



**Irena PATAŠIENĖ**

**SIMULATION OF ENTERPRISE  
ECONOMIC FACTORS AND APPLICATION  
IN LEARNING PROCESS**

**Summary of Doctoral Dissertation  
Technological Sciences, Informatics Engineering (07T)**

**1462-M**

**Vilnius**  **2008**

**VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY  
INSTITUTE OF MATHEMATICS AND INFORMATICS**

**Irena PATAŠIENĖ**

**SIMULATION OF ENTERPRISE  
ECONOMIC FACTORS AND APPLICATION  
IN LEARNING PROCESS**

Summary of Doctoral Dissertation  
Technological Sciences, Informatics Engineering (07T)



Vilnius LEIDYKLA TECHNICA 2008

Doctoral dissertation was prepared at Kaunas University of Technology and at the Institute of Mathematics and Informatics in 2004–2008.

The dissertation is defended as an external work.

Scientific Consultant

**Prof Dr Valentina DAGIENĖ** (Institute of Mathematics and Informatics, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T).

**The dissertation is being defended at the Council of Scientific Field of Informatics Engineering at Vilnius Gediminas Technical University:**

Chairman

**Prof Dr Habil Romualdas BAUŠYS** (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T).

Members:

**Prof Dr Albertas ČAPLINSKAS** (Institute of Mathematics and Informatics, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T),

**Prof Dr Habil Genadijus KULVIETIS** (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T),

**Assoc Prof Dr Irena MAČERINSKIENĖ** (Mykolas Romeris University, Social Sciences, Economics – 04S),

**Prof Dr Habil Aleksandras TARGAMADŽĖ** (Kaunas University of Technology, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T).

Opponents:

**Assoc Prof Dr Kazys Tomas BANIULIS** (Kaunas University of Technology, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T),

**Assoc Prof Dr Dalė DZEMYDIENĖ** (Institute of Mathematics and Informatics, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T).

The dissertation will be defended at the public meeting of the Council of Scientific Field of Informatics Engineering in the Senate Hall of Vilnius Gediminas Technical University at 2 p. m. on 23 April 2008.

Address: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania.

Tel.: +370 5 274 4952, +370 5 274 4956; fax +370 5 270 0112;

e-mail: doktor@adm.vgtu.lt

The summary of the doctoral dissertation was distributed on 21 March 2008.

A copy of the doctoral dissertation is available for review at the Library of Vilnius Gediminas Technical University (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lithuania) and at the Library of Institute of Mathematics and Informatics (Akademijos g. 4, LT-08663 Vilnius, Lithuania).

© Irena Patašienė, 2008

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS  
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS INSTITUTAS

**Irena PATAŠIENĖ**

**ĮMONĖS EKONOMINIŲ VEIKSNIŲ  
IMITACINIS MODELIAVIMAS IR TAIKYMAS  
MOKYMO PROCESUI**

Daktaro disertacijos santrauka  
Technologijos mokslai, informatikos inžinerija (07T)



Vilnius LEIDYKLA TECHNICA 2008

Disertacija rengta 2004–2008 metais Kauno technologijos universitete ir Matematikos ir informatikos institute.

Disertacija ginama eksternu.

Mokslinis konsultantas

**prof. dr. Valentina DAGIENĖ** (Matematikos ir informatikos institutas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T).

**Disertacija ginama Vilniaus Gedimino technikos universiteto Informatikos inžinerijos mokslo krypties taryboje:**

Pirmininkas

**prof. habil. dr. Romualdas BAUŠYS** (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T).

Nariai:

**prof. dr. Albertas ČAPLINSKAS** (Matematikos ir informatikos institutas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T),

**prof. habil. dr. Genadijus KULVIETIS** (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T),

**doc. dr. Irena MACERINSKIENĖ** (Mykolo Romerio universitetas, socialiniai mokslai, ekonomika – 04S),

**prof. habil. dr. Aleksandras TARGAMADŽĖ** (Kauno technologijos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T).

Oponentai:

**doc. dr. Kazys Tomas BANIULIS** (Kauno technologijos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T),

**doc. dr. Dalė DZEMYDIENĖ** (Matematikos ir informatikos institutas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T).

Disertacija ginama viešame Informatikos inžinerijos mokslo krypties tarybos posėdyje 2008 m. balandžio 23 d. 14 val. Vilniaus Gedimino technikos universiteto senato posėdžių salėje.

Adresas: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva.

Tel.: (8 5) 274 4952, (8 5) 274 4956; faksas (8 5) 270 0112;

el. paštas doktor@adm.vgtu.lt

Disertacijos santrauka išsiuntinėta 2008 m. kovo 21 d.

Disertaciją galima peržiūrėti Vilniaus Gedimino technikos universiteto (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lietuva) ir Matematikos ir informatikos instituto (Akademijos g. 4, LT-08663 Vilnius, Lietuva) bibliotekose.

VGTU leidyklos „Technika“ 1462-M mokslo literatūros knyga.

## **General characteristic of dissertation**

***Topicality of the problem.*** Many people in Lithuania are concerned with business and majority of them seeks to be leaders. Business games as an efficient supporting tool are very useful and popular around the world in all age groups. There is a variety of business games and simulation tools created in the world.

The majority of business games in microeconomics suggest to gain knowledge in a narrow field or to create panoramic image of decisions without deeper analysis. Students can manipulate only small part of variables. The worldwide experience show that cultural differences impede the understanding of a game created in other cultural environment. Since designing traditions of business games in Lithuania are rather poor, it is very important to create, develop and investigate them in the educational process. Currently available publications do not offer any recommendations concerning the national business games.

Analysis of existing games reveals that, in fact, users may check their theoretical knowledge only episodically. Integration into educational process and interdisciplinary application is absent.

Business game could help to learn business basics and development of an enterprise data base if games data are accumulated. Learning of the optimization methods also could be useful. Such business game could be applicable in several teaching units.

Designing and development of national business games is one of the topical means in educology, economics and information technology science.

***Research problem.*** Adapting business game architecture for integration of the game into various study programs for interdisciplinary use is still an important scientific problem.

***Aim and tasks of the work.*** After analysis of the main economic factors of an enterprise, to create and to test experimentally the architecture of business game in such way that the economic process simulation software based on this architecture could be used for teaching universally.

The tasks of the work:

1. To compare analysis of methods, educational means, components of computerized information platforms which are designed for modeling economical processes.
2. To analyse factors of economical processes and possibilities of formal description of means, to design simulation model of economical processes and to create universal and dynamic computer business game.
3. To suggest method for creation of educational business environment.
4. To integrate business game “Kietas riešutas” (“Hard nut”) into formal and informal studies, to suggest additional components for traditional and distance learning, to evaluate applicability in educational process.

**Scientific novelty of work.** Novelty of proposed and created computer business game has architectural, educational and organizational aspects. We will list the main novelties of this work:

1. Economic processes of enterprise activity have been described using econometric models. Market model was based on P. Kottler's model. It has been adapted for the educational process.
2. Algorithm and software component based on market model have been created and installed.
3. Business game architecture allowing to change the complexity of the game by adapting it to the preparation level of players has been proposed.
4. An algorithm allowing to integrate both team and individual play, as well as both traditional and distance learning, where the same database is used for storing both team and individual decisions, enabling the teacher-to-student feedback, which can be used to teach business statistics, basics of optimization, solution of production management and storage management problems, as well as allowing the students to simulate development of a part of Information System related to the job in the game has been proposed.
5. A proposed model can be used in the public sector.
6. Methodic of use of business game in distance learning study process has been proposed.

**Defended proposition.** It makes sense to apply such architecture of business game which, independently from the set of assessable economic factors and the way of game, would have structural database of an open type, selectable controlled variables, and a distinguished component of market simulation. Software developed by applying the selected architecture must be universal and appropriate to use given different knowledge level of players in individual as well as in group multidisciplinary studies provided in traditional or in distance way.

**Methodology of research.** Comparative analysis of scientific publications was applied for analysis of educational means for economical processes.

Cases analyses and test methods were used for testing simulation model of economical processes.

Experiment methods were applied when business game was implemented into education process in various educational institutions.

Descriptive and inferential statistical methods were applied for data analysis.

**Object of research.** Educational measures of modeling of economical processes of an enterprise with objective to ease the understanding and acquiring of abilities in preparation of specialists of business administration in formal studies and in getting the youngsters of elderly acquainted with business basics in non-formal studies.

**Practical value.** The proposed business game has been used in both formal (two Lithuanian Universities, 4 colleges, several professional and high schools) and non-formal studies (for example, in elderly women activity center). The proposed

methodology of the use of this game allows the learner to understand the factors that influence the economical processes and their interaction better and faster.

It is recommended to adapt the study programs by taking into account the complex use of business game.

***Approbation of the work.*** Results of this dissertation have been presented in 52 scientific and methodical publications: 7 – in the periodical publications; 2 – in the publications listed in the ISI Proceedings list; 3 – in the books, published by the foreign publishers; 3 – in the publications referred in the databases; 21 – in the conference proceedings; 16 teaching books have been published. The list of the publications is provided at the end of the work. Results of the dissertation have been presented in 22 conferences.

***The structure of the scientific work.*** The work is written in Lithuanian. The scientific work consists of general characteristic of the dissertation, introduction, 4 chapters, conclusions, list of literature, list of publications and addenda. The total corpus of the dissertation is 144 pages, 72 picture, 13 tables, 132 bibliographical sources and 9 addenda.

## **Introduction**

The relevance of the problem, the scientific novelty of the results and their practical significance are described as well as the objectives and tasks of the work are formulated in this chapter.

### **1. The methods of modeling of economical processes**

Analysis of scientific literature concerning modeling of economical processes indicates that the concept of business games is often mentioned. It is discussed by sociologists, historians, and even philosophers.

One of the most quoted authors in this area is Johan Huizinga whose book “Homo ludens” discusses history, essence and importance of the play elements.

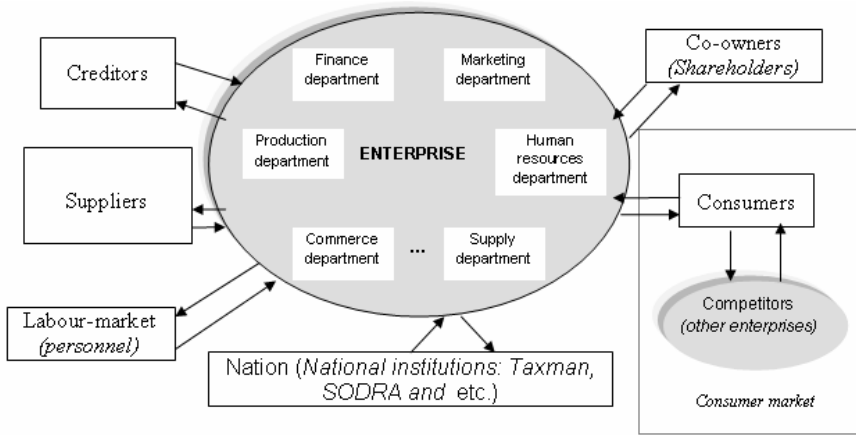
This section deals with the theoretical assumptions of the work. In the first part the concept of business game and possibilities of integration of economical processes into education are described and the models used in the business games are discussed. Business game is one of the main concepts used in this work. Since the field of business games is relatively new, the educational aspect in simulation of economical processes encouraged by the spread of the IT is comparably new. It has evolved during its existence, so the main articles and studies that had influenced its evolution have been described. Methods of evaluation of business games are reviewed. Models of economical processes and factors in management of the enterprise are also described in this section.

It is important to evaluate economical factors and to select those that satisfactory reflect reality and are suitable in respect of education. The complexity of business game depends on number of evaluated economical factors. For teaching purposes different economic factors usually need to be emphasized, therefore game should be flexible and universal. The other solution, when separate games are



applied to teach each factor or group of factors, is also possible. Nevertheless surveys of students and pupils opinion have demonstrated that universal games are more reasonable with regard to education aspects.

Such considerations influence architecture of business game.



**Fig 1.** Enterprise and its environment

Fig 1 shows internal and external relation of the enterprise economical factors.

The simplest description of the market is given by P. Kotler: marketing index  $M_i$  is calculated according to the formula. In this work  $x_i$  has been modified – credit to customers added.

$$M_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^m x_j}, \quad (1)$$

here:

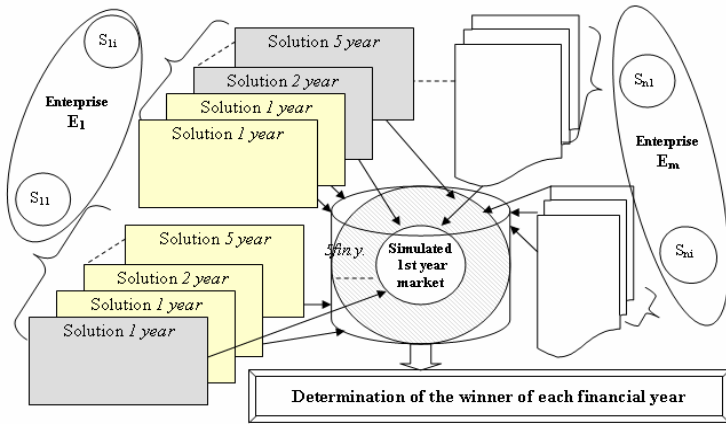
$$x_i = p_i^{-\alpha} a_i^\beta d_i^\gamma (k_i^\delta + \delta_1), \quad (2)$$

here  $p_i$  – price,  $a_i$  – advertisement expenses,  $d_i$  – distribution expenses,  $k_i$  – customer credit,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  and  $\delta$  – corresponding elasticities,  $\delta_1$  – constant that decreases the influence of credit for customers.

## 2. Architectural solutions of economical processes modeling and management in an educational environment

This section describes the enterprise activity model that makes the basis of the web-based computer business game. Architecture of the business game is given; advantages of open access database structure are explained. The main advantage is related to the possibility of using the same game in the learning process to illustrate the structure of the enterprise information system and its possibilities. The section

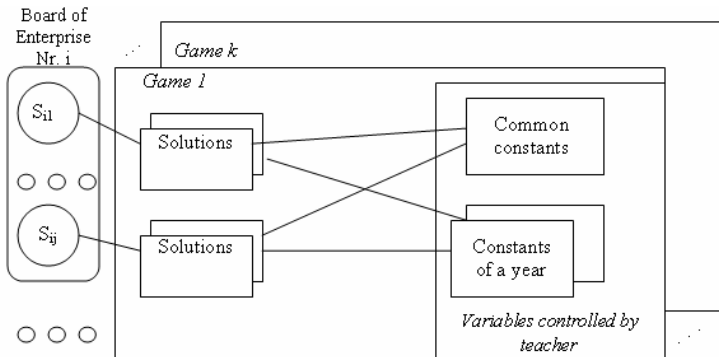
also includes the algorithm of the market model. Fig 2 shows common functional schema of business game.



**Fig 2.** Common functional schema of business game

The proposed algorithm of the business game enables students to make both team and individual decisions. They can be stored in the same database.

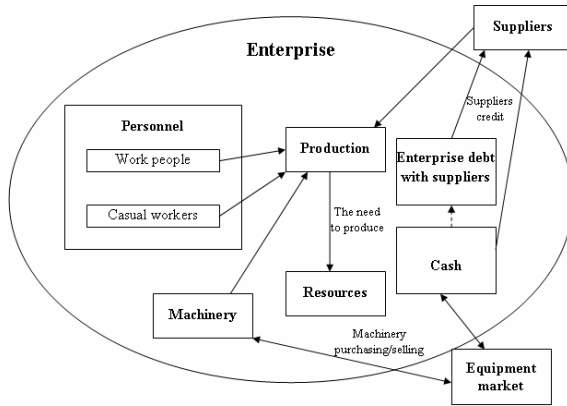
Analysis of the demand for the universal modeling tool has led towards the selection of the groups of controlled variables and the relationships between them (Fig 3).



**Fig 3.** Relation between the business game solutions and the initial state of an enterprise

It is important to know the relations between different decisions and respective economic factors (Fig 2) when developing the activity model of an enterprise. The initial state of an enterprise should also take into account each component of its environment (bank, clients, main enterprise, suppliers etc.). Fig 4 shows relationships between production decisions and related economic factors. Each economic factor is related to the appropriate calculations, *i.e.* in order to evaluate

each group of factors distinct algorithms have to be developed. The second chapter provides the appropriate calculation algorithms of all factor groups mentioned.

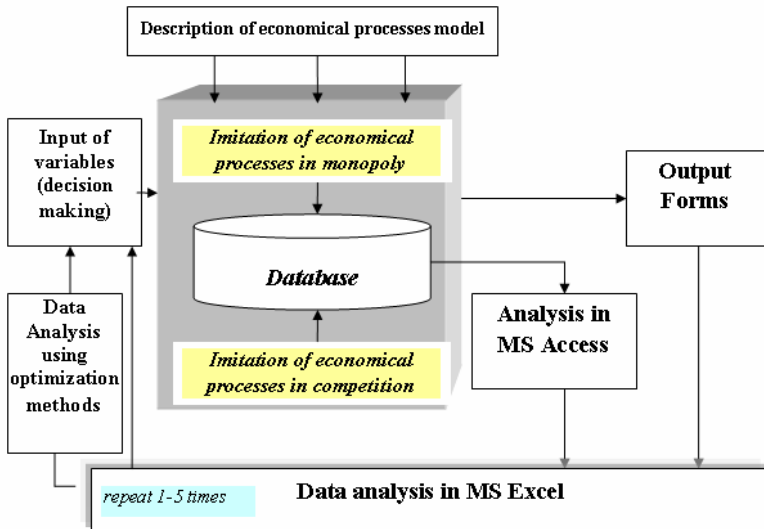


**Fig 4.** Relationships between production decisions and related economic factors

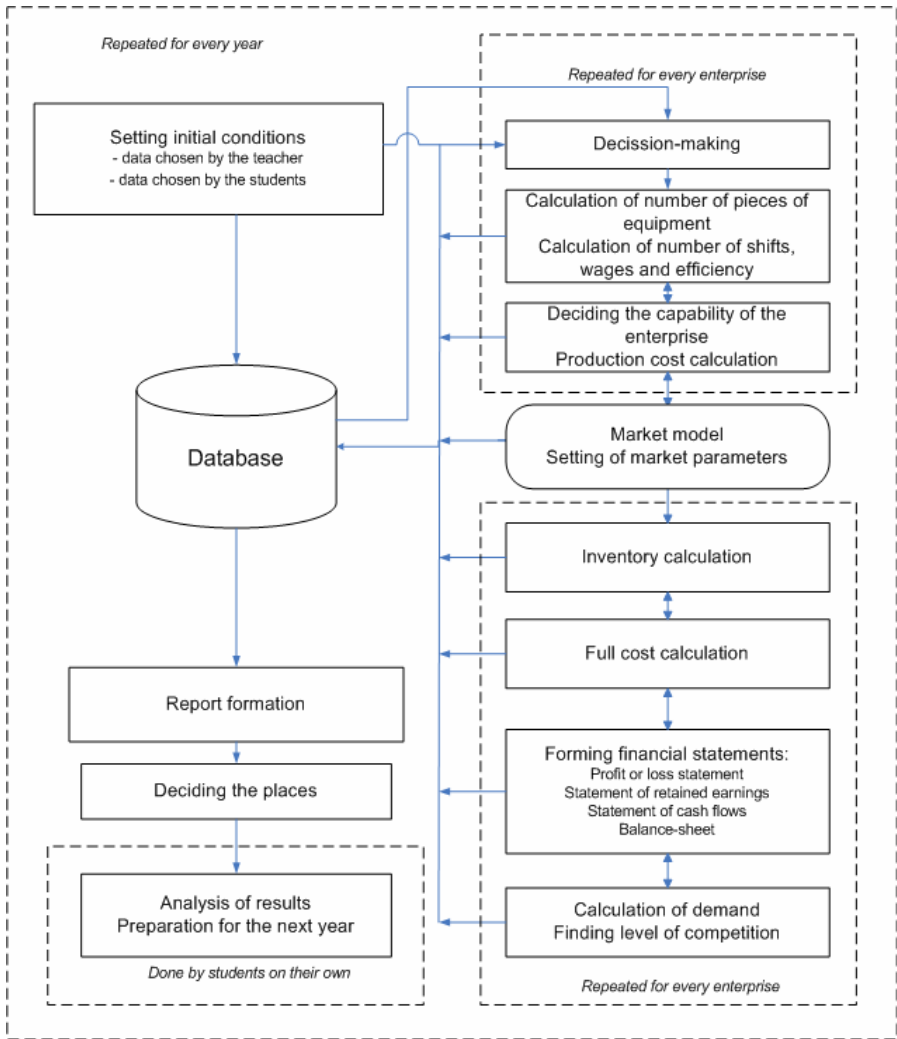
The work also describes relationships between economic factors and common decisions, personnel decisions and selling-related decisions.

Fig 5 shows the structure of business game that is used by the player in different modules. For example, Data Analysis, which applies optimization methods, is used in module “Decision making in business solution support systems”.

This business game can use the algorithm shown in Fig 6.



**Fig 5.** Structural schema of imitation of economic processes



**Fig 6.** Functional schema of simulation of economic processes

As shown in this schema, number of pieces of equipment, number of shifts, wages, efficiency, capability of enterprise and production cost can be estimated without any reference to the market, while inventory, full cost, financial statements, demand and level of competition are estimated when results of market model are known. To enable calculation of them while results of the market are unknown, the players can write in their own estimate of number of goods that will be sold. The same chapter includes detailed algorithms of intermediate calculations, for example, the market model.

Fig 7 shows the principle relational schema of economic process simulation database. It can be used to illustrate the information systems of the enterprises. Business game database can be used for further processing (for example, using MS Access or MS Excel).

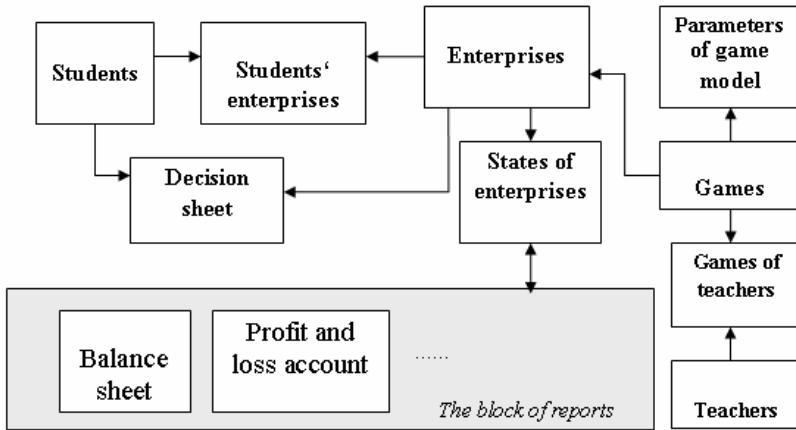


Fig 7. Principle relational schema of economic process simulation database

Analysis of study process requirements has led to the creation of the computerized business game environment integrating the simulation of economical processes of industrial enterprise. This simulation includes formal market model. Computer business game control environment is adapted to stationary and Internet-based computer games. The logo of the created computer business game is „Kietas riešutas“. The architecture of computer business game “Kietas riešutas” has been proposed. It has the advantages of open database structure. The created software gets universality and dynamism because of possibility to model activity scenarios of various types of firms. “Kietas riešutas” differs from the other business games by using a single database for both individual and group work. That enables the students to analyze the decisions and results in various aspects.

The new classification of the database queries by the managerial aspect is proposed. Students use it in the decision-making. This makes an opportunity to practical use of various decision support methods (linear programming, inventory task, decision making in uncertain conditions, financial business evaluation, time series forecasting, and data mining). The possibility of implementation of the specialized packets for the rational decision making illustrates the flexibility of this model.

Several educational models of economical processes in public sector are described. As a case study, modeling of road maintenance management with objective to find a way to use the given funds effectively has been chosen (Fig 8).

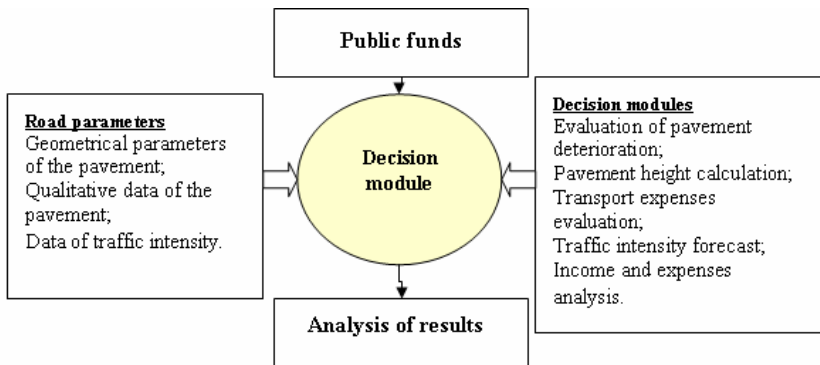


Fig 8. Functional schema of modeling system

Importance of national products is reviewed. Conclusions are given in the end of the section.

### 3. Business game integration in educational environment

The section describes the model of organization of formal studies using the business game for interdisciplinary integration. Examples of modules that may be used in the business game with additional modifications or different analysis of results are provided. The aspects of informal studies using business game as a main educational tool are also described. Examples of the business game implementation scenarios are given. Fig 9 shows the usage of business game „Kietas riešutas“ in university module “Business decision support systems” designed for the bachelor study program of business administration. Optimization methods are used for rational decision-making.

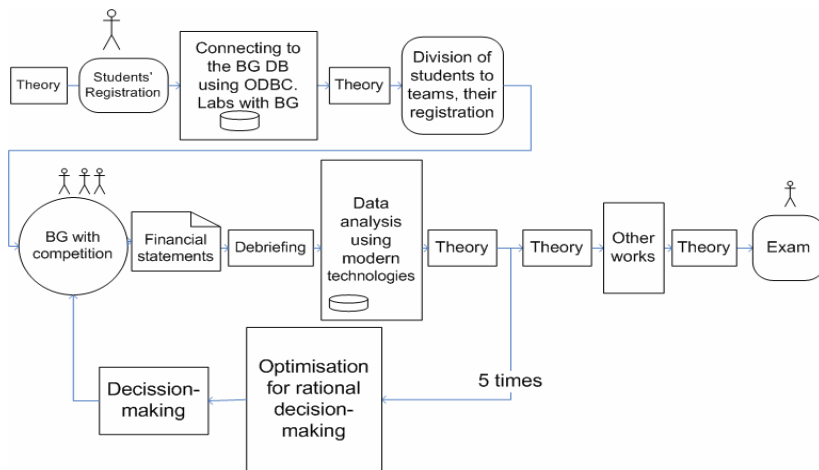


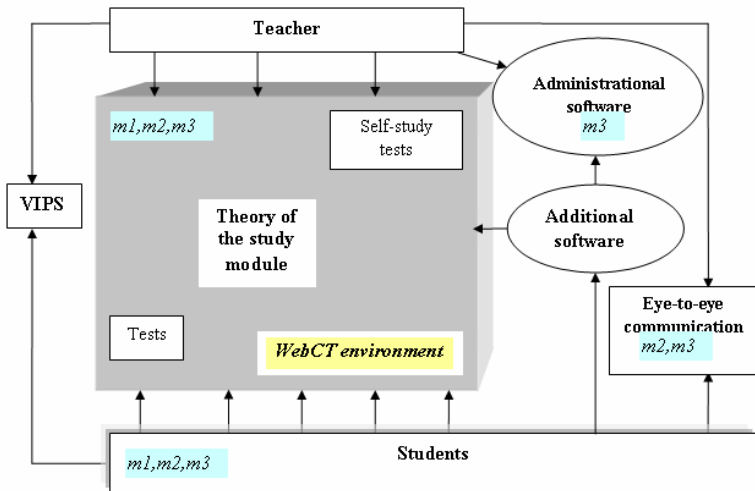
Fig 9. Use of business game „Kietas riešutas“ in university module “Business decision support systems” in the bachelor study program of business administration

Scenarios for the use of the business game in the informal studies of different level have been proposed.

The modern learner often has specific requirements for study process, for example, to make it possible to study at the chosen time, but keeping the common timetable. In such case distance studies are preferred.

University curriculum of business administration program has been analyzed and methodology of finding a reasonable sequence of study modules by using the business game has been proposed.

This chapter also includes a methodology to prepare a distance leaning course to use the business game.

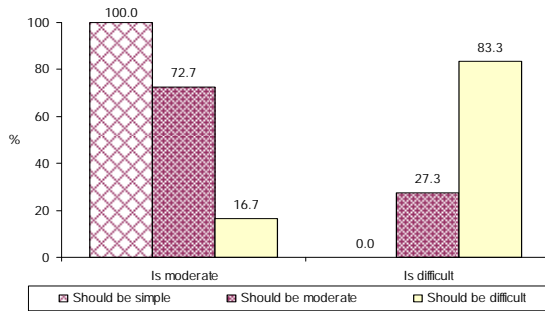


**Fig 10.** Schema of organization of distance education module

Fig 10 shows the common schema of organization of distance education module. VIPS (Video lecture system by the Distance learning center of Kaunas University of Technology) can be used for briefings and debriefings.

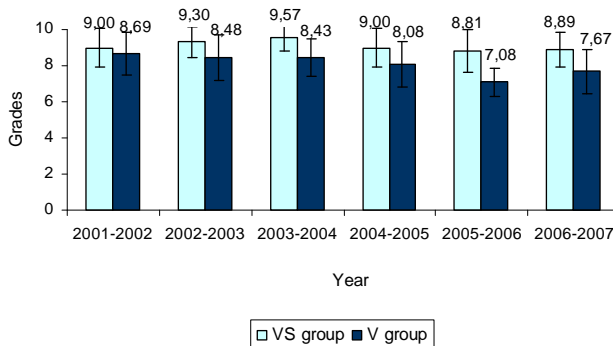
#### 4. Evaluation system of business games

User survey was chosen for evaluation of the business game „Kietas riešutas“. A questionnaire was created, a survey performed and results statistically analyzed. It proved efficiency of the business game. Additional analysis was done with grades of the graduation works, decisions done during the game and game’s financial results. Fig 11 shows the distribution of users’ opinions on the complexity of the game. It illustrates the high universality of the game.



**Fig 11.** Existing and desirable level of business game complexity

Fig 12 shows comparison between grades (for years 2001–2007) of students of JKM who used the open access to the business game „Kietas riešutas“ database and the students who did not.

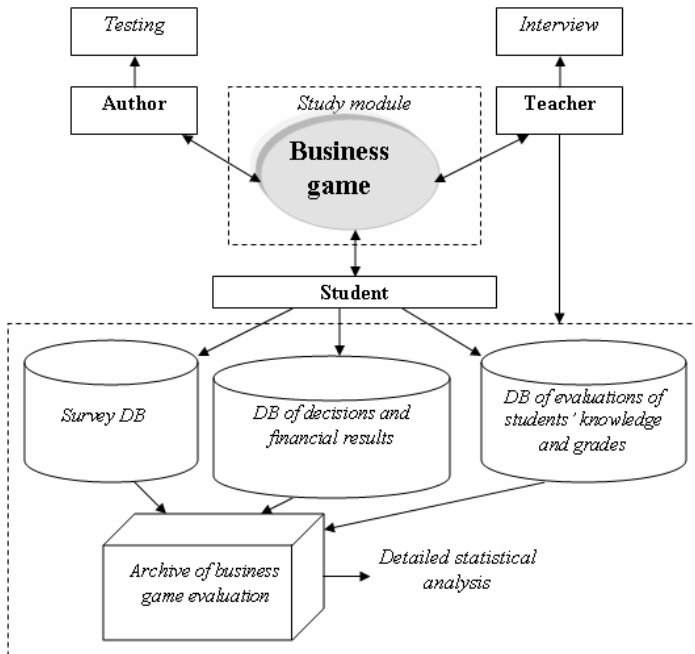


**Fig 12.** Grades of graduation works of JKM schoolchildren groups in different year

Advanced groups (VS) that studied MS Access included 77 schoolchildren, while the groups that did not study MS Access (V) included 123 schoolchildren. It has been found out that grades of the advanced groups are higher than the grades of the other groups and this difference is statistically significant (using Mann-Whitney criteria  $p < 0.01$ ).

Other studies have shown the advantage of complex use of business game compared with the more traditional studies. For example, the students' evaluation of improvement of their knowledge and abilities has been found to be higher with the further use of the business game in different modules of business administration bachelor curriculum (Business basics, Business decision support systems, Finance, Computerized accounting, Information systems). The difference has been found to be statistically significant (Wilkinson's sign criteria  $p < 0.01$ ).





**Fig 13.** Schema of organization of evaluation of module

Several game evaluation systems are known. In this work a system of W. Kriz and J. Hense was adapted (Fig 13). This system uses the change of knowledge of the students as a measure of quality of the game. Such method of evaluation allows the evaluation to be continuous. The same chapter also includes a schema illustrating integration of the evaluation of the business game to the learning process.

This section also includes methodology of evaluation of business games, using student survey and analysis of results.

The proposed system of business game evaluation can also be used for self-assessment of teachers.

Business game that applies the model described in this work has been implemented by using PHP. The database was implemented by using Microsoft SQL Server. This business game is accessible via URL <http://info.smf.ktu.lt/eikwin2006/>.

## Results and Conclusions

### Results

1. An educational model of economic factors of the enterprise has been created.
2. An algorithm of the work of the market model and software component based on it has been described.

3. An algorithm of business game has been presented and software for both stationary and distance access has been developed and deployed.
4. Scenarios of usage of business game in traditional and distance education have been developed and tested (computer business game „Kietas riešutas“ has been used in Kaunas University of Technology for 9 years (integrated into the Business Basics course), in University of Šiauliai – for 3 years, in the Colleges of Vilnius and Kaunas – for 9 years).
5. A system for evaluation of business games has been formed.
6. A tool for modeling of economic processes in public sector (road maintenance) has been prepared.

#### General conclusions

1. The research of mathematical tools of modeling of economical processes has showed that the econometric models are the most commonly used ones. According to their cognitive value they can be classified to causal, symptomatic and tendencic, and according to the state of the object – to static and dynamic. It is proposed to use the model of P. Kottler, since it is universal and simple. For educational reasons costumer credit was added to this model to increase its correspondence to reality.
2. Characteristics of business game „Kietas riešutas“ (using the described model and architecture) have been compared with characteristics of business games VEMP, BizSim, Titan 3.0 with regard to control environment components. It was found that the created environment is more dynamic in the sense of complexity level and more universal because of unlimited number of participants and more flexible accessibility of the database. The number of difficulty levels is fixed in the other games that have been discussed (VEMP – 1, Titan 3.0 – 3), while use of the proposed model and architecture enables flexible choice of difficulty levels by choosing which of 29 student-controlled variables are going to be used.
3. Long term use of business game in the educational process has shown these main educational advantages:
  - ♦ students understand the material better, since the grades for the graduation works of the students who used the business game in the learning process in a more complex way are statistically significantly higher and the difference is nearly 1 point;
  - ♦ it encourages students to seek knowledge, and to apply it in practice, since the more queries student makes to analyze the results, the better financial results he obtains.
4. The proposed management-oriented classification of queries allows user who is not an IT professional to understand principles of design, installation, and use of information systems as well as to apply them in decision-making in faster and better way.
5. Analysis of needs of various groups of players has shown different level of preparation and different goals. The methodology to integrate educational

6. The sequence of works for designing a distance learning module integrating the business game that corresponds to the requirements of distance studies has been provided. Proposed model of a business game and a survey of its use not only helps the students to analyze the data for rational decision making, but also enables storing of data that can be used while analyzing learning and teaching of students.

## **The List of the Main Publications on the Dissertation Topic**

### **Publications in Scientific Reviewed Journals**

1. Bagdonas, E.; Patašienė, I.; Patašius, M.; Skvernys, V. 2007. Internetinis verslo procesų imitavimas, *Informacijos mokslai: mokslo darbai*. Vilniaus universitetas 42–43: 149–153. ISSN 1392-0561.
2. Bagdonas, E.; Patašienė, I.; Skvernys, V. 2005. Įvairialypės terpės programinių priemonių integravimas į verslo administravimo programos nuotolinio mokymo modulius, *Informacijos mokslai: mokslo darbai*. Vilniaus universitetas 34: 97–102. ISSN 1392-0561.
3. Bagdonas, E.; Patašienė, I.; Skvernys, V. 2003. Kompiuteriniai verslo žaidimai – tiltas tarp žinių ir praktinės veiklos, *Transformacijos Rytų ir Centrinėje Europoje: „Tiltai“*: mokslo darbai 1 (13): 24–29. ISSN 1648-3979.
4. Bagdonas, E.; Patašienė, I.; Skvernys, V. 2003. Kompleksinis kompiuterinių priemonių rinkinys verslo pagrindų mokymui, *Informacijos mokslai: mokslo darbai* 26: 18–22. ISSN 1392-0561.
5. Patašius, J.; Patašienė, I. 2001. Dangu valdymo sistemos modeliavimo priemonė, *Informacijos mokslai: mokslo darbai* 18: 45–48. ISSN 1392-0561.
6. Bagdonas, E.; Patašienė, I.; Skvernys, V. 2001. Verslo žaidimo organizavimo ir nuotolinio mokymo administravimo problemos, *Informacijos mokslai: mokslo darbai* 18: 40–44. ISSN 1392-0561.
7. Лауринавичюс, А.; Паташене, И.; Биелинскис, Ф. 1993. Моделирование структуры файлов информационной базы вычислительной системы для теплофизических исследований, *Energetika = Power Engineering = Энергетика*. Lietuvos mokslų akademija 4: 36–42. ISSN 0235-7208 (INSPEC).

### **Publications Included in the ISI Proceedings:**

1. Bagdonas, E.; Kuosa, V.; Patašienė, I.; Skvernys, V. 2006. Production model of computer business game “Hard Nut”, in *Simulation and Optimisation in Business and Industry: International Conference on Operational Research*, May 17–20, 2006, Tallinn, Estonia. Edited by H. Pranevicius, ... [et al.]. Kaunas: Technologija, 263–267. ISBN 9955-25-061-5 (ISI Proceedings).

2. Bagdonas, E.; Kuosa, V.; Patašienė, I.; Skvernys, V. 2003. Market model of real time computer business game “Hard nut”, in *Modelling and Simulation of Business Systems: International Conference*, May 13–14, 2003, Vilnius, Lithuania. Kaunas: Technologija, 367–373. ISBN 9955-09-420-6 (ISI Proceedings).

### **Publications Included in Other Databases**

1. Patašienė, I.; Kregždytė, R.; Patašius, M.; Patašius, J.; Kazakevičiūtė, A. 2007. Integrating global data into local health data base, in *29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society in Conjunction with the Biennial Conference of the French Society of Biological and Medical Engineering (SFGBM)*: August 23–26, 2007, Lyon, France. Piscataway: IEEE, 6438–6441. ISBN 1-4244-0788-5 (IEEE/IEE; INSPEC), ISSN 1557-170X (MEDLINE).
2. Bagdonas, E.; Granskas, J.; Patašienė, I.; Skvernys, V. 2000. Time factor as a tool for enchasing adequacy of business game, in *Simulation, Gaming, Training and Business Process Reengineering in Operations*, Riga: Riga Technical University, 303–310. ISBN 9984-681-64-5 (INSPEC).
3. Bagdonas, E.; Granskas, J.; Patašienė, I.; Skvernys, V. 1998. Business game “Hard Nut”: simulation of the enterprise activity for education, in *Organisational Structures, Management, Simulation of Business Sectors and Systems: the International Federation of Operational Research Societies Special Conference (SPC8)*, Kaunas, Lithuania, September 10–12, 1998. Kaunas: Technologija, 32–37. ISBN 9989-13-650-4 (INSPEC).

### **Publications in the Reviewed Scientific Editions**

1. Bagdonas, E.; Patašienė, I.; Skvernys, V. 2000. Business game application in different educational institutions, in *The International Simulation and Gaming Research Yearbook*. London: Kogan Page 8: 168–175. ISBN 0-7494-3397-3.
2. Bagdonas, E.; Patašienė, I.; Skvernys, V. 1998. How to cope with the complexities of a business game, in *The International Simulation and Gaming Research Yearbook*. London: Kogan Page 6: 100–109. ISBN 0-7494-3397-3.
3. Bagdonas, E.; Patašienė, I.; Skvernys, V. 1997. From game to success, in *The International Simulation and Gaming Research Yearbook*. London: Kogan Page 5: 71–80. ISSN 1351-4644.

### **About the Author**

Irena Patašienė graduated from Kaunas Polytechnic Institute in 1973 acquiring a master’s degree in applied mathematics. Since 1973 she is working at Kaunas University of Technology. Her area of interests includes designing of business games and information systems. She is a member of the Lithuanian Computer Society, member of National Distance Learning Society, member of Steering Committee of ISAGA.

## ĮMONĖS EKONOMINIŲ VEIKSNIŲ IMITACINIS MODELIAVIMAS IR TAIKYMAS MOKYMO PROCESUI

**Aktualumas.** Pasaulyje sukurta daug įvairių verslo kompiuterinių žaidimų ir modeliavimo priemonių. Dauguma mikroekonomikos srities verslo žaidimų vartotojui pasiūlo įsisavinti siaurą, specifinę verslo sritį arba yra skirti susidaryti panoraminiam verslo priimamų sprendimų vaizdai, nepateikiant gilesnės analizės. Vartotojas gali tik epizodiškai pasitikrinti išmoktas teorines žinias – jos neintegruojamos į studijų procesą, nesilaikoma tęstinumo principo, t. y. pasigendamas tarpmodulinis taikymas. Be to dauguma žaidimų nepasižymi dideliu studento valdomų kintamųjų skaičiumi.

Pasaulinis patyrimas rodo, kad kultūriniai skirtumai tarp žaidimo kūrėjų ir vartotojų sukelia pastariesiems papildomus sunkumus. Todėl nacionalinių kompiuterinių verslo žaidimų kūrimas yra aktualus edukaciniu, socialiniu, ekonominiu, o taip pat ir informacinių technologijų aspektu.

**Mokslinio tyrimo problema.** Verslo žaidimo architektūros pritaikymas integravimui į įvairias studijų programas daugiadisciplininiam panaudojimui išlieka aktualia mokslinė problema.

**Tyrimo tikslas ir uždaviniai.** Pagrindinis darbo tikslas – išanalizavus verslo įmonių veiklos pagrindinius ekonominius veiksnius, sukurti ir eksperimentiškai patikrinti tokią verslo žaidimo architektūrą, kuria remiantis sukurtą ekonominių procesų imitacinio modeliavimo programinę įrangą galima būtų universaliai taikyti mokymui.

Siekiant užsibrėžto tikslo buvo suformuluoti šie **uždaviniai**:

1. Palyginti ekonominių procesų modeliavimo metodus, žaidybines mokomąsias priemones ir jų kompiuterinių informacinių platformų komponentus.
2. Išanalizuoti ekonominių procesų veiksnius ir formalaus aprašymo priemonių galimybes, suprojektuoti įmonės ekonominių procesų imitacinį modelį ir pagal jį sukurti kompiuterinį verslo žaidimą, pasižymintį universaliomis ir dinamiškomis savybėmis.
3. Pasiūlyti metodą, leidžiantį sukurti verslo procesų imitavimo mokomąją aplinką.
4. Integruoti sukurtą kompiuterinį verslo žaidimą („Kietas riešutas“) į formalių ir neformalių studijų mokomuosius modulius, pateikti papildomų integracinių komponentų sąveikos mechanizmus, siekiant juos įgyvendinti tradiciniu ir nuotoliniu būdais, taip pat įvertinti žaidimo priimtinumą studijų procese.

**Tyrimo metodika.** Analizuojant ekonominių procesų žaidybines ir edukacines priemones darbe naudojama lyginamoji mokslinės literatūros analizė, atvejų analizė ir testo, eksperimento, lyginamosios duomenų analizės ir statistinės analizės metodai.

**Tyrimo objektas.** Įmonės ekonominių procesų modeliavimo edukacinės priemonės skirtos palengvinti žinių įsisavinimą ir įgūdžių įgijimą rengiant verslo administravimo specialistus formaliose ir neformaliose studijose bei jaunus ar pagyvenusius žmones supažindinant su verslo pradmenimis.

**Darbo mokslinis naujumas.** Darbe pasiūlyto ir sukurto verslo žaidybinio kompiuterinio darbo naujumas pasireiškia architektūriniu, edukaciniu ir organizaciniu aspektais. Išvardinsime pagrindinius šiame disertaciniame darbe pateikiamus naujumo aspektus:

1. Rinkai modeliuoti taikytas P. Kotlerio modelis – jis buvo pritaikytas edukaciniam procesui.
2. Sukurtas ir įdiegtas pagrįstas rinkos modelių algoritmas ir programinis komponentas.
3. Pasiūlyta verslo žaidimo architektūra leidžianti keisti žaidimo sudėtingumą pritaikant prie žaidėjų pasirengimo lygio.
4. Pritaikytas algoritmas, kuris leidžia suderinti komandinį ir individualų žaidimą, tradicinį ir nuotolinį mokymą, o, sukauptus vieningą kiekvieno žaidėjo visų sprendimų duomenų bazę, sudaromos sąlygos ne tik dėstytojui palaikyti grįžtamąjį ryšį su studentais, bet galima mokyti verslo statistikos, optimizavimo metodų pagrindų, gamybos planavimo, atsargų valdymo uždavinių sprendimo, taip pat leidžiama studentams imituoti informacinės sistemos dalies susijusios su priskirtomis žaidime pareigomis kūrimą.
5. Pasiūlytas imitacinis modelis, kuris taikytinas ir viešojo sektoriaus sprendimų priėmimui.
6. Pasiūlyta verslo žaidimo taikymo metodika, kaip panaudoti nuotolinio mokymo procesui.

**Ginamieji disertacijos teiginiai.** Tikslinga mokymui skirto verslo žaidimo architektūrą pritaikyti tokią, kuri nepriklausomai nuo vertinamų ekonominių veiksmų rinkinio ir žaidimo būdo, turėtų vieningą atviro tipo struktūros duomenų bazę, parenkamus valdomus kintamuosius ir išskirtą rinką modeliuojantį komponentą. Pritaikius pasirinktą architektūrą sukurta programinė įranga turi pasižymėti universalumu ir tinkamumu naudoti esant skirtingam žaidėjų žinių lygiui individualioms ir grupinėms daugiadisciplininėms studijoms, teikiamoms tradiciniu arba nuotoliniu būdu.

**Praktinė vertė ir teštinumas.** Pateiktas verslo žaidimas įdiegtas formaliose studijose (dviejuose Lietuvos universitetuose, 4 kolegijose, keliose profesinio rengimo mokyklose, vidurinėse mokyklose) bei neformaliose studijose (pavyzdžiui, Pagyvenusios moters veiklos centre). Pasiūlyta jo taikymo metodika padeda studijuojančiajam geriau bei greičiau įsisavinti ekonominius procesus įtakojančių veiksmų reikšmę ir jų tarpusavio sąveiką.

**Darbo aprobavimas.** Disertacijos rezultatai pateikti 52 mokslinėse ir metodinėse publikacijose: 7 – recenzuojamuose periodiniuose leidiniuose; 2 – ištrauktose į Mokslinės informacijos instituto konferencijų darbų sąrašą (ISI Proceedings); 3 – užsienio leidyklų knygoje; 3 – duomenų bazėse referuojamose

leidiniuose; 21 – konferencijų medžiagoje. Išspausdinta 16 mokomųjų knygų. Disertacijos rezultatai pristatyti 22 konferencijose.

**Darbo struktūra.** Darbą sudaro įvadas ir keturi skyriai, išvados, naudotos literatūros sąrašas, autorės publikacijų sąrašas, paveikslų, lentelių, terminų ir santrumpų sąrašai. Bendra disertacijos apimtis yra 144 puslapiai, neskaitant priedų, 72 paveikslai, 13 lentelių ir 9 priedai.

Įvade pristatomas darbo aktualumas, darbo tikslai ir uždaviniai, mokslinis naujumas, naudoti moksliniai metodai, gauti rezultatai, darbo aprobavimas.

Pirmajame skyriuje „Ekonominių procesų modeliavimo metodai“ nagrinėjamos teorinės darbo prielaidos. Pirmojoje jo dalyje pateikiama verslo žaidimų samprata, aprašomos ekonominių procesų integravimo į mokymo procesą galimybės, aptariami verslo žaidimuose taikomi modeliai. Pateikiama verslo žaidimų vertinimo metodų apžvalga. Skyriuje taip pat nagrinėjami ekonominių procesų modeliai ir įmonės valdymo veiksniai, palyginami ekonominių procesų modeliavimo metodai, žaidybinės edukacinės priemonės ir jų kompiuterinės platformos. Apžvelgiama nacionalinių produktų svarba globalizacijos kontekste.

Antrajame skyriuje „Architektūriniai ekonominių procesų modeliavimo ir valdymo sprendimai edukacinėje aplinkoje“ aprašomas įmonės veiklos modelis, rinkos modelis, verslo žaidimo algoritmas, kuriais remiantis programuojamas kompiuterinis verslo žaidimas, veikiantis interneto ir stacionarioje aplinkoje. Pateikiama darbui internete skirto verslo žaidimo architektūra, pagrindžiamas atviro tipo duomenų bazės struktūros privalumas. Išanalizavus mokymo proceso poreikius, skyriuje pateikiama sukurta ir realizuota verslo imitacinio žaidimo kompiuterizuota aplinka integruojanti ekonominių procesų imitacinį modelį, kuris atspindi gamybinės įmonės veiklą ir integruoja formaliai išreikštą rinkos modelį. Kompiuterinių verslo žaidimų valdymo aplinka adaptuota ir stacionariams ir internetiniams kompiuteriniams žaidimams. Aprašyta sukurta programinė įranga, suteikianti galimybę modeliuoti skirtingo tipo įmonių veiklos scenarijus, įgyja universalumo ir dinamiškumo. Skirtingai nei kituose egzistuojančiuose žaidimuose, pasiūlytame verslo žaidime „Kietas riešutas“ ir studentų savarankiškam, ir grupiniam darbui naudojama vieninga DB, leidžianti žaidėjams įvairiais pjūviais analizuoti priimtus sprendimus ir gautus rezultatus.

Pateikiamas vartotojui skirtų užklausių klasifikavimas vadybiniu aspektu. Skyriuje pateikta verslo žaidimo rinkos modelio formali specifikacija, pristatomas žaidimas palyginamas su kitais kompiuteriniais verslo žaidimais. Aprašomi keli viešojo sektoriaus edukaciniai ekonominių procesų imitavimo modeliai. Pavyzdžiu pasirinktas automobilių kelių priežiūros valdymo modeliavimas stengiantis parinkti maksimaliai naudingą skirtų finansinių lėšų panaudojimą.

Trečiajame skyriuje „Verslo žaidimo integravimas į edukacines aplinkas“ pateikiamas formaliųjų studijų organizavimo modelis naudojant verslo žaidimą kaip tarpdisciplininę integravimo priemonę. Pateikiami verslo administravimo studijų programos modulių pavyzdžiai integruojant į nuotolinį ir tradicinį būdą teikiamas studijas. Taip pat aptariami neformaliųjų studijų aspektai pagrindine edukacine priemone naudojant kompiuterinį verslo žaidimą. Skyriuje pateikiami verslo

žaidimo naudojimo scenarijų pavyzdžiai. Nagrinėjamas nuotoliniu būdu teikiamų mokymosi modulių aplinkos kūrimas leidžiantis sukurti bendrą verslo procesų imitavimo mokomąją aplinką.

Ketvirtajame skyriuje „Verslo žaidimo edukacinio vertinimo sistema“ pateikta verslo žaidimo taikymo kompleksinio vertinimo schema, kuria remiantis buvo atliktas sukurto verslo žaidimo „Kietas riešutas“ vertinimas. Vertinimui pasirinktas vartotojų nuomonės tyrimas. Tam sudarytas klausimynas, atlikta vartotojų apklausa ir pateikta sukaupėtų duomenų statistinė analizė, įrodanti verslo žaidimo naudojimo efektyvumą. Tyrimui taip pat buvo naudojami baigiamųjų darbų vertinimo balai ir sukaupti žaidimo metu priimti sprendimai bei gauti finansiniai rezultatai, kurie leidžia vertinti mokymo ir mokymosi rezultatus.

## **Rezultatai ir bendrosios išvados**

### Darbo rezultatai

1. Sudarytas įmonės ekonominių veiksmų modelis, skirtas edukacinėms reikmėms.
2. Pateiktas rinkos modelio darbą aprašantis algoritmas ir jo pagrindu sukurtas programinis komponentas.
3. Sudarytas verslo žaidimo algoritmas pagrįstas pasiūlytu įmonės ekonominių veiksmų modeliu, sukurta ir išbandyta (įdiegta studijų procese) programinė įranga darbui interneto ir stacionarioje aplinkoje.
4. Parengti ir išbandyti įvairūs verslo žaidimo taikymo tradiciniam ir nuotoliniam mokymo procesui scenarijai (verslo kompiuterinis žaidimas „Kietas riešutas“ jau devyneri metai įdiegtas Kauno technologijos universitete; treji metai – Šiaulių universitete, devyneri metai – Vilniaus ir Kauno kolegijose ir kitose mokymo įstaigose).
5. Sudaryta verslo žaidimo vertinimo sistema.
6. Parengta viešojo sektoriaus ekonominių procesų modeliavimo priemonė automobilių kelių priežiūros atveju.

### Bendrosios išvados

1. Ištyrus matematinės ekonominių procesų modeliavimo priemones pastebėta, kad dažniausiai naudojami ekonometriniai modeliai, kurie pagal pažintinę vertę skirstomi į priežastinius, simptomatinius ir raidos tendencijų nustatymo, o pagal objekto būseną į statinius ir dinامينius. Universalumu ir paprastumu išsiskiria P. Kotler aprašas, kurį realizuojant lengvai galima išskirti atskiru komponentu, todėl pasiūlyta jį taikyti. Edukaciniams poreikiams tenkinti modelyje buvo atsivėlęta į pardavimų išsimokėtinai įtaką, kas leidžia imituojamą rinką priartinti prie realybės.
2. Palyginus ekonominių procesų imitacinio žaidimo „Kietas riešutas“, kuriame buvo panaudotas darbe aprašytas modelis ir architektūra, charakteristikas su VEMP, BizSim, Titan 3.0 kompiuteriniais verslo žaidimais pagal valdymo



aplinkos komponentus, nustatyta, kad sukurtoji aplinka: dinamiškesnė sudėtingumo lygio prasme, universalesnė dėl galimybės įtraukti neribotą skaičių žaidėjų ir lankstesnė duomenų bazės struktūros prieigos atžvilgiu. Nagrinėjamuose žaidimuose sunkumo lygių skaičius yra fiksuotas (VEMP – 1, Titan 3.0 – 3), o pasiūlytas modelis ir žaidimo architektūra leidžia lanksčiai juos nustatyti parenkant, kurie iš 29 studento valdomų kintamųjų bus naudojami.

3. Ilgalaikis praktinis kompiuterinių verslo žaidimų taikymas mokymo procese atskleidė pagrindinius teigiamus edukologinius bruožus:
  - geresnis žinių įsisavinimas, nes žaidėjų, kurių mokymo procese kompleksiskai buvo taikomas verslo žaidimas, baigiamųjų darbų vertinimai statistiškai reikšmingai geresni (skirtumas beveik 1 balas dešimties balų skalėje);
  - žaidimas skatina žinių siekimą, įgytų teorinių žinių praktinį pritaikymą, nes kuo daugiau prieš priimant naujo laikotarpio sprendimus sudaroma rezultatų analizei skirtų užklausų, tuo daugiau statistiškai reikšmingai geresnių finansinių rezultatų pasiekiami.
4. Išanalizavus žaidėjų rezultatus paaiškėjo, kad studentai susiduria su sunkumais parinkdami tinkamą užklausą ir ją realizuodami, todėl darbe pateikta vadybinė užklausų klasifikavimo sistema, leidžianti naudotojui, o ne tik informacinių technologijų profesionalui, greitai ir gerai kurti užklausas bei gebėti efektyviai jas taikyti vadybinių sprendimų priėmimui. Nustatyta tiesinė priklausomybė tarp sukurtų užklausų skaičiaus ir finansinių rezultatų.
5. Išanalizavus įvairių žaidėjų grupių poreikius, paaiškėjo skirtingas pasiruošimo lygis ir skirtingi tikslai. Pasiūlyta ir išbandyta edukacinių imitacinių priemonių integravimo į įvairias studijų programas ir mokomuosius modulius metodika bei pateikti skirtingi, nuo žaidėjų pasiruošimo lygio priklausantys scenarijai sudarė sąlygas įvairiapusiškiau bei greičiau pasiekti keliamus tikslus, nes žaidėjų, kurie dirbo pagal kompleksinio verslo žaidimo taikymo scenarijų, baigiamųjų darbų vertinimai statistiškai geresni beveik 1 balu dešimties balų skalėje.
6. Įvertinus neakivaizdinių studijų studentų poreikį studijuoti neatsiliekant nuo grafiko, darbe pateikta nuotoliniu būdu teikiamo modulio, integruojančio verslo žaidimą, rengimo darbų seka, atitinkanti nuotolinėms studijoms keliamus reikalavimus. Pasiūlytas verslo žaidimo modelis ir jo naudojimo kompleksinis tyrimas ne tik padeda studentams analizuoti duomenis racionaliam sprendimų priėmimui, bet ir leidžia sukaupti duomenų bazę, kurią galima panaudoti studentų mokymo ir mokymosi analizei.

### **Trumpos žinios apie autorę**

Irena Patašienė 1968 metais baigė Kauno Jono Jablonskio vidurinę mokyklą. Nuo 1968 metų studijavo Kauno politechnikos institute, kurį 1973 metais baigė diplomu su pagyrimu ir įgijo taikomosios matematikos specialybę. Nuo 1973 metų dirba Kauno technologijos universitete. Domėjimosi sritys: verslo žaidimai, informacinės sistemos. Ji yra LIKS, NNMA narė ir nuo 2000 metų – ISAGA (tarptautinė modeliavimo ir žaidimų asociacija) tarybos narė.

**Irena Patašienė**

**SIMULATION OF ENTERPRISE ECONOMICAL FACTORS  
AND APPLICATION IN LEARNING PROCESS**

**Summary of Doctoral Dissertation  
Technological Sciences, Informatics Engineering (07T)**

**Irena Patašienė**

**ĮMONĖS EKONOMINIŲ VEIKSNIŲ IMITACINIS MODELIAVIMAS  
IR TAIKYMAS MOKYMO PROCESUI**

**Daktaro disertacijos santrauka  
Technologijos mokslai, informatikos inžinerija (07T)**

2008 03 12. 1,5 sp. l. Tiražas 100 egz.  
Vilniaus Gedimino technikos universiteto  
leidykla „Technika“, Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius  
*<http://leidykla.vgtu.lt>*  
Spausdino UAB „Baltijos kopija“,  
Kareivių g. 13B, 09109 Vilnius, *<http://www.kopija.lt>*