

DECISION-MAKING IN ECONOMY AND MANAGEMENT:
PROBLEMS AND PROSPECTS

ADOPCIÓN DE DECISIONES EN ECONOMÍA
Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS
PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS

PUBLICACIONES DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS
ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

DECISION-MAKING IN ECONOMY AND MANAGEMENT:
PROBLEMS AND PROSPECTS

ADOPCIÓN DE DECISIONES EN ECONOMÍA
Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS:
PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS

DISCURSO DE INGRESO DEL ACADÉMICO CORRESPONDIENTE ELECTO
PARA LA REPÚBLICA DE BIELORRUSIA

ILMO. SR. DR. VÍCTOR V. KRASNOPROSHIN

DOCTOR EN MATEMÁTICAS
CATEDRÁTICO Y JEFE DE DEPARTAMENTO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL
DE BIELORRUSIA
VICEPRESIDENTE DEL CONSEJO COORDINADOR DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS
DE LA REPÚBLICA DE BIELORRUSIA

en el acto de su recepción, 21 de enero de 1999, y

DISCURSO DE CONTESTACIÓN POR EL ACADÉMICO NUMERARIO
EXCMO. SR. DR. DON JAIME GIL ALUJA

B A R C E L O N A

1999

SUMARIO

DISCURSO DE INGRESO DEL ACADÉMICO CORRESPONDIENTE, ELECTO
ILMO. SR. DR. VÍCTOR V. KRASNOPROSHIN

ORIGINAL INGLÉS

I. INTRODUCTION	9
II. INTERRELATION OF ECONOMY, MANAGEMENT AND KNOWLEDGE	13
III. DECISION-MAKING AND UNCERTAINTY	15
IV. MODERN APPROACHES TO DECISION-MAKING	19
A) GENERAL SCHEME OF OBTAINING MANAGEMENT DECISIONS	19
B) THE PROBLEM OF MODELLING AND METHODS	23
C) FUZZY DECISION-MAKING IN ENTERPRISE MANAGEMENT	28
V. MANAGEMENT AND GLOBAL INFORMATION NETWORKS	33
VI. CONCLUSION.....	43
REFERENCES	45

TRADUCCIÓN CASTELLANA

I. INTRODUCCIÓN	55
II. INTERACCIÓN DE LA ECONOMÍA, DIRECCIÓN DE EMPRESAS Y CO- NOCIMIENTO	59
III. ADOPCIÓN DE DECISIONES E INCERTIDUMBRE	63
IV. CONCEPCIONES MODERNAS PARA LA ADOPCIÓN DE DECISIONES ESQUEMA GENERAL DE OBTENCIÓN DE LAS DECISIONES DE DIREC- CIÓN	67
EL PROBLEMA DE LOS MODELOS Y MÉTODOS	72
ADOPCIÓN DE DECISIONES BORROSAS EN LA DIRECCIÓN DE EMPRE- SAS	77
V. DIRECCIÓN DE EMPRESAS Y REDES GLOBALES DE INFORMACIÓN..	83
VI. CONCLUSIÓN.....	93
BIBLIOGRAFÍA.....	95

DISCURSO DE CONTESTACIÓN POR EL ACADÉMICO NUMERARIO
EXCMO. SR. DR. DON JAIME GIL ALUJA

Discurso.....	101
---------------	-----

PUBLICACIONES DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS ECONÓMICAS
Y FINANCIERAS

	109
--	-----

*Among economists reality is often
considered a special case*

Horgen's principle

MR. PRESIDENT,
ACADEMICIANS,
LADIES AND GENTLEMEN

First of all I would like to express my sincere gratitude to members of the Royal Academy for the great honour done to me having elected me Academician-Correspondent of the Royal Academy of Economic and Financial Sciences.

The honour will certainly be a great stimulus to continue my investigations in such an interesting and undoubtedly important field as decision-making in economy and management problems.

The modern society is going through a stage of rapid development and is characterized by a high level of dynamism and instability. It concerns all spheres of human activity, be it social, economic or production processes. In this regard great responsibility falls on management in the broad sense. It should be based on well justified decisions which in turn should use the maximum available information.

All this requires deep theoretical investigations, search of new extraordinary approaches, extended experiments. Clearly it can not be achieved without the whole range of modern mathematical knowledge and information-computer technologies.

The subject of my speech chosen for this great event is: "Decision-Making in Economy and Management: problems and prospects".

I. INTRODUCTION

Modern society is characterized by high level dynamism and abundance of information regarding social, economic, production systems and processes. In these circumstances management is growing in importance. To achieve the raised goals and future prospects in the development of the society it is constantly necessary to make decisions that take into account the changeability of the situation and are based on the maximum available information.

The sphere of management is indeed an all-embracing one. Management was developing, improving, becoming more complex simultaneously with the development of the human society. All changes in productive forces and relations of production invariably have an effect on the sphere of management. Therefore, it is quite natural that revolution in science and technology of our time results in revolutionary changes in management.

Modern level of the development of mathematics and computer science has made it possible to put and solve radically new problems that are characterized by complex relations, large volumes of information and the necessity to take into account many factors of uncertainty.

Among important objects of management it is possible to single out an enterprise. A modern enterprise is a centre of human efforts, directed to the quantitative and/or qualitative change of goods to satisfy the needs of the society. There is a certain cyclic process in the enterprise activity. The process is a general material scheme of economic actions, i.e. there is a production phase, a possible accumulation of goods, their transfer and a consumption phase. For enterprise management it is necessary to bring to light a set of efforts, materialized in the behaviour

of the manager. The efforts are directed towards the achievement of a definitely defined aim.

Nowadays economic, social and technological situation at enterprises, as a reflection of the reality, is considerably less predictable and is in a more unstable position than a few years ago. Therefore, both on the level of economics and micro-economics a search of new approaches for analyzing situations is being made. These situations are typical for economic systems and enterprises.

A considerable progress has been made in processing data necessary for enterprise management with the development of information and computer technologies. But a deeper investigation of the management problem requires to invoke new types of information because the economic situation becomes more dynamic and uncertain[1].

Mathematicians and economists have to investigate this tendency, to develop new schemes of decision-making that more fully take into account the reality, whereas traditional formal schemes often do not correspond to actual facts [2,3].

Problems that are constantly arising in management, due to their natural character of uncertainty, can not always be solved with the help of traditional mathematical methods. At the same time there emerge new theories, e.g. the theory of fuzzy sets[4,5], rapidly progressing recently that comply with these needs.

Achievements in modern mathematics and artificial intelligence together with the level of the development of telecommunication and information-computer technologies allow to have a new glance at management[6] and decision-making problems[7]. There appeared a real possibility to automate this process from data and knowledge extraction to control of carrying out management decisions. In so doing there is a possibility to visualize and analyse the situation on all stages

of decision-making. To achieve these aims it is necessary to study deeply and understand global processes taking place in social and economic systems, analyse them from the point of achievements in formal methods and computer technologies. But one should always bear in mind that the direction should be from the problem to methods and technologies and not vice versa.

Thus, there appears a possibility to free a man from labour-consuming, routine work and give way to his creative potential.

All these factors make it possible to have a hopeful and optimistic look on the prospects of society development in the new millennium.

II. INTERRELATION OF ECONOMY, MANAGEMENT AND KNOWLEDGE

Facing the approach of the new millennium there arise important questions concerning the future of human activity in the society and the economic system taking into account the process of the globalization of relationships between people and social groups.

Essential characteristic features of our life are a superfluity of information that it is difficult to absorb and control, and deep changes which show the future wrapped in a veil of uncertainty. Facing a world of instability and uncertainty, there is little place for rigid specializations but there are prospects for imagination encouragement, creative work, flexible and adaptable spirits[8].

Moreover, important changes are vivid not only in facts and phenomena but also in behaviour and ideas. Traditional values, e.g. work, perseverance, patience, that for many years have been a monolithic whole and a guide for human beings in society, have been substituted by such values as audacity, competitive spirit, etc.

Social systems, always characterized by a dense network of interconnections, also face this process. As time passes, it becomes more and more difficult for nations, regions and zones with the geographical and political unity to maintain their positions if they do not take into account the existing and coming changes.

In this respect, economic phenomenology is no exception: today lives of States and businesses are undergoing constant changes.

Economic activities and management demand to make estimations for a more or less long-term future, although at times the immediate problems prevent executives from thinking about where the world is going [9]. It is unthinkable to make decisions for the short and medium

term without any idea of the future because practically all fields of our society have undergone and are undergoing deep changes with an unprecedented rapidity.

Adaptability of men to constant changes is an essential social, economic and financial problem characterizing the world today and the world we are looking to. Industrial technology advances with great speed resulting in constant changes of equipment, processes and products. This demands a rapid adaptation of the individuals who use them.

Machinery is now carrying out more and more varied tasks and frees a man from routine and arduous work: robots are used in workshops, modern computers take the place of calculators. And in not distant future imagination will become an essential quality of the worker and the administrator when carrying out tasks of different nature.

This is the world to which we must adapt. To overcome problems that we are constantly facing great role is played by scientists who propose techniques and methods that are becoming more and more useful[10,11].

Scientific knowledge should describe and deal with the world in which we really live, but not with the world within which we would like to live. For this it will be necessary to create a new rationality based on instability which leads to uncertainty, to find a language which allows to respond to complex and varied questions being put in these last years of the century.

In the world of economic sciences, the concept of decision is one of the most widely used and for many economics is the science of decision[1]. Processes of acceleration and slowing down, tensions of different nature in economic systems give rise to problems of differentiating the behaviour. These problems arise due to the absence of a sufficiently stable future platform to establish processes of choice on the basis of forecast values, which would allow a suitable surveying of the transformation of events.

III. DECISION-MAKING AND UNCERTAINTY

Decision-making is one of the most widely used set of problems. Mathematics, equipped with modern computers, can play a significant role in analysing these problems, but only if it is used “correctly”, i.e. mathematical tools should be applied in accordance with their possibilities without either overestimating or diminishing the role played by mathematics and the mathematician in decision-making.

Introduction of mathematics, enlargement of the range of human practice, in which mathematics is effective, are often blocked by a number of illusions[12]. People, lacking professional skills in applying mathematical methods, sometimes think that any problem can be expressed in the language of mathematics and consequently solved by its means. Often we come across with a diametrically opposed point of view. Reality is much complex than these extreme statements.

Any situation requiring decision-making contains, as a rule, much uncertainty[2].

It is easy to see, that problems with uncertainty can not be brought, in principle, to precisely stated mathematical problems, to do this it is necessary in one way or another to “control” the uncertainties, i.e. introduce some hypotheses. But hypothesizing is the domain of the qualitative analysis.

Thus, analysis of decision-making problems under uncertainty can not be completed only by mathematicians. Professional skills of “an expert” in a particular field are necessary and sometimes even decisive.

But this does not minimize the importance of mathematics and mathematical investigations. First and foremost the situation with decision-making problems is typical for any scientific problem. Initially hypothesizing takes place, i.e. a non-formal act in principle based on experience.

When hypotheses have been formulated and a mathematical model is ready the process can not go further without mathematics. In essence, any stated problem meeting this or that hypothesis is coded information about properties of the phenomenon under study, about results of making this or that decision. And only a mathematician can extract this information, decode it, present it in an accessible form, help to avoid mistakes and control uncertainties. A decision-making problem under uncertainty is not mathematics, but only a mathematician can study all the peculiarities of this problem and develop systems of procedures that will lead to a really required variant of solutions.

That is why in the last two decades these problems attract efforts of many mathematicians: R. Bellman, L. Zadeh[2], A. Kaufmann[1]. These are notable names in a long list of scientists who advanced new ideas, methods and results in decision-making theory.

If a decision is made under uncertainty it is useless to fix precisely the decision itself. We can only speak about a set of “suitable” decisions. This fact is well understood by specialists, and in essence it has been used when analysing alternatives of possible decisions. The first who formulated it in rather an exact manner was an Italian economist Pareto in 1904 in a form of the so-called Pareto’s principle. Under this principle, possible decisions should be sought among non-improving alternatives, i.e. alternatives the improvement of which by some criteria leads to worsening by other ones.

Later there appeared approaches allowing to discard unacceptable alternatives, to make the number of the analysed variants fewer. Many of these approaches, e.g. Nash’s principle[13] of equilibrium, are now important means for analysing applied problems.

In decision-making problems under uncertainty there can be only one rigorous mathematical result, i.e. evaluation obtained on maxmin

principle. The guaranteed result is the only point of reference. Farther there are hypotheses and risk. This statement does not mean that one should choose only the alternative, the strategy that realizes this guaranteed result.

Eventually, a mathematical analysis can never produce a rigorous precise result of choosing alternatives under uncertainty.

From this standpoint it is necessary to evaluate the attempt made by L. Zadeh, one of the well-known modern specialists in applied mathematics, who proposed to reject any precise description in decision-making problems.

The basis of L. Zadeh's theory[14], is that subjective views of aims are always fuzzy. He comes to the notion of a linguistic variable, introduces a function of belonging, develops methods allowing to make a new description of decision-making models under fuzzy information conditions.

Ideas of Pareto's effective compromises, guaranteed estimations, ideas of decision choice on the basis of L. Zadeh's fuzzy description belong, in essence, to the same range of ideas, i.e. to develop principles and construct tools allowing, where possible, to make the number of possible alternatives smaller. Mathematics can not give the final selection criterion, if there is a number of them. But it is the task of mathematics and mathematicians to reject noncompetitive, to single out the most promising sets of variants.

IV. MODERN APPROACHES TO DECISION-MAKING

A) GENERAL SCHEME OF OBTAINING MANAGEMENT DECISIONS

An enterprise is an important object of management. A modern enterprise is a centre of human efforts directed towards quantitative and/or qualitative changes of goods to satisfy the needs of the society.

An enterprise as a socioeconomic object is a creative source. On the one hand the source comprises goods and services that eventually make up the national income. On the other hand it includes finances to compensate for factors that participated in the production sphere.

To manage an enterprise it is necessary to reveal a complex of efforts materialized in manager's behaviour. These efforts should be directed towards the achievement of a definite set up aim. When a production task arises the following questions are emerging:

- what should be studied?
- how should it be studied?

Answers to these questions are the first step to management. Thus, a material object of enterprise management is based on production activities.

Its formal object will be "solution of problems quantitatively measured directly or indirectly".

At first glance it may appear that any features peculiar to an enterprise are eliminated under this approach to management. An enterprise is characterized by phenomena that are difficult to describe and that cannot be subjected to direct quantity assessment. But a closer examination of the question allows to make a conclusion that such phenomena can be if only partially measured in future or are being indirectly measured.

It is important that determination of a formal object of enterprise management is identified with the idea of its quantity assessment. This leaves room not only for direct but also for indirect assessments or the ones made in future. Thus, in parallel with material flows there are informational ones with the help of which management is carried out.

In the context of management any enterprise can be considered as a complex economic system. This is a set of material objects interplayed by certain relations. Depending on content and nature of work carried out such systems are characterized by the following functions of management: planning, accounting, control and analysis, regulation.

Planning means development of action programme to shift the system in a new state.

Accounting is connected with acquisition, accumulation and processing of information. It allows to determine the actual state of the system and its behaviour in previous period.

Control and analysis lie in revealing information that indicates deviation from normal operating conditions, elucidation of deviation causes and possibility of remedy.

Regulation assumes prognosis of the expected result on the basis of control data, choice of current actions to fulfil the plan .

Particular production tasks correspond to each management function. The tasks are as follows [1]:

- calendar and financial planning (budgets);
- planning of investments and equipment replacement;
- supply and personnel selection;
- accounting and distribution of goods;
- long-term planning, etc.

To solve these tasks there is a necessity to choose corresponding alternatives that furnish effective enterprise functioning. This may include obtaining of maximum efficiency, maximum profitability of investments, optimization of available supplies, etc.[15,16].

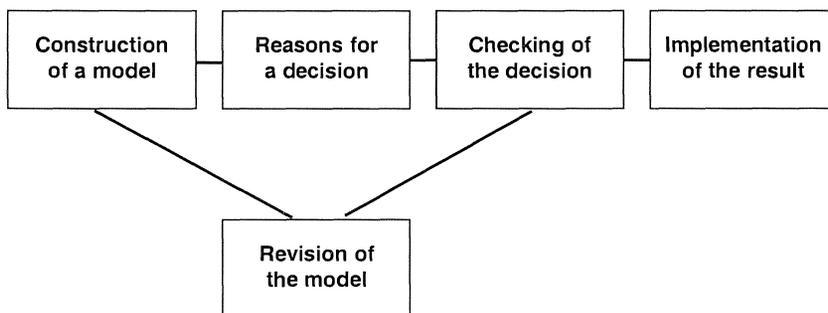
It is evident that solution of such tasks requires close cooperation of specialists of the subject field (primarily economists), specialists in mathematics and computer science.

Acquisition and accumulation of information usually come before decision making. The pattern

“information - decision - realization of made decisions”

is rather a general model of purposeful behaviour. The first two components “information - decision” allow abstract study with the help of different models[17]. This permits to obtain theoretical results that can be used in practice.

The process of searching for the best decisions is carried out in accordance with the following generalized scheme[18]:



The primary stage is construction of a model. In accordance with the stated problem an analysis of the economic system is carried out. Essen-

tial notions and relations are revealed. It is necessary to single out main, in respect to the stated aim, properties and relations that are quantitatively measurable. All other properties and relations are usually discarded.

When construction of the model is completed it is possible to turn to the search for the best decisions. It is purely a mathematical problem. As a rule, a certain optimization problem is solved by means of relevant methods.

Otherwise we come up against the problem of decision making in a situation of uncertainty[3]. In this case consequences depend on the type of uncertainty. In spite of complexity of this problem it can be also formalized to a certain extent. There are general principles of “reasonable behaviour”.

So, when a decision is obtained it is necessary to carry out checking. Practice shows that “ideal” decisions with respect to decision theory prove to be completely unusable as regards common sense.

Why does such situation arise? Because a mathematical model may fail to be adequate to the true aim. That is why the process of choosing decisions on management of an economic system (an enterprise) should be a cyclical one: if necessary, the model is revised, a new optimal decision is sought that is again checked, etc.

Eventually the decision is recommended to implementation. But we should always remember that full responsibility for the made decision and its consequences completely rests with the person who is making the decision.

Mathematics and computers provide only “ground” for reflection how to act.

A very wide range of mathematical methods is used for constructing models . It includes traditional methods of operations research

(mathematical and dynamic programming, graph theory, game theory, network planning), theories of probability and mathematical statistics.

When analysing the above scheme to obtain management decisions we can single out two aspects of fundamental importance.

First, it concerns a problem of compliance of final result with physical meaning of the stated problem. Responsibility for the final result considerably rises when implementing computer technologies in management of enterprises. Computer technologies in turn influence the success of enterprise development under conditions of present-day dynamic market.

Second, obtaining of an acceptable result is predetermined by adequacy of the chosen model to aims of management. Responsibility for the final result forces researchers to step aside from traditional formal schemes established in mathematics. It is necessary to search for “softer” and “more flexible” schemes corresponding to a greater extent to real processes. Such schemes are being successfully developed nowadays in the framework of fuzzy set theory, artificial intelligence and present-day computer and information technologies.

The process of model construction is more skill than mathematics. A researcher should make use of practical experience and show creative activities. It is necessary to lean upon not only extensive mathematical tools but also upon a range of methods to overcome uncertainty. The problem of overcoming uncertainty becomes a central one in this case.

B) THE PROBLEM OF MODELLING AND METHODS

The search for effective management decisions always assumes construction of a mathematical model and use of mathematical tools.

When solving application tasks concerning enterprise management there arise problems dealing with modelling techniques. This concerns choice of formalism and the type of model. (Formalism means a language to describe the model).

By applying a formal approach we have the following sequence of actions:

<Object task → Model → Algorithm → Programme>

The choice of the type of model is greatly determined by a possibility to obtain numerical solution of the task. To do this there should be an algorithm effective in accordance with the number of operations, time of solution, capacity of the required memory.

The choice of formalism is related to researcher's attitude towards information about the task. Nowadays there are three fundamental possibilities: formalisms based on deterministic, probability and fuzzy languages to describe reality.

The main role of the programme concerns computer realization of the algorithm, data structure organization, availability of a user-friendly interface and means of representation and interpretation of the result.

Let us consider some aspects related to the selection of formalisms. The meaning of the problem is governed by the following circumstances. In practice information about objects of the system under study is between complete certainty and chaos. Such situation is called uncertainty. At any instant of time a researcher is in a situation of a certain level of uncertainty. This depends on many factors.

The consequence of such uncertainty is the necessity to use the language of "fuzzy" mathematics. In particular cases, when it is possible to sacrifice something, deterministic language of formalization or normalized fuzziness-probability is used.

These are all possibilities that a mathematician has at his disposal when solving application tasks. Traditional formalisms have profound experience of solving practical tasks, inner techniques and range of problems. A question arises how to take into account uncertainty with the help of “fuzzy” mathematics. What are possibilities and problems? In which respect is it worse or better?

“Fuzzy” mathematics should originate from the experience of traditional formalisms and to make the most of it. But there should be a reverse phenomenon of transfer. This means that when transition takes place, for example, to usual functions of belonging from the set $\{0, 1\}$, the result should be the same as in the framework of the deterministic language (the principle of feedback retention).

In respect to symbolism of languages, all said formalisms differ little. But their expressiveness greatly differs from one another. The most expressive is a language of “fuzzy” mathematics because it has everything that can be described in other languages and more than that.

But a number of difficulties emerges:

- volumes of information are at least doubled because a function of belonging μ emerges;
- it is necessary to calculate the degree of belonging of the result when the degree of belonging of source information is specified by various means;
- many variants of introducing different operations on sets and numbers.

Of course, all this depends on a particular problem but a feedback should be observed.

The level of result adequacy greatly depends on combination of appropriate choice of the model type that reflects structural properties

of the system under study and appropriate choice of formalism that expresses properties of material information.

Thus, modelling is a creative process.

Modelling in a broad sense means replacement of the system under study by another analogous in some sense system that is called a model and carrying out the necessary experiments with this system.

In applied mathematics it is possible to point out the following traditional types of models.

Analytical models are constructed by replacing material carriers of main properties of the system with abstract ones. These are mathematical symbols and various relations between them.

In this case the following questions should be answered:

- What should be used for managing? It is necessary to describe a vector of variables being managed;
- How to manage? There is a need to determine a set of allowable decisions;
- What is the reason for managing? The aim should be described.

Examples of such problems are problems of mathematical programming, graph theory, etc.

Imitation models are programmes (algorithms) that realize system behaviour during a long time span.

Behaviour of real systems under various random actions is being predicted.

Situational models. This is prediction of system functioning as a sequence of separate situations at discrete time. A set of situations is called a situational model.

A set of imitation and situational models is called business games.

Nowadays computer methods of decision-making are gaining acceptance. These methods are based on ideas of artificial intelligence[19] and new information technologies [20]. Among these are genetic algorithms[21], systems of decision-making based on knowledge (expert systems)[22], systems of recognition[23], artificial neural networks[24], etc.[25].

Genetic algorithms have been developed from original work by Holland [26] on adaptive systems. Genetic algorithms are stochastic optimization algorithms[27] that were originally motivated by mechanisms of natural selection and genetics. What might make a genetic algorithm attractive is that its simplicity is not limited by restrictive assumptions about the search space. The initial data are the base to generate a random population of possible solutions. This population is used to create a new generation of solutions. The next generation is created from the best elements of the current generation by means of the following genetic transformations: selection, crossover, mutation.

An expert system describes expert's reasoning of the subject field with the use of a knowledge base. A knowledge base contains facts and rules concerning the subject field and a procedure of logical deduction[22].

Systems of recognition realize modelling principle in accordance with precedence. In this case examples of objects are specified that are carriers of an object task. If a new object comes then, in accordance with the principle of "resemblance", it is assigned to one of the specified objects. Each specified object is associated with a particular decision.

An artificial neural network is modelling the work of the brain. This is a model of information processing[28,29]. Notice that artificial

neural network realizes the principle of parallel processing of information flows. Systems, realized on their basis, have a high capacity.

As a conclusion, the use of computer methods calls for good understanding of computer and information technologies and attraction of expert knowledge.

C) FUZZY DECISION-MAKING IN ENTERPRISE MANAGEMENT

It is generally accepted that incomplete or partial certainty is a typical situation in mathematical applications. It is linked with the fact that most problems are some fragments of reality. When describing a fragment it is necessary to diverge from certain information that will be present in description of objects being formalized. It happens when quantitative measuring of certain characteristics is impossible or they are subjective, etc.

In such situations methodological aspects of mathematics gain in paramount importance. The main question concerns choosing of mathematics from a set of its possible variants (deterministic, probabilistic, fuzzy, etc.) to formalize and solve the problem. It should be understood that a wrong choice is a cause of impossibility to prove results, their processing and leads to overstated significance.

In such conditions fuzzy mathematics finds wide application in those spheres where formalisms of usual mathematics are not applicable due to lack of appropriate language. Such situation is typical for most tasks of solution acceptance and management.

Let's consider a decision-making problem which can be formulated in the following way.

Let set of possible solutions K be enumerated by numbers k_1, \dots, k_n ($k_i \in \mathbb{N}$), ordered (let's assume that $k_1 \leq k_2 \leq \dots \leq k_n$) and range of solu-

tions acceptance X be an arbitrary non-empty set of objects. Assume that to each solution with a number $k_i \in K$ certain subset $X_i \in X$ ($i = 1..1$) can be stated in bijective correspondence. It is required to find an algorithm which is determined on the whole set X , and the result of the algorithm's work can be interpreted in terms of possible solutions from K .

This statement is an evident basis for management tasks. Preparatory to solving a task it is necessary to connect on set X each possible solution from $k_i \in K$ with some managing influence. In this case construction of algorithm A is somewhat complicated.

It should be noted that there are other statements of solutions acceptance tasks. Basically they differ in choosing space of possible solutions K and, as effect, in suppositions concerning correlation between X and K . In the majority of such statements the question is to build a function. In case of fuzziness and due to big difference of implementation variants of relation operations on set X this function can be built differently.

All existent variants of the mentioned task differ in volumes and ways of information specification about set X . Subsets X_1, \dots, X_n can be specified completely or partially via finite subsets $X_i^0 \in X_i$. In both cases for each object x appropriate solution K_i ($i=1..n$) is known. Evidently, the task has degenerative character if full information is known, because it is solved via simple recall.

There are two principally different ways of information specification – via rules and via precedents (examples). These ways are methodologically linked. The second one precedes the first and is used when we have only description of x with known appropriate solution K_i . Any other information is absent. The first way implements logical description of subsets X_i (X_i^0) with the help of a set of rules (predicates) P_1, \dots, P_n . They are as follows:

$$P_i(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \in X_i(X_i^0), \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

Change from logic way to precedent is not so difficult. Using P_1, \dots, P_i it is necessary to build subsets

$$X_i = \{x \in X \mid P_i(x) = 1\}$$

Such change has in general a technical character. Its meaning is in equivalent transformation of the source set of rules P_i to some form. This form is called disjunctive normal form (DNF). Each conjunct of such formula is object $x \in X_i(X_i^0)$.

Let's consider a task of solutions acceptance in the mentioned above statement with additional assumption that information about the subsets is given partially – with the help of finite subsets X_i^0 and via precedents.

Let's consider the algorithm A which solves the stated task. In general, A implements reflection

$$A : X \rightarrow K$$

This reflection on finite excerpt $\cup X_i^0$ should satisfy to following restriction:

$$\forall x \in X_i^0 (A(x) = k_i)$$

Because following the assumption

$$\bigcup_{i=1}^l X_i^0 \subset \bigcup_{i=1}^l X_i \subseteq X$$

there is no basis to suggest that $X_i \cap X_j = \emptyset$ if $i \neq j$. It is evident that in this case there is an object $x \in X$ for which $A(x)$ is not defined or has more than one number from K as a solution. In order to avoid the uncertainty the space of solutions of algorithm A can be extended by

additional characteristics $M = (\mu_A(k_1), \dots, \mu_A(k_l))$. If in this case $\mu_A(k_i) \in [0, 1]$, then vector M can be treated as a membership vector of appropriate $x \in X$ to subsets X_i ($i = 1, l$). Then, as soon as K is ordered, we should fix its vector representation (K_1, \dots, K_l) and build an algorithm as

$$A : X \rightarrow K \times M$$

if the following condition is kept:

$$\forall x \in X_i^0 (A(x) = ((k_1, \mu_A(k_1)), \dots, (k_l, \mu_A(k_l))) \text{ and } \mu_A(k_i) = 1$$

To calculate membership vector M generalization method can be used. In our denotations it will look like:

$$\mu_A(k_i) = \max_{x' \in X_i^0} \mu_{X_i}(x, x')$$

where $\mu_{X_i} : (x, x') \rightarrow [0, 1]$, defined on the whole set X and can be calculated for each $x' \in X_i^0$. Last reflection is naturally called as a function of membership to subsets X_i .

Actually, during such transformation of algorithm A we replace the task of calculation of numbers from K with a wider and natural task of calculation of membership function for each number K_i from the fixed sequence K . Evidently, in this case the result of algorithm A work can be treated as a fuzzy number, and the algorithm itself can be considered as a fuzzy algorithm[30]. During change to fuzzy algorithms some natural basis for their comparison appears. It follows from the next definition.

Algorithm A_1 dominates over A_2 ($A_1 \geq A_2$) if

$$\forall x \in X, \forall k_i \in K (\mu_{A_1}(k_i) \geq \mu_{A_2}(k_i))$$

It should be noted that there are the so-called canonical (universal) algorithms for the task being considered. If information is specified via

rules then it is a method of resolutions. When precedents are used for this purpose then it is a run-over algorithm. If a canonical algorithm is denoted as A_0 then in our denotations the result of its work can be defined by the condition

$$\mu_{A_0}(k_i) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \in X_i^0 (P_i(x)=1), \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

However, there are at least two drawbacks that restrict possibility of applying A_0 . Function $\mu : (x, x') \rightarrow [0,1]$ and the algorithm A_0 itself are not fuzzy. Moreover μ_{A_0} can be indeterminate for predicates calculation languages with 1 and higher order. Nevertheless A_0 can be applied for comparison with the developed algorithm A . At least there is no doubt that usage of A_0 for the task solution is lawful and sufficient. Therefore, any proposed algorithm A must dominate over A_0 and only in this case it has the right to exist. Certainly, the algorithm may have other useful properties.

In [31] a general scheme for constructing such algorithms A has been proposed and it has been shown that: *Each algorithm A solves a stated task and dominates over canonical algorithm A_0 .*

So, there is a possibility to substantiate fuzzy algorithms which arise during change from deterministic to fuzzy treatment of results.

Thus, nowadays there is the necessary range of methodological, mathematical and computer knowledge to successfully put into practice formal methods for enterprise management.

V. MANAGEMENT AND GLOBAL INFORMATION NETWORKS

The main requirement for a modern enterprise is its adaptivity to outer environment.

A necessary condition of adaptivity is a management system based on modern technology.

A modern technology is a set of means and methods that are based on information-computer ideology of data processing[32,33] and transmission and that provide:

- complex (interrelated) solution of problems
- a possibility of modelling
- a synthesis of data and knowledge base concepts, etc.

Any management system may be a necessary condition but it will never provide necessary conditions of adaptivity because an enterprise always remains a fuzzy object of macroeconomics. But a modern technology provides a possibility of flexible and fast adjustment of a management system to a dynamically varying outer environment. Moreover, a modern technology allows to use a wide store of “classical” mathematics.

A modern management system is realized as a local information network that includes: means for transferring information (communication networks) and computing means for input, arrangement and processing of information (computer systems).

Nowadays we can observe a process of integration of all types of local networks into a unified world network. And this process develops in geometric progression. Accordingly, he who will manage to use this tendency in his interest will be successful in business.

Formally, functioning of any enterprise or a company in the world information network can be described as a system of three simple operations:

1. Formation of an own node in the global system (WWW-page or an own corporate server or a group of servers).
2. Information search in other nodes.
3. Information transfer from node to node.

Beginning in 1997 all modern computer means will include tools to carry out these operations. For example, Word-97 has means to make a WWW-page and Windows-97[34] itself includes possibilities to work with Internet (an example of the global network).

In this connection methods of parsing, transfer and processing of files with varied information, “fuzzy” methods for analysing information and decision-making become extremely important.

Let’s consider some aspects of decision-making with respect to the usage of global networks taking as an example computer methods for searching and estimating potential business partners[35].

Making investments in new countries and regions is rather a serious task. Its solution can be presented as the following scheme:

1. The investor with the help of a great number of references, consultants and applications to the embassy studies the country as a whole, its infrastructure and the system of management, legislation, the state of the economy and the branch of interest.
2. Then on the basis of the analysis of the statistical data he is looking for an unoccupied market niche.
3. When the investor has found it he starts searching for a group of potential partners.

4. The best investor is chosen having analysed characteristics of each partner.
5. An agreement is drawn up and a business plan of joint activities is made.

This scheme hardly works and has a number of large drawbacks: data acquisition takes considerable time, the necessary information is not always available or reliable, data used when choosing partners have fuzzy nature thus making difficult the development of estimation algorithm, etc.

It is evident, that for solving such a complex problem it is possible to use information-computer technologies. In that event more than 90% of tedious work can be made by a computer system.

In our case to raise the efficiency of investments we have developed a computer system that solves 90% of the problem and is free from the drawbacks mentioned above.

In the course of system development the following tasks have been solved:

1. Groups of macro- and microindicators have been chosen that rather fully characterize the country and its economy and are primarily of interest for potential investors.
2. The architecture of the system and data base has been developed providing storage, updating and access to each group of indicators.
3. A model describing potential business partners has been built.
4. An algorithm of their estimation with respect to their reliability has been constructed.
5. A scheme of on-line updating of the data base has been made.

6. A computer system for WINDOWS has been developed providing joint functioning and computer-assisted solution of tasks including space, photo and film visualization and audio representation of the associated types of data.

Let's consider the distinctive features of the system in more detail.

When choosing general indicators we have selected three groups of macroindicators: travel data, statistical data, business data. Each group is subdivided into a set of microindicators with one-two levels of nesting:

<i>Travel</i>	<i>Statistics</i>	<i>Business</i>
General Information	Digest	Digest
Hot Info Points	Hot Info Points	Hot Info Points
State Symbols, Hymn	General Indicators	Legislation
Maps (Geo, regions, etc)	Population	Company Map (firms, etc)
Capital (history, photo-tour)	Standard of Living	Mass Media (TV, radio, etc)
Political & Economic	Finance	Exhibitions
Digest	Industry	Transportation (by plane, etc)
Arrival (first steps, etc)	Agriculture	Customs Duty
Places to Visit (photo-tour)	Construction	
Shopping	Education	
Links with the World	Home Market	
Useful Facts	Foreign Trade	
Departure (by plane, etc)	Ecology, Health Care, Crime, etc	

The whole range of indicators, except Company Map, is presented in a rather simple way (text, graphics, sound) and does not require structurization. The mode Company Map provides an access to a set of subjects of the economy, i.e. from factories and works to ministries, banks and advertising agencies. In spite of the variety all the indicators are presented in the same manner:

- *Company* - the name of the firm (works, bank, etc.);
- *Name* - the name of the person;
- *Address* - the address;
- *Phone* - the phone number;
- *Fax* - the fax number;
- *G_Sale[m]* - the list of m produced goods;
- *G_Need[t]* - the list of t goods that the firm purchases;
- *Other[z]* - additional information about the firm (text, photos of goods) as z slides.

Data about the reliability of the potential partner are formed as a result of the analysis of positive and negative practice of investments. The data are different in each country and the information depends on the local conditions. By way of example let us consider indicators of reliability $X=\{X_1, \dots, X_9\}$ that are typical for the Republic of Belarus:

- X_1 - manager of the firm;
- X_2 - qualification of the personnel;
- X_3 - the number of workers;
- X_4 - characteristics of the office;
- X_5 - location of the firm and branches;

X_6 - time of existence;

X_7 - annual turnover;

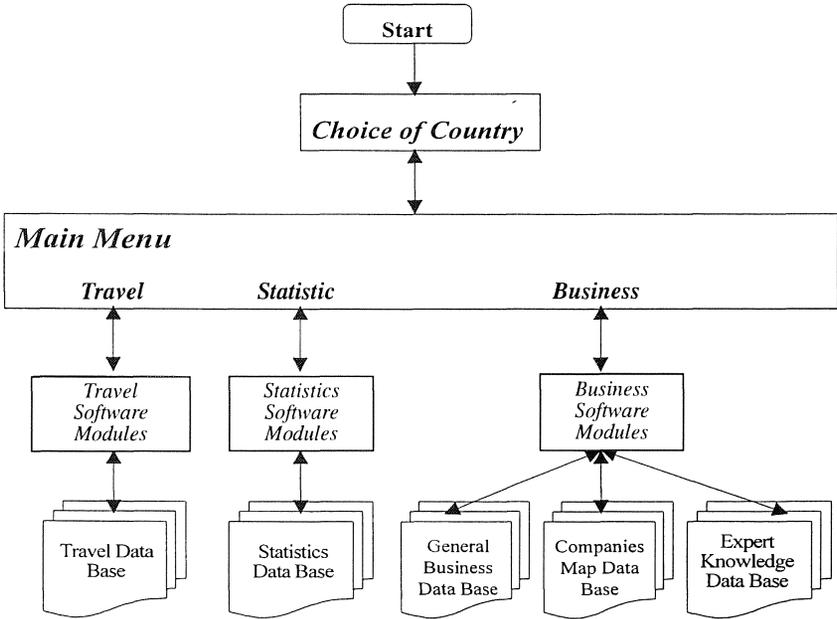
X_8 - the style of negotiations with the investor;

X_9 - the contents of advertising in press, by radio and on TV.

In the majority of cases that we have studied elements of X vector identically influence the reliability of the partner, i.e. they have approximately the same weight. But some variables may have bifurcation nature and change the degree of reliability without changing values of other variables.

Elements of X vector are of interest themselves because they reflect the real state of things and real groups of the present and future partners. Note that “good” values of these indicators are rather stable within one country but may become “bad” ones for other countries.

It is not difficult to see that the three groups of macro- and microindicators have good information basis for solving problems from planning the trip and searching for partners to making up a business plan.



The architecture of the system is determined by problems that the system solves and standards of Windows operating system. Control of the system and data base is carried out with the help of the menu. Interaction of all these elements is as follows.

The scheme shows that data bases of all types are physically separated from processing procedures. This makes it possible to remotely update the information by any means including Internet.

On the basis of the analysis of the source data it is possible to say that the business-partner model has purely informative and qualitative nature.

In the first case it is described by eight components:

$S_1 = \{ Company, Name, Address, Phone, Fax, T_Sale[m], T_Need[t], Other[z] \}$

In the second case it is described by three components:

$$S_2 = \{ X, D, f \}$$

where: X are indicators, D are logical variables determining the degree of reliability of the partner (diagnoses), f are functions for transforming X into D , i.e. $D=f(X)$.

A distinction of X data, as mentioned above, is their fuzziness.

In view of fuzziness of the above-described groups of macro- and microindicators and lack of sufficient body of statistical data there arise difficulties in applying traditional mathematical tools. A possible solution of the problem is to use the methodology of the theory of fuzzy sets.

Let us consider a potential partner W as a fuzzy controlled system that is described by the ordered eight:

$$W = \{ X, S, f_1, V, Y, f_2, R, f_3 \}$$

where:

X is a vector of diagnostic variables describing W ;

S is a fuzzy set on the set $[0-1]$ representing the current state of W ;

f_1 is a function of belonging representing X in S ($f_1: X \rightarrow S$);

$V=(v_1, v_2, \dots, v_k)$ is a final set of reliability classes of W ;

$Y=(y_{1,1}, \dots, y_{kn})$ is a set of vectors of primary standards corresponding to V ;

f_2 is a function of representing V in Y ($f_2: V \rightarrow Y$);

f_3 is a function of representing S in Y ($f_3: S \rightarrow Y$);

$R = (r_1, r_2, \dots, r_k)$ are recommendations for the investor made by an expert.

It is necessary to find the value R on base X . It is evident that the solution will be a multistep algorithmic process. Solution can be made, for example, using a fuzzy decision-making algorithm.

The search for partners is carried out by three ways:

- from a group of firms to the firm producing particular goods;
- by the name of the goods to the firm producing them;
- by the name of the firm to the goods produced by it.

In such a manner, even without studying the market as a whole, simply by typing the name of the goods the investor will find a list of firms that are eager to buy them.

Thus, the user of the system receives not fragmentary data about the country but a purposeful complex of information giving the whole picture of possibilities for developing business in a particular country and providing search for partners among the really existing firms.

It is evident that the described system will show good results when working with the constantly updated data base. The older the data, the lower the quality of work. Even a few years ago data actualization was a big problem. Now it is quite simple. To do this it is sufficient to address one of the WWW servers of Internet and to copy on the hard disk the “hot” variant of the base.

As new information becomes available on investment experience the data base will be improved and the quality of system operation will be higher.

The proposed approach to estimation of countries and regions of potential investments and the computer system developed on its basis

is an example of practical use of the theory of fuzzy sets in solving topical problems in business.

The fuzzy algorithm of estimating the reliability of partners turned out to be so flexible that it was widely adopted in other programs solving similar problems. Its major advantage is that any expert can independently update the knowledge base and through Internet send its new variant.

VI. CONCLUSION

The world community is going through the era of rapid development. Gigantic concentration of capital, development of production of high technology, mass transference of people take place. In a short time separate countries pass from under-developed to highly developed ones. The world is satiated with huge volumes of information that are constantly increasing. To survive people, companies, countries are constantly making decisions taking into account varied factors.

Decision-making requires automation but this can not be done without shifting to a formal level, i.e. there takes place introduction of formal methods into weakly formalized, from the standpoint of mathematics, spheres. The existing standard mathematical schemes would not do, there appear new approaches and theories. We are passing from the understanding of the world when the basis of decisions was formed by the accumulated statistics to the world of uncertainty when processes change rapidly and phenomena are not measured quantitatively. At the same time we observe achievements of scientists in the development of new languages to describe the reality, i.e. fuzzy mathematics and there are successes in artificial intelligence.

Achievements in information-computer technologies are of particular attention. In fact, the problem of creating a functional space for information has been solved. Similar to airlines the whole world is covered with the information-computer network. The existing technologies on the basis of data and knowledge bases allow to store and rapidly process huge volumes of information. There are successes in creating natural-language interfaces.

All these factors create good prerequisites to implement creative potential of scientists capable to solve problems they are facing.

REFERENCES

1. Kaufmann A., Gil Aluja J. Introducción de la Teoría de los Subconjuntos Borrosos a la Gestión de las Empresas. Santiago de Compostela, Milladoiro, 1986.
2. Zadeh L. A., Bellman R. E. Decision-Making in a Fuzzy Environment. *Managem. Sci.*, 1970, 17, -p.p. 141-164.
3. Raiffa H. Decision Analysis. Introductory Lectures on Choices under Uncertainty. Addison-Wesley, London, 1977.
4. Zadeh L.A. Fuzzy Sets. *Inf. Contr.*, 1965, 8, p. 338-353.
5. Kaufmann A. Introduction to the Theory of Fuzzy Subsets. N.Y., Acad. Press, 1975.
6. Barre R. Prologue to the Work by Kaufmann A. and Gil Aluja J. *Técnicas Operativas de Gestión para el Tratamiento de la Incertidumbre*. Ed. Hispano Europea, Barcelona 1987.
7. Orlovsky S. A. Decision-Making with a Fuzzy Preference Relation. *Fuzzy Sets and Systems*, 1978, 1, 3, -p.p. 155-167.
8. Popper K. *The Logic of Scientific Discovery*. London , 1959.
9. Gil Aluja J. Towards a New Concept of Economic Research. *J.Fuzzy Economic Review*, 1995, 0, -p.p. 5-23.
10. Popper K. *La Lógica de la Investigación Científica*. Ed. Tecnos. Madrid, 1971.
11. Negoita C.V., Minou S., Stan E. On Considering Imprecision in Dynamic Linear Programming. *ECEESR*, 1976, 3, -p.p. 83-95.
12. Polya G. *Mathematics and Plausible Reasoning*. Princeton University Press, New Jersey, 1954.

13. Hermeyer Ju. B. Introduction to the Theory of Operations. Moscow, Nauka, 1971.
14. Zadeh L. A. Fuzzy Orderings. Inf. Sci., 1971, 3, -p.p. 177-200.
15. Negoita C. V., Sularia M. On Fuzzy Mathematical Programming and Tolerances in Planning. ECEESR, 1, 1976,-p.p. 3-14.
16. Zimmermann H.-J. Fuzzy Programming with Several Objective Functions. Fuzzy Sets and Systems, 1978, 1, -p.p. 46-55.
17. Hintikka J. Towards a Theory of Inductive Generalization. Reading in the philosophy of science, New York , 1970.
18. Ackoff R., Sasieni M. Fundamentals of Operation Research. N.Y.-London, S.Wiley, 1968.
19. Thayse A. and Gribomont P. etc. Approche logique de l'intelligence Artificielle. 1 De la logique classique a la programmation logique. Bordas, Paris, 1988.
20. Signore R., Stegman M.O. The ODBC Solution. Osborne McGraw-Hill, 1995.
21. Koza J., Genetic Evolution and Co-Evolution of Computer Programs, Proc. of Artificial Life II, Santa Fee, 1990.
22. Lauriere J.-L. Intelligence Artificielle. Resolution de Problemes par l'Homme et la Machine. Eyrolles, Paris, 1987.
23. Nilsson N.J. Learning Machines. New York, McGraw-Hill, 1965.
24. Hecht-Nielsen R. Neurocomputing. Addison Wesley, Menlo Park, CA, 1989.
25. Deboeck G.J. (ed). Trading on the Edge: Neural, Genetic, and Fuzzy Systems for Chaotic Financial Markets. Wiley, New York, 1994.

26. Holland J.H. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1975.
27. Golberg D.E., *Genetic Algorithms in Search, Optimisation and Machine Learning*. Reading, Mass., Addison-Wesley, 1989.
28. McCord Nelson M., Illingworth W.T. *A Practical to Guide to Neural Nets*. Addison Wesley, Reading, MA, 1991.
29. Masters T. *Practical Neural Network Recipes in C++*, Academic Press, New York, 1993.
30. Wong C. K. *Fuzzy Points and Local Properties of Fuzzy Topology*. *J. Math. Anal., Appl.*, 1974, 46, -p.p. 316-328.
31. Krasnoproshin V.V., Obratsov V.A. *Fuzzy Algorithm in Decision-Making Problem*. *Proc. of 2nd Congress of SIGEF, v.2, Santiago-de-Compostela, 1995.*-p.p. 283-296.
32. Booch G. *Object Oriented Design*. The Benjamin/Cummins Publishing Company Inc., 1991.
33. Valvachev A. and other. *The Revolutionary Guide To Delphi*. WROX PRESS, 1996
34. King A. *Inside Windows 95*. Microsoft Press. 1994.
35. Gil Aluja, J., Krasnoproshin V., Valvachev, A. *Computer Methods for Searching and Estimating Potential Business Partners*. *Proc. of 3 Congress of SIGEF, Vol. 1 Buenos Aires, 1996, - p.p.234-248.*

ADOPCIÓN DE DECISIONES EN ECONOMÍA
Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS
PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS

ÍNDICE

- I. INTRODUCCIÓN
 - II. INTERACCIÓN DE LA ECONOMÍA, DIRECCIÓN DE EMPRESAS Y CONOCIMIENTO
 - III. ADOPCIÓN DE DECISIONES E INCERTIDUMRE
 - IV. CONCEPCIONES MODERNAS PARA LA ADOPCIÓN DE DECISIONES
ESQUEMA GENERAL DE OBTENCIÓN DE DECISIONES DE DIRECCIÓN
EL PROBLEMA DE LOS MODELOS Y MÉTODOS
ADOPCIÓN DE DECISIONES BORROSAS EN LA DIRECCIÓN DE EMPRESAS
 - V. DIRECCIÓN DE EMPRESAS Y REDES GLOBALES DE INFORMACIÓN
 - VI. CONCLUSIÓN
- BIBLIOGRAFÍA

*Los Economistas consideran frecuentemente
la realidad como un caso particular*

El principio de Horngen

EXCELENTÍSIMO SEÑOR PRESIDENTE,
EXCELENTÍSIMOS SEÑORES ACADÉMICOS,
SEÑORAS Y SEÑORES,

Quisiera, en primer lugar, expresar mi agradecimiento más sincero a los miembros de esta Real Corporación por el gran honor que se me dispensa al haber sido elegido Académico Correspondiente de esta Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras.

La distinción que se me hace me servirá, sin duda, de gran estímulo para continuar mis investigaciones en una esfera tan interesante e indudablemente tan importante como es la de la toma de decisiones en la economía y los problemas en la dirección de empresas.

La sociedad moderna está pasando por una etapa de desarrollo rápido que se caracteriza por un alto nivel de dinamismo y de incertidumbre. Esto abarca todas las esferas de la actividad humana, tanto los procesos sociales como los procesos económicos y de producción

A este respecto, una gran responsabilidad recae sobre la dirección de empresas en un amplio sentido. Hay que basarse en decisiones plenamente justificadas que, por su orden, deberían utilizar el máximo de información disponible.

Todo ello exige fundamentadas investigaciones teóricas, búsqueda de concepciones extraordinarias, experimentos más amplios. Es evidente que esto no se puede lograr sin toda la moderna variedad de

conocimientos matemáticos y de tecnologías informáticas y de información.

El tema escogido para tan solémne momento es el de la *Toma de decisiones en economía y dirección de empresas: problemas y perspectivas*.

I. INTRODUCCIÓN

La sociedad moderna se caracteriza por su alto nivel de dinamismo y la abundancia de información sobre los sistemas y procesos sociales, económicos, y de producción. En estas condiciones, crece la importancia de la dirección. Para lograr los objetivos propuestos y las perspectivas futuras en el desarrollo de la sociedad es muy importante basar las decisiones tomando en consideración la incertidumbre de la situación y disponiendo al máximo de toda la información a la que se pueda acceder.

La esfera de dirección es, en efecto, universal. La dirección de empresas se ha desarrollado, perfeccionado y complicado al mismo tiempo que se ha desarrollado la sociedad humana. Todos los cambios en las fuerzas y en las relaciones de producción, han influido invariablemente en la esfera de la dirección. Sin embargo, es natural que la evolución de la ciencia y la moderna tecnología dé como resultado unos cambios revolucionarios en la dirección de empresas.

El moderno nivel de desarrollo de las matemáticas y de la ciencia informática han hecho posible una solución radical a los nuevos problemas, los cuales se caracterizan por unas relaciones complicadas, un gran volumen de información y la necesidad de tomar en consideración muchos factores de incertidumbre.

Entre los objetivos importantes de la dirección, se puede destacar la empresa. Una empresa moderna es un centro de fuerzas humanas dirigidas a realizar cambios cuantitativos y/o cualitativos en los bienes a fin de satisfacer las necesidades de la sociedad. En la actividad de una empresa tiene lugar un determinado proceso cíclico. El proceso es materialmente un plano general de acciones económicas, es decir, hay una fase de producción, una posible acumulación de producto, su traslado y una fase de consumo. Para la dirección de una empresa es pre-

ciso dejar claros cuales son los esfuerzos materializados en el comportamiento del gerente. Estos esfuerzos se dirigen a la consecución del objetivo que se ha definido con exactitud.

Actualmente la situación económica, social y tecnológica de las empresas, como reflejo de la realidad, no se puede prever tan fácilmente y se halla en una posición de mayor incertidumbre que hace algunos años. Sin embargo, la búsqueda de nuevos conceptos de análisis de situaciones tiene lugar tanto a nivel de economía como de microeconomía. Esas situaciones son típicas en los sistemas económicos de las empresas.

Se ha conseguido un considerable progreso en la elaboración de los datos necesarios en la dirección de empresas gracias el desarrollo de la información y a las tecnologías informáticas, Pero una investigación más profunda acerca de los problemas en la dirección exige nuevos tipos de información, porque la situación económica se hace cada vez más dinámica y la incertidumbre es mayor (1).

Los matemáticos y los economistas tienen que investigar esta tendencia con el fin de desarrollar nuevos planes para la toma de decisiones que tomen en consideración, más de lleno, la realidad, toda vez que los tradicionales planes formales no se corresponden, frecuentemente, con los hechos actuales (2.3).

Los problemas que suelen surgir en la dirección de las empresas a causa de su natural carácter de incertidumbre, no siempre pueden resolverse con ayuda de los tradicionales métodos matemáticos. Simultáneamente aparecen nuevas teorías, como por ejemplo la teoría de conjuntos borrosos (4.5) que progresan rápidamente y que son producto de estas necesidades.

Las concepciones de la matemática moderna y de la inteligencia artificial, junto con el nivel de fomento de la telecomunicación y las

tecnologías informáticas y de información, han permitido su aplicación a la dirección de empresas(6) y a los problemas de la toma de decisiones(7). Se pone en evidencia la posibilidad de automatización del proceso de extracción de datos y del conocimiento hasta el control de la puesta en práctica de las decisiones. De este modo se facilita la posibilidad de visualizar y de analizar la situación en todas y cada una de las etapas de la toma de decisión Para alcanzar estos objetivos hay que examinar fundamentalmente y entender los procesos globales que tienen lugar en los sistemas sociales y económicos, analizarlos desde el punto de vista de las consecuencias con métodos formales y tecnologías informáticas, pero hay que recordar que la dirección debe ser ir desde el problema al método y no al contrario.

Así aparece la posibilidad de liberar al hombre del trabajo duro y rutinario y liberar asimismo su potencial creativo.

Todos estos factores permiten mirar con optimismo y esperanza las perspectivas de desarrollo de la sociedad en el próximo milenio.

II. INTERACCIÓN DE LA ECONOMÍA, DIRECCIÓN DE EMPRESAS Y CONOCIMIENTO

Cuando nos topamos con el concepto de nuevo milenio aparece un problema importante con respecto al futuro de la actividad humana en la sociedad y los sistemas económicos, teniendo en cuenta el proceso de globalización de las relaciones entre la gente y los grupos sociales.

Unos aspectos esenciales característicos de nuestra vida son la superflexibilidad de la información que cuesta absorber y controlar y los profundos cambios que nos muestran el futuro envuelto en un velo de incertidumbre. Encontrándose la incertidumbre en el mundo, poco lugar queda para la estricta especialización, pero no obstante, existen respuestas que estimulan la imaginación, el trabajo creativo, el espíritu flexible y de adaptación.(8)

Además, estos importantes cambios son vividos no sólo con hechos y fenómenos, sino también en comportamiento e ideas. Los valores tradicionales como por ejemplo, el trabajo, la perseverancia, la paciencia que han formado durante muchos años un todo único y la guía para los seres humanos dentro de la sociedad, han sido sustituidos por valores tales como la valentía, el espíritu competitivo, etc.

Los sistemas sociales, que siempre se han caracterizado por una densa red de intercomunicaciones, también se encuentran dentro de este proceso. Con el transcurso del tiempo se hace más y más difícil para las naciones, regiones, zonas de unidad geográfica y política, el mantener sus posiciones sin tener en cuenta los cambios actuales y futuros.

A este respecto la fenomenología económica no es una excepción: en estos momentos la vida de los estados y de las empresas sufre constantes cambios.

La actividad económica y la dirección de empresas exigen que se hagan pronósticos de futuro a un plazo más o menos largo, si bien los problemas urgentes no permiten, a veces, a los gerentes creer a donde se dirige el mundo(9). No se puede considerar la toma de decisiones sin tener ninguna idea del futuro, porque casi todas las esferas de nuestra sociedad han sufrido o están sufriendo cambios con profunda rapidez.

La adaptación de la gente a los constantes cambios es un problema social económico y financiero que caracteriza al mundo actual y al que aspiramos que sea. La tecnología industrial progresa muy rápidamente, lo que se manifiesta con el cambio constante de maquinaria, procesos y producción. Esto exige una adaptación rápida de las personas que con ello están involucradas.

Actualmente las máquinas llevan a cabo tareas de lo más variado, liberando al hombre de la rutina y del duro trabajo: en los talleres se utilizan robots y modernos ordenadores han ido sustituyendo a los calculistas. Y en un futuro inmediato la imaginación se convertirá en una cualidad esencial en un obrero o un administrativo, cuando deban realizar tareas de distinta naturaleza. Así es el mundo al que deberemos adaptarnos Para la superación de los problemas a los que debemos enfrentarnos constantemente, juegan un gran papel los científicos que nos proponen técnicas y métodos que se muestran cada vez más útiles (10,11).

El conocimiento científico debe describir y estar relacionado con el mundo en que vivimos realmente y no con el mundo en que quisiéramos vivir. Para ello será preciso crear una nueva racionalidad basada en la incertidumbre con el fin de encontrar un lenguaje que permita dar respuesta a las complejas y distintas preguntas que están apareciendo durante los últimos años de este siglo.

En el mundo de las ciencias económicas la noción de la decisión es una de las que se usan con mucha frecuencia y, para muchos, la economía es una ciencia de decisiones (1).

Los procesos de aceleración y desaceleración y tensiones de diversa naturaleza plantean problemas de diferenciación de comportamiento, en los sistemas económicos. Estos problemas aparecen por la falta de una plataforma de futuro lo suficientemente estable que permita establecer unos procesos de elección en base a valores de pronóstico, que permitan una visión apropiada sobre la transformación del hecho.

III. ADOPCIÓN DE DECISIONES E INCERTIDUMBRE

La toma de decisiones es uno del conjunto de problemas en los que muy frecuentemente se usa la matemática equipada con modernos ordenadores que pueden desempeñar un gran papel en el análisis de estos problemas, pero siempre que se use correctamente..., es decir, los instrumentos matemáticos se deben aplicar en concordancia con sus posibilidades, sin exageración o subestimación del papel que las matemáticas y los matemáticos desempeñan en la toma de decisiones.

La introducción de la matemática y aumento del número de esferas de la actividad humana en las que la matemática es efectiva, se bloquean frecuentemente por un exceso de ilusiones (12). Las personas a quienes les falta experiencia en la aplicación de métodos matemáticos piensan, a veces, que cualquier problema se puede resolver por medio del lenguaje matemático. A menudo nos encontramos con un punto de vista diametralmente opuesto a lo anterior. La realidad es una cosa mucho más compleja que estas tesis extremas.

Cualquier situación que se precise una toma de decisión contiene, por regla general, una fuerte dosis de incertidumbre(2).

Es fácil observar que los problemas de incertidumbre no pueden reducirse, en principio, a problemas matemáticos perfectamente determinados. Para hacerlo es preciso controlar de una manera u otra estas incertidumbres, por lo que se puede introducir alguna hipótesis. Pero las hipótesis pertenecen a la esfera del análisis cualitativo.

Así, el análisis de los problemas de la decisión bajo unas condiciones de incertidumbre no puede completarse sólo con matemáticos. La experiencia profesional de un experto en una esfera particular es necesaria y, a veces, tiene una importancia decisiva.

Pero esto no es subestimar la importancia de las matemáticas y de las investigaciones matemáticas. Primeramente y ante todo, la situación de los problemas de la toma de decisiones es típica en cualquier problema científico. En primer lugar se elabora una hipótesis, es decir, se establece un acto informal basado en el principio de la experiencia.

Cuando se ha formulado una hipótesis y se ha acabado un modelo matemático, el proceso no puede ir más allá sin ayuda de las matemáticas. En realidad, cualquier problema determinado que pueda encontrarse en una u otra hipótesis, es la información codificada sobre las propiedades del fenómeno escogido para estudiar, sobre los resultados de la toma de una u otra decisión. Solamente un matemático puede extraer esta información, descodificarla, presentarla de una forma aceptable, ayudar a evitar los errores y a controlar la incertidumbre. El problema de la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre no es de tipo matemático, pero únicamente un matemático puede estudiar todas las particularidades del caso y desarrollar un sistema de procedimiento que nos lleve a la variante realmente necesaria.

Por ello, durante las dos últimas décadas otros problemas han atraído los esfuerzos de muchos matemáticos: R. Bellman, L. Zadeh(2), A. Kaufmann(1). Son algunos de los matemáticos notables de una larga lista que proponen ideas nuevas, métodos y resultados en la teoría de la toma de decisiones.

Si una decisión se toma en condiciones de incertidumbre es inútil prestar atención a la propia decisión. Sólo podemos, pues, hablar de un conjunto de decisiones oportunas. Los especialistas comprenden muy bien este hecho y, en realidad, lo usan cuando analizan las alternativas de las decisiones posibles. La primera persona que formuló todo esto de una manera propia fue el economista italiano Pareto quien en el año 1904 estableció el que fue llamado principio de Pareto. De acuerdo con

este principio, las decisiones posibles deberían buscarse entre las alternativas que no pueden ser perfeccionadas, es decir, alternativas cuyo perfeccionamiento en alguno de sus criterios podrían significar un empeoramiento en algunos de los otros. Más tarde aparecieron concepciones que permitían descartar las alternativas inadmisibles, a fin de disminuir el número de variantes a analizar. Muchas de estas concepciones, el principio de Nash (13), por ejemplo, son ahora vehículos importantes para el análisis de problemas de aplicación.

A los problemas de toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre sólo se les puede dar una respuesta exacta, pues la valoración se obtiene por el principio de mínimo-máximo. El resultado garantizado es solamente un punto de referencia, luego están la hipótesis y el riesgo. Esta afirmación no significa que se tenga que elegir únicamente la alternativa o la estrategia que obtiene el resultado garantizado.

En fin, el análisis matemático no puede producir nunca un resultado exacto y preciso de elección de alternativas si está sometido a una incertidumbre.

Desde este punto de vista es necesario valorar la prueba hecha por L. Zadeh, uno de los modernos especialistas en las matemáticas aplicadas más conocidos, quien propuso rechazar cualquier tipo de descripción precisa en los problemas de toma de decisiones.

La base de la teoría de L. Zadeh es que las opiniones subjetivas de objetivos son siempre imprecisas. El llega a la noción de variable lingüística, introduce la función de pertenencia y desarrolla métodos que permiten hacer una nueva descripción de los modelos de toma de decisiones en las condiciones de información borrosa.

Las ideas de compromisos efectivos y de estimaciones garantizadas de Pareto y las ideas de elección de las decisiones de Zadeh, basadas en las descripciones borrosas pertenecen a la misma clase de ideas, es

decir, desarrollan los principios y construyen los instrumentos que permiten, si es posible, hacer más pequeño el número de alternativas posibles. Las matemáticas no pueden dar un criterio de selección final si son muy numerosos; pero la labor de las matemáticas y de los matemáticos es rechazar los que no son competitivos y escoger los conjuntos de variantes más prometedores.

IV. CONCEPCIONES MODERNAS PARA LA ADOPCIÓN DE DECISIONES

A) ESQUEMA GENERAL DE OBTENCIÓN DE DECISIONES DE DIRECCIÓN

Una empresa es un objeto importante de dirección. Una empresa moderna es un centro de esfuerzos humanos dirigidos a unos cambios de bienes cuantitativos y/o cualitativos para satisfacer las necesidades de la sociedad.

Una empresa, tomada como un objeto socioeconómico, es una fuente de creación. Por un lado esta fuente comprende bienes y servicios que conducen a la creación de la renta nacional. Por otro lado supone unas finanzas para retribuir los factores que participan en la producción.

Para dirigir una empresa es necesario desplegar un conjunto de esfuerzos que se concentran en la acción de los directivos. Estos esfuerzos se tienen que dirigir a la consecución de un objetivo bien definido. Cuando se empieza una producción nacen las siguientes preguntas:

¿Qué se debería haber estudiado?

¿Cómo debería estudiarse?

Las respuestas a estas preguntas son el primer grado de la dirección ya que el objeto material de la dirección de empresas se basa en las actividades de producción.

Su objeto formal será “la solución de problemas medidos cuantitativamente de forma directa o indirecta”.

A primera vista nos podría parecer que con este método de dirección todos los aspectos peculiares de la empresa han sido elimina-

dos. Una empresa se caracteriza por fenómenos difíciles de describir y que no son susceptibles de valoración. Pero un examen más detenido nos permite llegar a la conclusión de que estos fenómenos pueden ser medidos parcialmente en el futuro o ser medidos indirectamente.

Es importante que la determinación del objeto formal de la dirección de empresa se identifique con la idea de su valoración cuantitativa. Esto permite no sólo la medida directa sino también la indirecta y otras que puedan venir en el futuro. Así, al mismo tiempo que los flujos materiales, existen los flujos de información con cuya ayuda se puede llevar a cabo la dirección.

En el contexto de la dirección, la empresa se puede considerar como un sistema económico complejo, es decir, un conjunto de objetos materiales que se intercomunican según ciertas relaciones. Según el contenido y la naturaleza del trabajo realizado, estos sistemas se caracterizan por las siguientes funciones de dirección: planificación, contabilidad, control y análisis, regulación.

Planificación significa el desarrollo del programa de acción para cambiar el sistema en uno nuevo.

Contabilidad se conecta con obtención, acumulación y procesamiento de la información.. Permite determinar el estado real del sistema y su comportamiento en el periodo anterior.

Control y análisis se basan en revelar la información que indica la desviación de las condiciones normales de funcionamiento, la aclaración de las causas de desviación y la posibilidad de remediarlo.

Regulación asume el pronóstico del resultado esperado en base a los datos de control y a la elección de las acciones en curso para cumplir el plan.

A cada función de dirección corresponden unas tareas particulares de producción. Las tareas son las siguientes:

- Planificación de calendario y financiera (presupuestos)
- Planificación de inversiones y sustitución de equipos
- Selección de suministros y de personal
- Contabilidad y distribución de bienes
- Planificación a largo plazo, etc.

Para resolver estas tareas es necesario escoger las alternativas correspondientes que ofrece el funcionamiento efectivo de la empresa. Esto debe incluir la obtención del máximo de eficacia, máxima rentabilidad de las inversiones, optimización de los recursos disponibles, etc. (15, 16).

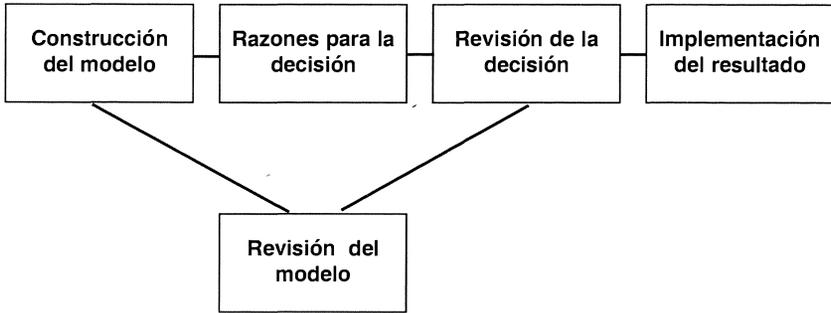
Es evidente que la solución de estas tareas requiere la estrecha cooperación de especialistas en el campo de la empresa (ante todo economistas), especialistas en matemáticas y en informática.

La obtención y acumulación de información suele ser un paso previo a la toma de decisiones. El modelo

“información-decisión-realización de las decisiones tomadas”

es un modelo muy generalizado en una actividad determinada. Los dos primeros componentes “información-decisión” permiten un estudio abstracto con la ayuda de distintos modelos (17). Esto permite obtener unos resultados teóricos que se pueden poner en práctica.

El proceso de buscar las decisiones mejores se hace de acuerdo con el esquema general que sigue (18).



El primer paso es la construcción del modelo. De acuerdo con la situación planteada se realiza un análisis del plan económico. Se aportan las nociones y relaciones esenciales. Según el plan establecido es necesario separar los bienes y relaciones más importantes que pueden medirse cuantitativamente. El resto de bienes y relaciones normalmente se descartan.

Cuando se ha terminado la construcción del modelo, es posible dedicarse a buscar las mejores decisiones. Es un problema puramente matemático. Como norma, el problema de buscar lo óptimo se resuelve con métodos apropiados.

De otra parte nos topamos con el problema de la toma de decisiones en una situación de incertidumbre (3). En este caso las consecuencias dependen de la clase de incertidumbre. A pesar de la complejidad de este problema, puede resolverse hasta cierto punto. Existen principios generales de comportamiento razonable.

Luego, cuando se ha conseguido la decisión es necesario llevar a cabo la revisión. La práctica nos enseña que las decisiones “ideales” según la teoría de la decisión, resultan completamente inútiles usando el sentido común..

¿Por qué se da esta situación? Porque un modelo matemático puede no ser adecuado para el objetivo verdadero. Por esta razón el proce-

so de elección de las decisiones de dirección en un sistema económico (una empresa) debe ser cíclico: si es necesario, el modelo se revisa, se busca una nueva decisión óptima que a su vez vuelve a revisarse, etc.

Finalmente la decisión se recomienda para su puesta en marcha. Pero tenemos que recordar que siempre la responsabilidad por la decisión tomada y por sus consecuencias recae sobre la persona que toma la decisión.

Las matemáticas y la informática solamente facilitan el “terreno” para reflexionar sobre cómo se debe actuar.

Para construir modelos se utiliza una gran variedad de métodos matemáticos, incluyendo los métodos tradicionales de operaciones de investigación (programación matemática y dinámica, teoría de los gráficos, teoría de los juegos, planificación de redes), teorías de probabilidad y estadísticas matemáticas.

Cuando se analiza el esquema presentado para obtener las decisiones de dirección, podemos señalar dos aspectos de gran importancia.

El primero se refiere al problema de ajustar el resultado final con el significado material del problema planteado. La responsabilidad del resultado final crece considerablemente cuando se utilizan las tecnologías informáticas en el dirección de empresas. Estas tecnologías a su vez influyen en el éxito de la empresa bajo las condiciones de los actuales mercados dinámicos.

En segundo lugar, la obtención de un resultado aceptable depende de la adecuación del modelo escogido para los objetivos de la dirección. La responsabilidad sobre el resultado final obliga a los investigadores a salirse de los esquemas formales que establecen las matemáticas. Es necesario buscar esquemas más “blandos” y “más flexibles” que se correspondan en mayor medida a los procesos reales. Actual-

mente se están desarrollando con éxito tales esquemas en el marco de la teoría de los conjuntos borrosos, de la inteligencia artificial y de las actuales tecnologías informáticas y de la información.

El proceso de construcción de un modelo requiere más especialidad que las matemáticas. El investigador debe hacer uso de su experiencia práctica y demostrar su actividad creativa. Es necesario apoyarse no sólo en los instrumentos matemáticos sino también en una serie de métodos para superar la incertidumbre. El problema de superar la incertidumbre se convierte, así, en el problema central.

B) EL PROBLEMA DE LOS MODELOS Y MÉTODOS

La búsqueda de unas decisiones efectivas de dirección supone siempre la construcción de un modelo matemático y el uso de las técnicas matemáticas.

Cuando se resuelve la aplicación de las tareas relativas a la dirección de la empresa, salen problemas relativos a las técnicas de los modelos. Esto concierne a la elección del formalismo y al tipo de modelo. (Formalismo significa el lenguaje para describir el modelo).

Aplicando un método formal tenemos la siguiente secuencia de acciones:

<Objeto de la tarea → Modelo → Algoritmo → Programa>

La elección del tipo de modelo está en gran manera determinado por la posibilidad de obtener una solución numérica de la tarea. Para realizar esto debe haber un algoritmo que sea efectivo respecto al número de operaciones, tiempo de solución y capacidad de memoria necesaria.

La elección del formalismo está relacionado con la actitud del investigador respecto a la información acerca de la tarea. Actualmente

existen tres posibilidades fundamentales: formalismo basados en lo decidido, probabilidad y lenguajes borrosos para describir la realidad.

El principal papel del programa lo tiene la realización del algoritmo por ordenador, la organización de los datos de estructura, la posibilidad de disponer fácilmente de la información y los medios de representación e interpretación de los resultados.

Vamos a considerar algunos de los aspectos sobre la selección de los formalismos. El significado del problema se rige por las siguientes circunstancias. En la práctica, la información sobre los objetivos del sistema estudiado están entre una certeza total y el caos. Esta situación se llama incertidumbre. En todo momento el investigador se encuentra en una situación de un cierto nivel de incertidumbre. Esto depende de muchos factores.

La consecuencia de esta incertidumbre es la necesidad de usar el lenguaje de la matemática borrosa. En algunos casos, cuando es posible sacrificar algo, se usa el lenguaje preciso de la formalización o el normal de la probabilidad borrosa.

Estas son todas las posibilidades que tiene a su disposición el matemático cuando resuelve las tareas del estudio. Los formalismos tradicionales tienen la profunda experiencia de resolver las tareas concretas, las técnicas interiores y toda clase de problemas. Surge la pregunta de cómo se puede tener en cuenta la incertidumbre con la ayuda de las matemáticas “borrosas”. ¿Cuáles son las posibilidades y los problemas? ¿En qué aspecto esto es peor o mejor?

Las matemáticas borrosas pueden originarse en una experiencia del formalismo tradicional y usar el máximo de él. Esto significa que cuando la transición tiene lugar, por ejemplo, en la función ordinaria de pertenecer a un conjunto $(0,1)$, el resultado puede ser igual al del marco del lenguaje determinista (el principio de retención de autoalimentación).

Respecto al simbolismo de los lenguajes, todos los formalismos mencionados difieren poco uno de otro. Pero su expresión difiere mucho uno de los otros. El más expresivo es el lenguaje de las matemáticas “borrosas” porque este lenguaje posee algo que puede ser descrito en otros lenguajes y más que en éstos.

Pero aparecen una serie de dificultades:

- Los volúmenes de la información por lo menos se doblan porque aparece la función m de pertenencia.
- Es necesario calcular el grado de pertenencia del resultado cuando el grado de pertenencia de la fuente de información se manifiesta de distintas maneras:
- Hay muchas maneras de introducir las operaciones diferentes acerca de los conjuntos y números.

Naturalmente todo esto depende de un problema concreto pero se tiene que observar el efecto inverso.

El nivel del resultado adecuado depende mucho de la combinación de la elección apropiada del tipo de modelo que manifiesta las propiedades estructurales del sistema que se estudia, y de la elección apropiada del formalismo que manifiesta las propiedades de la información material.

Así, buscar el modelo resulta un proceso creativo.

Buscar el modelo en sentido amplio significa sustituir el sistema estudiado por otro sistema en cierto modo parecido que se llama el modelo y llevar a cabo los experimentos necesarios con este sistema.

En las matemáticas aplicadas es posible señalar los siguientes tipos tradicionales de modelos:

Modelos analíticos, son los que se construyen cambiando los materiales que llevan las propiedades importantes del sistema por unos

materiales abstractos. Estos son los símbolos matemáticos y las distintas relaciones entre ellos.

En tal caso es necesario responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles se usarán en la dirección?. Es necesario describir el vector de variables que se usan
- ¿Cómo dirigir? Es necesario determinar el conjunto de decisiones permitidas.
- ¿Qué razón existe para dirigir? Se tiene que describir el objetivo.

Estos ejemplos son de problemas de programación matemática, de teoría de gráficos, etc.

Modelos de imitación son los programas (algoritmos) que realiza el sistema de conducta durante un largo lapso de tiempo.

Se tiene que predecir la conducta de los sistemas reales bajo distintas situaciones casuales.

Modelos de situación. Se trata de predecir el sistema de funcionamiento como una secuencia de situaciones separadas en tiempos determinados. Un conjunto de situaciones se llama modelo situacional.

Un conjunto de modelos de imitación y de situación se llama juegos de negocios.

En la actualidad los métodos informáticos de toma de decisión están ganando aceptación. Estos métodos se basan en ideas de inteligencia artificial (19) y nuevas tecnologías de información (20). Entre éstos están los algoritmos genéticos (21), los sistemas de decisión basados en el conocimiento (sistemas expertos) (22), sistemas de reconocimiento (23), redes neuronales artificiales (24), etc. (25).

Los **Algoritmos genéticos** se desarrollan a partir de la obra original de Holland (26) sobre sistemas adaptados. Los algoritmos

genéticos son la optimización de los algoritmos estocásticos que originariamente fueron motivados por mecanismos de selección natural y genética. Lo que hace atractivo el algoritmo genético es que su simplicidad no se ve limitada por restricciones sobre la búsqueda de espacio. Los datos iniciales son la base que genera una gran cantidad ocasional de soluciones posibles. Esta cantidad se utiliza para crear una nueva generación de soluciones. La próxima generación se genera con los mejores elementos de la generación actual, gracias a las transformaciones genéticas siguientes: selección, cruzamiento, mutación.

Un **Sistema experto** indica el razonamiento de un experto sobre un campo concreto usando una base de conocimientos. Una base de conocimiento contiene hechos y reglas que se refieren al campo concreto y también un proceso de deducción lógica.

Los **Sistemas de reconocimiento** realizan el principio de los modelos de acuerdo con su procedencia. En este caso los ejemplos de los objetos se caracterizan por llevar una tarea objeto. Si entra un nuevo objeto, de acuerdo con el principio del “parecido” se asigna a un objeto de los especificados. Cada objeto especificado se integra por una decisión particular.

Una **Red neuronal artificial** es un modelo de trabajo del cerebro. Es un modelo de procesamiento de la información (28, 29). Sabemos que la red neuronal artificial lleva a cabo el principio del procesamiento paralelo de los flujos de información. Los sistemas que se basan en él poseen una gran capacidad.

Como conclusión, el uso de los métodos informáticos exige una buena comprensión de los ordenadores y de las técnicas informáticas y un interés por el conocimiento experto.

C) ADOPCIÓN DE DECISIONES BORROSAS EN LA DIRECCIÓN DE EMPRESAS

Se admite generalmente que una certidumbre incompleta o parcial es una situación típica de las aplicaciones matemáticas. Esto está relacionado con el hecho de que la mayoría de los problemas son fragmentos de la realidad. Cuando se describe un fragmento es necesario apartarse de ciertas informaciones que aparecen en la descripción de los objetos tratados. Esto ocurre cuando es imposible medir cuantitativamente algunas características o son subjetivas, etc.

En tales situaciones los aspectos metodológicos de las matemáticas ganan una mayor importancia. El gran problema consiste en la elección matemática entre un conjunto de variantes posibles (determinista, probabilista, borrosa, etc.) para tratar el problema y solucionarlo. Se debe saber que una elección equivocada puede causar la imposibilidad de probar los resultados y sus procesamientos y puede llevar a interpretaciones exageradas.

En estas condiciones la matemática borrosa encuentra una amplia aplicación en aquellas esferas en las que no se puede aplicar los formalismos de las matemáticas usuales por falta de lenguaje apropiado. Tal situación es típica de muchas tareas de toma de decisión y de dirección.

Consideremos un problema de toma de decisión que puede formularse de la manera siguiente.

Pongamos un conjunto de soluciones posibles K enumeradas con los números k_1, \dots, k_l ($k_i \in \mathbb{N}$), ordenadas (admitamos que $k_1 \leq k_2 \leq \dots \leq k_l$) y la serie de soluciones aceptables X sea un conjunto arbitrario lleno de objetos. Admitimos que para cada una de las soluciones con el número $k_i \in K$ en correspondencia biyectiva, se puede establecer un cierto sub-conjunto $X_i \subseteq X$ ($i = 1..l$). Es necesario buscar un algoritmo que entre dentro del conjunto total X , y que el resultado del trabajo del

algoritmo se pueda interpretar en los términos de las soluciones posibles de K .

Esta declaración es una base evidente para las tareas de dirección. Para preparar la solución de un trabajo es necesario conectar con el conjunto X cada posible solución de $k_i \in K$ que tenga alguna influencia en la dirección. En tal caso la construcción del algoritmo A resulta algo más complicada.

Es preciso hacer notar que existen otros planteamientos para solucionar las tareas aceptadas. Básicamente difieren en la elección del espacio de las posibles soluciones K y, como resultado, en las suposiciones que conciernen a la relación entre X y K . En la mayoría de estos planteamientos la cuestión es construir la función. En el caso de lo borroso y gracias a la gran diferencia de las variantes de la implementación de las relaciones en el conjunto X , esta función se tiene que construir de otro modo.

Todas las variantes existentes de esta tarea mencionada difieren por el volumen y por las vías de especificación de la información acerca del conjunto X . Los conjuntos X_1, \dots, X_l se pueden especificar por entero o parcialmente vía sub-conjuntos finitos $X_i^0 \subset X_i$. En ambos casos para cada objeto X existe una solución apropiada K_i ($i = 1 \dots l$). Evidentemente esta tarea tiene un carácter degenerativo si se conoce toda la información, porque se resuelve por una simple orden de retirada.

Existen dos vías de especificación de la información diferentes: La vía de las reglas y la vía de los ejemplos preferentes. Estas vías se entrelazan. La segunda precede a la primera y se usa cuando tenemos sólo la descripción de x con su correcta solución K_i . No existe otra información.

La primera vía implementa la lógica descripción de los sub-conjuntos X_i (X_i^0) con la ayuda de un conjunto de reglas (predicados) $P_1 \dots P_r$. Son los siguientes:

$$P_i(x) = \begin{cases} 1, & \text{si } x \in X_i(X_i^0), \\ 0, & \text{en caso contrario.} \end{cases}$$

No es difícil cambiar de la vía lógica a la precedente. Si se usa P_1, \dots, P_l se hace necesario construir los sub-conjuntos

$$X_i = \{x \in X \mid P_i(x) = 1\}$$

Generalmente este cambio tiene un carácter técnico. Su significado está en la transformación equivalente del origen del conjunto de reglas P_1 en alguna forma. Esta forma se llama forma disyuntiva normal (DNF). Cada conjunto de esta fórmula es el objeto $x \in X_i (X_i^0)$.

Consideremos la tarea de aceptar las soluciones en el planteamiento mencionado arriba, con la asimilación adicional de que la información sobre los sub-conjuntos se da parcialmente, con la ayuda de los sub-conjuntos X_i^0 y vía precedentes.

Consideremos el algoritmo A que resuelve la tarea planteada. Generalmente, A implementa la implicación:

$$A : X \Rightarrow K$$

Esta implicación sobre la unión finita $\bigcup_{i=1}^l X_i^0$ podría satisfacer la restricción siguiente:

$$\forall x \in X_i^0 (A(x) = k_i)$$

Dado que el cumplimiento de:

$$\bigcup_{i=1}^l X_i^0 \subset \bigcup_{i=1}^l X_i \subseteq X$$

No existe fundamento para sugerir que $X_i \cap X_j = \emptyset$ si $i \neq j$. Es evidente que en este caso hay un objeto $x \in X$ para el cual $A(x)$ no está

definido o posee más de un número desde K como solución. Para evitar la incertidumbre el campo de soluciones del algoritmo A se puede extender con características adicionales $M = (\mu_A(k_1), \dots, \mu_A(k_c))$. Si en este caso $\mu_A(k_i) \in [0,1]$, entonces el vector M se puede tratar como vector miembro del indicado $x \in X$ para los sub-conjuntos X_i ($i = 1, l$). Entonces tan pronto como K se halle ordenado, podremos fijar la representación de su vector (K_1, \dots, K_l) y construir un algoritmo como

$$A : X \rightarrow K \times M$$

si se cumple la siguiente condición:

$$\forall x \in X_i^0 (A(x) = ((k_1, \mu_A(k_1)), \dots, (k_l, \mu_A(k_l))) \text{ y } \mu_A(k_i) = 1$$

Para calcular el vector miembro M se tiene que usar el método de la generalización. En nuestras “denotaciones” se mostrará como:

$$\mu_A(k_i) = \max_{x' \in X_i^0} \mu_{X_i}(x, x')$$

donde $\mu_{X_i} : (x, x') \rightarrow [0,1]$, definido en el conjunto completo X y se puede calcular para cada $x' \in X_i^0$. La última “reflección” naturalmente se denomina como una función de pertenencia al sub-conjunto X_i .

Aquí durante esta transformación del algoritmo A sustituimos la tarea de calcular los números de K por una amplia y natural tarea de calcular la función miembro para cada número K , desde la secuencia fijada de K . Evidentemente, en este caso el resultado del trabajo del algoritmo A se puede tratar como un número borroso y el algoritmo mismo se puede considerar un algoritmo borroso (30). Durante el cambio al algoritmo borroso aparece alguna base natural para su comparación. Esto se deduce de la definición siguiente:

El algoritmo A_1 ejerce dominación sobre A_2 ($A_1 \geq A_2$) si

$$\forall x \in X, \forall k_i \in K (\mu_{A_1}(k_i) \geq \mu_{A_2}(k_i))$$

Anotamos que estos son los algoritmos llamados canónicos (universales) de cara a la tarea encomendada. Si la información viene vía reglas entonces el algoritmo es un método de resoluciones. Cuando lo anterior se usa para este fin entonces es como un algoritmo desbocado. Si un algoritmo canónico está indicado como A_0 entonces en nuestras indicaciones se define el resultado de su trabajo de esta manera

$$\mu_{A_0}(K_i) = \begin{cases} 1, \text{ si } x \in X_i^o (P_i(x) = 1), \\ 0, \text{ en caso contrario.} \end{cases}$$

No obstante existen por lo menos dos inconvenientes que restringen la posibilidad de aplicar A_0 . La función $\mu_{A_0} : (x, x') \rightarrow [0,1]$ y el mismo algoritmo A_0 no son borrosos. Además μ_{A_0} puede ser impreciso para definir el lenguaje de cálculo cuando es 1 ó de orden superior. Sin embargo A_0 se puede aplicar comparándolo con el algoritmo desarrollado A . Por lo menos no hay ninguna duda que el uso de A_0 para la solución de la tarea es lícito y suficiente. Por consiguiente cualquier algoritmo A debe dominar sobre A_0 y únicamente en este caso tienen el derecho a existir. Ciertamente el algoritmo puede tener otras propiedades útiles.

En (31) se propone un esquema general de construcción de tales algoritmos A y se presentan como: *Cada algoritmo A resuelve una tarea determinada y domina sobre el algoritmo canónico A_0 .*

Así hay una posibilidad de comprobar los algoritmos borrosos que aparecen en el tratamiento de los resultados durante el cambio de los que son determinados a los borrosos.

Existe actualmente una gama indispensable de conocimientos metodológicos, matemáticos e informáticos para poder poner en práctica con éxito los métodos concretos de la dirección de empresas.

V. DIRECCIÓN DE EMPRESAS Y REDES GLOBALES DE INFORMACIÓN

El principal requisito para una empresa moderna es saberse adaptar al entorno externo.

Una condición necesaria de la adaptabilidad es un sistema de dirección basado en la tecnología moderna.

Una tecnología moderna es un conjunto de medios y de métodos que se basan en la información informatizada de los datos procesados (32, 33) y su transmisión, y esto suministra:

- La compleja solución (interrelacionada) de los problemas
- La posibilidad de crear modelos
- Una síntesis de los datos y el conocimiento básico de los conceptos, etc.

Un sistema de dirección es una condición necesaria pero nunca creará las condiciones necesarias de adaptabilidad porque una empresa siempre resulta un objeto borroso de macroeconomía. Pero una tecnología moderna proporciona la posibilidad de un flexible y rápido ajuste del sistema de dirección a las variaciones dinámicas del entorno externo. Además la tecnología moderna permite usar un amplio surtido de matemáticas “clásicas”.

Un moderno sistema de dirección se organiza como una red local de información e incluye: medios para transferir la información (red de comunicación) y medios de calcular las materias y ordenación y procesamiento de la información (sistemas informáticos).

Actualmente observamos un proceso de integración de todos los tipos de redes locales en una red unificada mundialmente. Este proce-

so se desarrolla en progresión geométrica. En consecuencia quien sepa usar esta orientación en su interés tendrá éxito en sus negocios.

Formalmente, el funcionamiento de una empresa o compañía en la red mundial de información puede describirse como un sistema de tres operaciones simples:

1. Formación de un centro propio dentro del sistema global (página de WWW o un servidor propio o un grupo de servidores).
2. Buscador de información en otros centros.
3. Transferencia de información de un centro a otro.

A partir de 1997 todos los programas modernos de ordenador incluyen instrumentos para desarrollar estas operaciones. Por ejemplo, Word-97 tiene instrumentos para hacer una página de WWW y el mismo Windows-97 incluye la posibilidad de trabajar con Internet (un ejemplo de la red global).

En estos métodos de conexión de análisis, transmisión y procesamiento de archivos con información variada, resultan muy importantes los métodos “borrosos” de analizar la información y la toma de decisiones.

Debemos considerar algunos aspectos de la toma de decisión con respecto al uso de las redes globales, tomando como ejemplo los métodos informáticos para buscar y valorar el potencial de los socios del negocio (35).

Hacer inversiones en nuevos países y regiones es realmente una tarea seria. Su solución se puede presentar con el esquema siguiente:

1. El inversor ayudado por un gran número de referencias, consultas y solicitudes a la Embajada estudia el país en su conjunto, su infraestructura y el sistema de dirección y de legislación, el estado de la economía y de la rama de su interés.

2. Basado en el análisis y los datos estadísticos busca un espacio de mercado no ocupado.
3. Cuando el inversor lo ha encontrado empieza a buscar un grupo de socios potenciales.
4. Se escogen los mejores inversores después de analizar las características de cada uno de ellos.
5. Se redacta un acuerdo y se hace un plan de acción conjunto.

Es difícil que este esquema funcione y tiene una gran cantidad de defectos: la obtención de datos requiere mucho tiempo, no siempre la información necesaria es útil y segura, los datos que se manejan para escoger los socios son de naturaleza borrosa y así hacen difícil el desarrollo del algoritmo preparado, etc.

Es evidente que para solucionar un problema complejo es posible utilizar las tecnologías de la información por ordenador. En tal situación más del 90% del trabajo ordinario se puede hacer con el sistema informático.

En nuestro caso para realzar la eficacia de las inversiones hemos desarrollado un sistema informático que resuelve el 90% del problema y está libre de las dificultades mencionadas antes.

Durante el desarrollo del sistema se han solucionado las tareas siguientes:

1. Se han escogido grupos de macroindicadores y microindicadores que definen bien el país y su economía y son de gran interés para los inversores potenciales.
2. La arquitectura del sistema y de los datos básicos se ha desarrollado previendo el almacenamiento, la modernización y el acceso a cada grupo de indicadores.

3. Se construye un modelo que describe el potencial de los socios del negocio.
4. Se construye un algoritmo de su opinión acerca de su confianza.
5. Se ha hecho un esquema de la modernización “on-line” de los datos básicos.
6. Se ha desarrollado un sistema informático para WINDOWS que proporcione la fotografía y la visualización en film y la representación por audio de todos los tipos de datos escogidos.

Consideremos las características propias del sistema con más detalle.

Escogiendo los indicadores generales hemos seleccionado tres grupos de macroindicadores: datos de viaje, datos estadísticos y datos de negocio. Cada grupo se subdivide en un conjunto de macroindicadores con uno-dos niveles.

<i>Viaje</i>	<i>Estadística</i>	<i>Negocio</i>
Información general Puntos importantes de información Símbolos estatales, Himno Mapas (geogr., regiones, etc.). Capital (historia, foto-tour) Resumen político y económico Llegada (primeros pasos, etc.). Lugares de visita (foto-tour). Tiendas Enlaces mundiales Hechos importantes Salida (por avión, etc.)	Resumen Puntos importantes de información Indicadores generales Población Nivel de vida Finanzas Industria Agricultura Construcción Educación Mercados Comercio exterior Ecología, Salud Crimen, etc..	Resumen Puntos importantes de información Legislación Mapa de compañías (empresas) Medios de comunicación (TV, Radio, etc.). Exposiciones Transportes (por avión, etc.) Impuestos de aduanas

Toda la lista de indicadores, excepto el mapa de compañías, se presenta de una manera muy simple (texto, gráficos, sonido) y no necesita una estructuración. El indicador Mapa de compañías ofrece un conocimiento del conjunto de temas económicos, es decir de las industrias, bancos y agencias de publicidad. No obstante su variedad todos los indicadores se presentan de la misma manera:

- *Compañía* – nombre de la empresa (trabajo, banco, etc.)

- *Nombre* – nombre de la persona
- *Dirección* – dirección
- *Teléfono* – número de teléfono
- *Fax* – número de fax
- *P-Venta (m)* – lista de los productos (m) que produce
- *P-Compra (t)* – lista de los productos (t) que compra la empresa
- *Otros (z)* – información adicional como (z) variable, sobre la empresa (folletos, fotografía de los productos)

Los datos sobre la seguridad del potencial de los socios se obtienen por el análisis de la práctica positiva o negativa de las inversiones. Estos datos son distintos en cada país y su conocimiento depende de las condiciones locales. Como ejemplo, analicemos los indicadores de seguridad $X = (X_1, \dots, X_9)$ que son típicos de la república de Bielorrusia

X_1 - el gerente de la empresa

X_2 – cualificación del personal

X_3 – número de trabajadores

X_4 – característica de la oficina

X_5 – localización de la empresa y sus sucursales

X_6 – tiempo de existencia

X_7 – volumen anual de negocios

X_8 – clase de negociaciones con el inversor

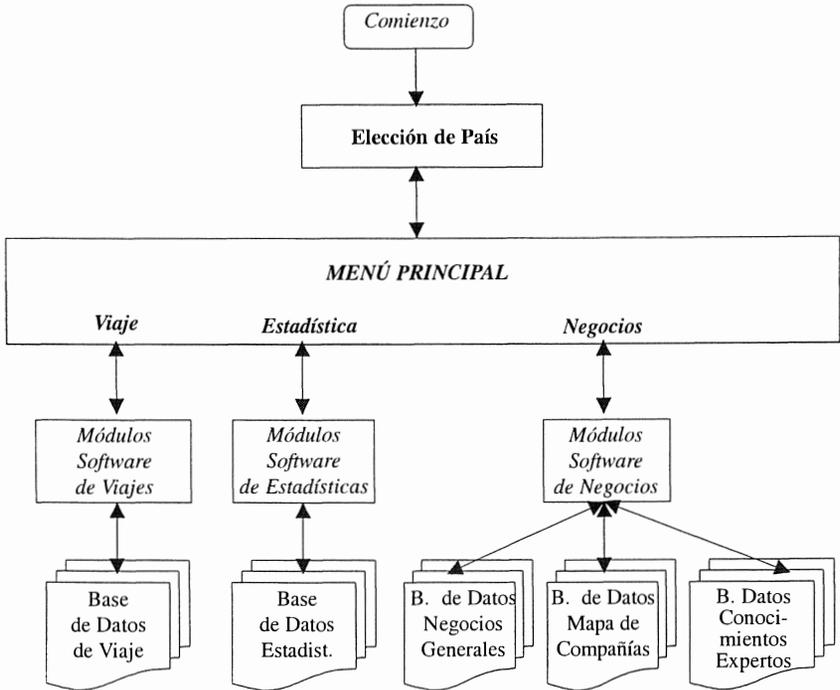
X_9 – contenidos de publicidad en la prensa, la radio y la TV.

En la mayoría de los casos que hemos estudiado, los elementos del vector X influyen de la misma manera en la seguridad del socio, es decir, tienen un peso parecido. Pero algunas variables tienen una doble

naturaleza y cambian el grado de seguridad sin cambiar el valor de otras variables.

Los elementos del vector X tienen interés por sí mismos porque reflejan un estado real de las cosas y los grupos reales de los socios actuales y futuros. Anotar que el “buen” valor de estos indicadores es muy estable dentro de un país pero puede convertirse en “malo” en otros países.

No es difícil comprender que los tres grupos de macro y microindicadores tienen una buena base de información para resolver problemas de planificación de viajes y para buscar socios para realizar el plan de negocios.



Los problemas que el sistema resuelve y las normas del sistema informático Windows determinan la arquitectura del sistema. El control del sistema y de los datos básicos se realiza con la ayuda del menú. La interacción de todos estos elementos se hace de la manera siguiente.

El esquema muestra que la base de toda clase de datos está materialmente separada de los procedimientos del procesamiento. Esto permite que todos los medios, incluido Internet, pongan al día la información más alejada.

Basados en el análisis de la fuente de los datos se puede decir que el modelo de socio de negocios es puramente informativo y cualitativo.

En el primer caso lo describen ocho componentes:

$$S_1 = \{Compañía, Nombre, Dirección, Teléfono, Fax, P_Venta (m), P_Compra (t), Otros (z)\}$$

En el segundo caso lo describen tres componentes:

$$S_2 = (X, D, f)$$

donde: X son los indicadores, D son las variables lógicas que determinan el grado de confianza del socio (diagnosis), f son las funciones para transformar X en D , o sea $D = f(X)$.

Una característica de los datos X tal como se ha mencionado más arriba es su vaguedad.

En vista de la vaguedad de los grupos de macro y microindicadores mencionados arriba y de la falta de consistencia de los datos estadísticos, surgen dificultades para la aplicación de los instrumentos matemáticos. Una posible solución del problema sería el uso de la metodología de la teoría de los conjuntos borrosos.

Consideremos un socio potencial W como un sistema borroso controlado que es descrito por los ocho componentes:

$$W = (X, S, f_1, V, Y, f_2, R, f_3)$$

donde:

X es un vector de variables diagnosticadas que describen W ;

S es un conjunto borroso en el conjunto (0-1) que representa el estado actual de W ;

f_1 es una función de pertenencia que representa a X en S ($f_1 : X \rightarrow S$):

$V = (v_1, v_2, \dots, v_k)$ es el conjunto final de seguridad de W ;

$Y = (y_{1,1}, \dots, y_{k,l})$ es un conjunto de vectores de los primeros modelos que corresponden a V ; f_2 es una función de representación de V en Y ($f_2 : V \rightarrow Y$);

f_3 es una función de representación de S en Y ($f_3 : S \rightarrow Y$);

$R = (r_1, r_2, \dots, r_k)$ son las recomendaciones que un experto hace a un inversor.

Es necesario hallar el valor r en la base X . Es evidente que la solución será un gradual proceso de algoritmo. Una solución podría ser, por ejemplo, usar un algoritmo de toma de decisión borrosa.

La búsqueda de socios se lleva a cabo de tres maneras:

- desde un grupo de empresas, a una empresa que produce unos productos concretos;
- por el nombre de los productos, a una empresa que los produce;
- por el nombre de la empresa, a los productos que ella hace.

De esta manera aunque sin hacer un estudio completo de mercado, simplemente escribiendo el nombre de los productos, el inversor encontrará una lista de empresas que están interesadas en comprarlos.

Así, quien se sirve de este sistema no recibe datos fragmentados sobre el país sino que recibe un complejo de información determinado que le da una imagen completa de las posibilidades de desarrollar negocios en un país concreto y le proporciona la búsqueda de socios entre las empresas que existen realmente.

Es evidente que este sistema que hemos descrito ofrece buenos resultados cuando se trabaja con una base de datos puesta al día continuamente. Cuanto más viejos los datos más baja es la calidad del trabajo. Hace unos años la actualización de los datos era un gran problema; actualmente es muy sencillo. Para hacer esto, basta con dirigirse a uno de los servidores WWW de Internet y copiar en el disco duro las variantes “calientes” de la base.

A medida que en una nueva inversión la información resulta útil, la base de datos mejora y la calidad del sistema de operación resulta más alta.

El método propuesto para valorar los países y las regiones, los posibles inversores, y el sistema informático desarrollado al comienzo, son un ejemplo práctico del uso de la teoría de los conjuntos borrosos para resolver los problemas tópicos de los negocios

El algoritmo borroso para valorar la confianza de los socios resulta tan flexible que puede ser ampliamente adoptado en otros programas que resuelven problemas similares. Su gran ventaja es que cualquier experto puede modernizar su conocimiento básico y enviar una nueva variante por Internet.

VI. CONCLUSIÓN

La comunidad mundial se dirige hacia una era de desarrollo rápido. Se introduce una gigantesca concentración de capital, un desarrollo de la producción de alta tecnología y un movimiento de masas de población. En pocos años, distintos países pasan del subdesarrollo a ser muy desarrollados. El mundo está saturado por el gran volumen de información que crece continuamente. Para sobrevivir, la gente, las compañías y los países están tomando continuamente decisiones en razón a distintos factores.

La toma de decisiones requiere automatización pero ésta no se puede dar sin cambiar a nivel formal, es decir, que tiene lugar la introducción de métodos formales en las débiles esferas formales, desde el punto de vista de las matemáticas. El actual modelo de los esquemas matemáticos no serviría, y aparecen nuevos modelos y teorías. De un conocimiento del mundo con un fundamento de las decisiones a base de acumular estadísticas, pasamos a un mundo de incertidumbre en el que los procesos cambian rápidamente y los fenómenos no se miden cuantitativamente. Al mismo tiempo observamos el logro de los científicos en el desarrollo de nuevos lenguajes para describir la realidad, es decir, las matemáticas borrosas y existen logros en la inteligencia artificial.

Se debe prestar una atención particular a los logros de la tecnología de la información por ordenador. De hecho se ha resuelto el problema de la creación de un espacio funcional para la información. A semejanza de la aviación, todo el mundo está cubierto por la red de la informática. Las actuales tecnologías sobre la base de datos y las bases de conocimiento, permiten acumular y procesar rápidamente grandes volúmenes de información. Y se dan éxitos en la creación de “interfases” de lenguaje natural.

Todos estos factores crean buenas perspectivas para implementar el potencial creativo de los científicos, capaz de resolver los problemas con los que se enfrentan.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Kauffmann A, Gil Aluja J. Introducción de la Teoría de los Subconjuntos Borrosos a la Gestión de las Empresas. Santiago de Compostela, Milladoiro, 1986.
2. Zadeh L A, Bellman R E. Decision-Making in a Fuzzy Environment. *Managem. Sci.* 1970, 17. P: 141-164.
3. Raiffa H. Decision Analysis. Introductory Lectures on Choices under Uncertainty. Addison-Wesley, London, 1977.
4. Zadeh L. A. Fuzzy Sets. *Inf. Contr.*, 1965, 8. P: 338-353.
5. Kauffmann A. Introduction to the Theory of Fuzzy Subsets. N.Y., Acad. Press, 1975.
6. Barre R. Prologue to the Work by Kauffmann A. and Gil Aluja J. *Técnicas Operativas de Gestión para Tratamiento de la Incertidumbre*. Ed. Hispano Europea, Barcelona, 1987.
7. Orlovsky S A. Decision-Making with a Fuzzy Preference Relation. *Fuzzy Sets and Systems*. 1978, 1, 3. P: 155-167.
8. Popper K. *The Logic Scientific Discovery*. London, 1959.
9. Gil Aluja J. Towards New Concept of Economic Research. *J. Fuzzy Economic Review*. 1995, 0. P: 5-23.
10. Popper K. *La lógica de la investigación científica*. Ed. Tecnos. Madrid, 1971.
11. Negoita CV, Minou S, Stan E. On Considering Imprecision in Dynamic Linear Programming. *ECEESR*, 1976, 3. P: 83-95.
12. Poyla G. *Mathematics and Pausible Reasoning*. Princeton University Press. New Jersey, 1954.

13. Hermeyer Ju. B. Introduction to the Theory of Operations. Moscow, Nauka, 1971.
14. Zadeh L. A. Fuzzy Orderings. Inf. Sci., 1971, 3, -p.p. 177-200.
15. Negoita CV, Sularia M. On Fuzzy Mathematical Programming and Tolerances in Planning. ECEESR, 1, 1976. P: 3-14.
16. Zimmermann HJ. Fuzzy Programming with Several Objective Functions. Fuzzy Sets and Systems, 1978, 1. P: 46-55.
17. Hintikka J. Towards a Theory of Inductive Generalization. Reading in the philosophy of science. New York, 1970.
18. Ackoff R, Sasieni M. Fundamentals of Operation Research. N.Y.-London. S. Wiley, 1968.
19. Thayse A, Gribomont P, et al. Approche logique de l'intelligence artificielle. De la logique classique a la programmation logique. Bordas, Paris, 1988.
20. Signore R, Stegman MO. The ODBC Solution. Osborne McGraw-Hill, 1995.
21. Koza J. Genetic Evolution and Co-Evolution of Computer Programs. Proc. of Artificial Life II, Santa Fe, 1990.
22. Lauriere JL. Intelligence Artificielle. Resolution de Problemes par l'Homme et la Machine. Eyrolles, Paris, 1987.
23. Nilsson NJ. Learning Machines. New York, McGraw-Hill, 1965.
24. Hecht-Nielsen R. Neurocomputing. Addison Wesley, Menlo Park, CA, 1989.
25. Deboeck GJ. (ed). Trading on the Edge: Neural, Genetic and Fuzzy Systems for Chaotic Financial Markets. Wiley, New York, 1994.

26. Holland JH. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1975.
27. Golberg DE. *Genetic Algorithms in Search, Optimisation and Machine Learning*. Reading, Mass, Addison Wesley, 1989.
28. McCord Nelson M, Illingworth WT. *A Practical to Guide to Neural Nets*. Addison Wesley, Reading, MA, 1991.
29. Masters T. *Practical Neural Network Recipes in C++*. Academic Press, New York, 1993.
30. Wong CK. Fuzzy Points and Local Topology. *J. Math. Anal., Appl.*, 1974, 46. P: 316-328.
31. Krasnoproshin VV, Obraztsov VA. Fuzzy Algorithm in Decision-Making Problem. *Proc. of 2nd Congress of SIGEF, v.2, Santiago de Compostela, 1995. P: 283-296.*
32. Booch G. *Object Oriented Desing*. The Benjamin/Cummins Publishing Company Inc. 1991.
33. Valvachev A. and other. *The Revolutionary Guide to Delphi*. WROX PRESS, 1996.
34. King A. *Inside Windows 95*. Microsoft Press. 1994.
35. Gil Aluja J, Krasnoproshin V.V., Valvachev A. Computer Methods for Searching and Estimating Potencial Business Partners. *Proc. of 3rd Congress of SIGEF, Vol.1, Buenos Aires, 1996. P:234-248.*

Discurso de contestación por el académico numerario

Excmo. Sr. Dr. Don Jaime Gil Aluja

EXCELENTÍSIMO SEÑOR PRESIDENTE,
EXCELENTÍSIMOS SEÑORES ACADÉMICOS,
EXCELENTÍSIMOS E ILUSTRÍSIMOS SEÑORES,
SEÑORAS Y SEÑORES,

La Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras se enriquece hoy con la incorporación de un nuevo Académico. En esta ocasión hace su entrada en nuestra Comunidad, un científico procedente de un país, Bielorusia que, por su lejanía, es desgraciadamente poco conocido por muchos, pero que en cambio ha sido y es cuna de destacados investigadores. Uno de ellos sobresale con luz propia: Viktor Vladimirovich Krasnoproshin.

Nuestro Presidente ha tenido la bondadosa idea de designarme para contestar el brillante discurso que con motivo de este acontecimiento ha pronunciado el recipiendario. Vaya por delante mi agradecimiento por tal deferencia, que me honra en gran manera. Procuraré hacerme acreedor de la confianza en mí depositada. Debiera ayudarme en esta empresa, nuestra ya larga vinculación con los científicos de esta República del Este de Europa, con quienes llevamos ya más de dos lustros colaborando intensamente en el intento de poner en marcha los adecuados dispositivos capaces de relanzar un sistema económico demasiado castigado por los avatares de políticas no acordes con los tiempos en que vivimos.

Los trabajos realizados por un esforzado grupo de investigadores, al frente de los cuales se halla el Prof. Krasnoproshin, es digno de encomio. Ante una situación de precariedad, rayana en la “nada”, han sabido sacar adelante interesantes modelos en el ámbito de la Cibernética Económica, cuya puesta a punto está proporcionando ya, excelentes resultados. En este conjunto de colaboradores se hallan estudiosos de

la matemática aplicada tan conocidos como V.A. Obratsov, S. I. Kashkevich, A. Zmitrovich, cuyos nombres, por sí mismos, constituyen una elocuente muestra del prestigio alcanzado por este grupo de trabajo en los cenáculos científicos internacionales.

Glosar en el breve espacio temporal del que disponemos la figura de Viktor Vladimirovich Krasnoproshin resultaría tarea difícil. Nos limitaremos, por ello, a un breve esbozo, sabiendo de antemano que únicamente va a representar una difusa caricatura, sólo susceptible de convertirse en un cuadro nítido gracias a la sagacidad y buen pensar de los excelentísimos señores académicos.

El profesor Krasnoproshin nace en un pequeño pueblo de Bielorusia, Krobin, desde donde, después de realizar allí sus primeros estudios, se traslada a Minsk. Lleva a cabo en la capital Bielorusa sus estudios universitarios obteniendo la licenciatura y posteriormente el doctorado en la entonces Facultad de Matemática. Atraído por las incipientes tareas de sus maestros en el ámbito de la automatización y a raíz de su conexión con los procesos de control, se incorpora a los trabajos docentes e investigadores de la Universidad Estatal de Bielorusia, en cuyo seno había bebido antaño las primeras aguas, fuente de lo que más tarde serían importantes hallazgos.

Después de unos primeros años de titubeo, consolida su posición en la primera Universidad de su país, consiguiendo la plaza de profesor en su más alta categoría, siendo designado, posteriormente Director del Departamento de Matemática de la Programación de Sistemas de Control Automático. A partir de entonces dirige sus esfuerzos en dos sentidos. Por una parte, a la profundización de los estudios en este importante campo de la matemática aplicada, construyendo puentes con investigadores de otros países, centros y grupos por los cuales pudieran transitar, en ambos sentidos, quienes desearan aglutinar esfuerzos ten-

dentes al desarrollo de la actividad científica. Su trabajo merece reconocimiento en su país y fuera de sus fronteras. En Bielorusia es nombrado Vicepresidente del “Consejo Regional de Ciencias de la Información” así como Miembro del “Consejo Coordinador del Programa de Investigación Científica” de la Academia de Ciencias. En el exterior, es incorporado como Miembro de la “American Mathematical Society”, así como Miembro de los Comités Directivos de Sociedades tales como la “Asociación Europea de Dirección y Economía Fuzzy” y la “Asociación para la Modelización y Simulación en la Empresa”, entre otras. Pero, por otra parte, inicia, junto con otros universitarios, una tenaz lucha para la creación de una nueva universidad, con el más genuino sabor occidental, que tenía como ambición la enseñanza de la economía y la gestión de empresas. Su labor dio los resultados esperados. Nació la Universidad Económica de Bielorusia, entre cuyos primeros docentes se hallaban no pocos colaboradores del Departamento dirigido por Viktor Vladimirovich Krasnoproshin.

Su tarea investigadora se centra fundamentalmente en la realización de trabajos que son publicados en las más prestigiosas revistas científicas. Temas tan palpitantes como “los sistemas de análisis de datos aeroespaciales”, “algoritmos para el reconocimiento de formas”, “sistemas inteligentes para el procesamiento de imágenes”, y “la construcción de algoritmos híbridos de ayuda a la decisión”, son, entre otros, líneas de investigación abordadas en sus más de 80 artículos. No puede ser olvidada, en este apartado, la trilogía de monografías, formada por: “Expert Systems for Personal Computers: methods, means, realization”, “A problem of Teaching Concepts in Adaptative Systems of Artificial Intelligence” y “Physical Foundations of Remote Sounding”, obras clásicas en su campo.

La resonancia adquirida por sus hallazgos, le ha llevado a impartir docencia en centros especializados de prestigio. Citaremos, a título

indicativo las universidades alemanas de Yena y Magdeburg, el Centro de Investigaciones de Sozopol en Bulgaria, la finlandesa Universidad de Tampere, sin olvidar nuestra Universidad de Barcelona.

El tema que para este solemne acto ha escogido el Profesor Krasnoproshin es de indudable interés. En efecto, la adopción de decisiones en el campo de la economía y la gestión, plantea, en estos momentos, problemas tan fundamentales como es el de la propia subsistencia de los paradigmas clásicos de la teoría de la decisión. Quizás convenga, al hilo de los retos esbozados por el recipiendario, poner de manifiesto algunas reflexiones, reiterativas por mi parte, que los excelentísimos señores académicos sabrán valorar, sino por su propia entidad, por lo menos por la mejor de las intenciones con las que voy a formularlas.

La frecuencia ha convertido en hábito aprovechar una fecha significativa para separar el devenir de los acontecimientos en etapas con cierta estanqueidad. La realidad desmiente en muchas ocasiones este sentido de ruptura y confirma procesos continuos que, no obstante, son susceptibles de variaciones más o menos intensas.

Lo que sí parece cierto es que los momentos singulares pueden ser portadores de ciertas señales de alerta, capaces de despertar sensibilidades de naturaleza diversa que sirven, a veces, para modificar comportamientos, los cuales, si bien no constituyen en si mismos elementos suficientes para cerrar periodos homogéneos, en cambio permiten llamar la atención sobre ciertos aspectos que, en otras circunstancias, difícilmente darían lugar a un proceso de reflexión.

El prácticamente inminente nacimiento del nuevo milenio puede ser excusa válida para repensar ciertos aspectos de la actividad social que creemos merecen la atención de quienes se hallan preocupados por el futuro de nuestro continente. El devenir de los sucesos, configura

unas actitudes las cuales en el transcurso del tiempo se convierten en costumbres que acaban atenuando voluntades y configuran una cierta manera de actuar frente a los fenómenos.

En épocas como las actuales, en las que los sistemas sociales se hallan en permanente cambio, no es de extrañar que las rutinas adquiridas entren en conflicto con las realidades mutables. Se producen tensiones, tienen lugar desajustes y las bolsas de marginalidad van adquiriendo dimensiones no deseadas. Los investigadores de las ciencias sociales intentan buscar soluciones adecuadas que permitan un tratamiento de las distintas situaciones. Sin embargo no siempre se consiguen resultados en el momento deseado y, con demasiada frecuencia, las soluciones siguen de lejos a los problemas y entonces la falta de acoplamiento temporal se deja sentir creando disfunciones.

El ámbito económico y financiero en el que se desenvuelve la actividad social, humana y empresarial no constituye, evidentemente, una excepción y, a la vez que se van produciendo profundos cambios, tienen lugar modificaciones en las “reglas” que rigen las transacciones y los procesos del cambio. Surge inquietud ante los tiempos que se acercan, y se vislumbra el futuro envuelto en un alto grado de incertidumbre. Parece necesario imaginar nuevas maneras de concebir las relaciones entre personas y grupos, si de verdad deseamos que el progreso confluya en un mayor bienestar de los ciudadanos.

No resulta fácil la transición desde posiciones que la tradición ha consolidado a nuevas formas de actuar frente a los continuados retos que se van presentando. Y ello, es así, por cuanto la mayor parte de especialistas y estudiosos de la economía han sido formados en unas ideas en otras épocas inmutables y que hoy han ido desdibujándose hasta desaparecer prácticamente del acontecer diario.

Sea cual sea la fuente en la cual han bebido sus conocimientos, todos tienen en común la búsqueda de un equilibrio o bien intentan romper uno ya existente con la idea de encontrar otro que pueda resultar más favorable. Es necesario acostumbrarse a pensar que la sociedad, la economía y la actividad de las empresas tal como la hemos conocido hasta ahora, no tienen posibilidad alguna de sobrevivir en un futuro incluso inmediato y que muchos cambios van a resultar inevitables.

Los desequilibrios y las inestabilidades son elementos que cada vez transitan más unidos y parece lo estarán más aún en el futuro. Tanto es así que, en las recientes tendencias de la investigación científica en economía y gestión de empresas, están tomando una posición cada vez más fundamental el tratamiento de sistemas desequilibrados e inestables. En este sentido, es cada vez más habitual oír hablar de inestabilidad y volatilidad de los mercados financieros, inestabilidad y fluctuación de los precios y tipos de cambio, inestabilidad y precariedad de los puestos de trabajo,...

Consideramos inútiles los lamentos de quienes añoran comportamientos de antaño. Hemos llegado hasta donde nos encontramos ahora y puede resultar bueno intentar asentarnos en este contexto para entender mejor los fenómenos que en él acontecen. Sólo así será posible tomar decisiones capaces de dirigir la sociedad hacia suficientes niveles de bienestar. Para ello será necesario sustituir la rigidez de las normas que configuran equilibrios tendentes a maximizar resultados, por actitudes de consenso que puedan dar lugar a satisfacciones, aunque sólo sean parciales.

En este sentido, la mirada hacia los órganos rectores de la nueva Europa, en donde las grandes decisiones irradiarán hacia todos los rincones del Viejo Continente, influyendo en los aspectos fundamentales

de la actividad económica, no deberá ser de pasiva complacencia sino de activa participación, para no quedar excluidos de los cenáculos en dónde se gestan los proyectos, lo que comportaría una renuncia de derechos, por tantas razones deseados.

Lo demás es cosa nuestra. Debemos ser capaces, no solamente de sobrevivir en un entorno internacional cada vez más globalizado, sino de construir polos básicos de desarrollo, cimentados en la capacidad creativa del ser humano, apta para asumir los inevitables cambios que se irán produciendo, la cual será capaz de dar cumplida respuesta a las necesidades de más de 400 millones de europeos.

Sepamos aprovechar las lecciones con la humildad de quienes son concedores de lo mucho que nos queda por aprender. Seamos tributarios de quienes, con esfuerzo y abnegación, están intentando levantar de las cenizas, una sociedad en la que sus ciudadanos puedan gozar de los más elementales derechos. Hemos escogido a Viktor Vladimirovich Krasno-proshin como uno de los muchos ejemplos que se podrían encontrar. La Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras se enorgullece de esta elección. Espera que esta distinción sevirá de acicate al nuevo Académico para renovar sus esfuerzos en pro de los sagrados objetivos de todo ciudadano de un país libre. Le felicitamos y nos felicitamos a la vez, por su nombramiento. Esperamos de él, que actúe como embajador de nuestra Real Corporación en la Rusia Blanca, para que la luz de la sabiduría resplandezca en aquel bello rincón de la Gran Europa.

