Cluster Identification. *IFAC CEFIS 2007: Synergy of Computational Economics and Financial and Industrial Systems*, (стр. p.p. 63-67.). Istanbul.
  29. Porter, M. (1998). *On Competition, Clusters and Competition: New Agendas for Companies, Governments, and Institutions*. . Boston: Harvard Business School Press.
  30. Roubens, M. (1997). Fuzzy sets and decision analysis. *Fuzzy Sets and Systems* (90), 199-206.
  31. Roy, B. (1989). Main sources of inaccurate determination, uncertainty and imprecision in decision models. *Mathematical and Computer Modeling* (12), 1245-1254.
  32. Roy, B. (1996). *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Kluwer.
  33. Steuer, R. (1986). *Multiple Criteria Optimization: Theory, Computation, and Applications*. John Wiley & Sons, Inc.,.
  34. Vansnick, J. (1986). On the Problem of Weights in Multiple Criteria Decision Making (the noncompensatory approach). *European Journal of Operational Research* (24), 288-294.
  35. Vassilev, V. N. (1993). A Reference Direction Algorithm for Solving Multiple Objective Integer Linear Programming Problems. *Journal of the Operational Research Society*, 44, 12, 1201–1209, , 12 (44), 1201-1209.
  36. Vassilev, V., S. Konstantinova. (2005). Multicriteria Macroeconomic Ranking of Two Groups of European Countries by Decision Support System MKA-2. *International Workshop Proceedings "Distributed Computer and Communication Networks"*, (стр.

- 153-164). Bulgaria, Sofia.
37. Vincke, P. (1992). *Multicriteria Decision-Aid*. New York: John Wiley & Sons.
38. Wierzbicki, A. P. (1980). The Use of Reference Objectives in Multiobjective Optimization. *Multiple Criteria Decision Making: Theory and Application. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems (G. Fandel and T. Gal, Eds.)*, 117, 468-486.
39. Zadeh, L. (1971). Similarity relations and fuzzy orderings. *Inform. Inform. Sci.* (3), 177-200.
40. Авдонина, С. (2012). Синергический эффект кластерных образований и параметры его оценки. *Региональная экономика и управление: электронный журнал*, 1 (29).
41. Александрова, М. (2012). Варианти на прилагане на метода на нетната тастояща стойност за оценка на финансовата ефективност на инвестиционни проекти. *ИДЕС* (2), 22-42.
42. Александрова, М. (2002). *Финансови критерии и техники за оптимизация на инвестиционния избор в реални активи*. София: Тракия М.
43. Василев, В. (2005). *Интерактивни методи и системи за многокритериална оптимизация и многокритериален анализ. Хабилитационен труд за старши научен сътрудник I ст. по научна специалност 02.21.10 "Приложение на принципите и методите на кибернатиката в различни области на наука"*. София: ИИТ - БАН.
44. Велев, М. (2007). *Клъстерен подход за повишаване на конкурентоспособността*. София: Софтрейд.
45. ЕС. (22 Май 2012 г.). Предложение за регламент на Европейския парламент и на Съвета за създаване на програма за конкурентоспособност на предприятията и за МСП COSME(2014-2020). *Междунституционално досие 2011/0394 (COD)*. Брюксел.
46. Радева, И. (2008). Многоетапна схема за оценка на инвестиционна привлекателност. От *Финансови иновации. Изследвания и практики*. (стр. 135 – 155.). София: Издателство на НБУ.
47. Радева, И. (2009). Научно – практическа конференция „Корпоративните финанси днес и утре”, Нов Български Университет. *Използване на система от балансиранни показатели при многокритериална оценка на инвестиционната привлекателност* (стр. 162-175). София: Нов Български Университет.
48. Радева, И. (2011). Проектиране на икономически клъстери. *Автоматика и информатика* (4), 48 – 52.



# **Abstracts of Dissertations**

Number 1, 2013

---

INSTITUTE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ  
ИНСТИТУТ ПО ИНФОРМАЦИОННИ И КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ

---

Брой 1, 2013

# **Автореферати на дисертации**