

გიორგი ამილახვარი

კომპიუტერული მოდელირება ეკონომიკურ ანალიზსა და
ოპტიმიზაციის ამოცანებში

წარდგენილია მათემატიკის დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, 0175, საქართველო

ივნისი, 2013

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით ამილახვარი გიორგის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „კომპიუტერული მოდელირება ეკონომიკურ ანალიზსა და ოპტიმიზაციის ამოცანებში“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას მათემატიკის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

ხელმძღვანელი: ფიზ-მათ.მ.კ., სტუ ასოცირ. პროფესორი დავით გულუა

რეცენზენტები: ფიზ-მათ.მ.დ., თსუ ასოცირ. პროფესორი ომარ ლლონტი

ფიზ-მათ.მ.დ., თსუ სრული პროფესორი ნუგზარ ჯიქია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2013

ავტორი: ამილახვარი გიორგი
თემა: კომპიუტერული მოდელირება ეკონომიკურ ანალიზსა და ოპტიმიზაციის ამოცანებში
ფაკულტეტი: ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების
სამიუნივერსიტეტო აკადემიური ხარისხი: მათემატიკის დოქტორი
სხდომის ჩატარების თარიღი: 29 ივნისი 2013 წ.

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ შემომოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე. ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცული მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა ის მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

სადისერტაციო ნაშრომი პატივისცემით ეძღვნება პიროვნებას,
რომელმაც ბავშვობიდანვე ჩამისახა სიყვარული მათემატიკისა
და კომპიუტერული ტექნოლოგიების მიმართ - ჩემს მამას
ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიურ დოქტორს,
კომპიუტერული მეცნიერების სრულ პროფესორს
ნუგ ზარ ამილახვარს

რეზიუმე

ეკონომიკური ანალიზი მეცნიერების დამოუკიდებელი დარგია თავისი კვლევის ობიექტით, კვლევის საგნით, მიზნობრივი ორიენტაციებით, გადასაწყვეტი ამოცანებით და შესაბამისი კვლევის მეთოდებით. შესაბამისმა კვლევებმა აჩვენა, რომ ანალიზის ეკონომიკური (ტრადიციული), მათემატიკური და სხვა სპეციალური მეთოდების და მოდელების რიცხვი ძალიან დიდია, თუმცა მათი გამოყენების არეალი საგრძნობლად ვიწროვდება იმის გამო, რომ გაძნელებულია: სხვადასხვა პროცესების ადექვატური აღწერის შესაძლებლობა; შედეგების მიღება დიდი ზომის ამოცანებისთვის, როცა გვაქვს სხვადასხვა სახის განუსაზღვრელობები და არასრული ინფორმაცია. ამასთან პროცესები ხშირად რთულდება გადაწყვეტილებების მიმღები პირების შესაბამისი კვალიფიკაციის არქონის გამოც. აქედან გამომდინარე ეკონომიკური ანალიზის მეთოდოლოგია ცხადია უნდა გაფართოვდეს.

ნაშრომში კვლევის მეთოდების კლასიფიკაცია ხდება ანალიზის ძირითადი მიმართულებების მიხედვით (შეფასება, დიაგნოსტიკა, პროგნოზირება). მათი კვლევის შესაბამისი ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მეთოდების სრულყოფის პროცესი, ძირითადად ეფუძნება თანამედროვე კომპიუტერული ტექნოლოგიების და არსებული ძლიერი პროგრამული უზრუნველყოფის ფართოდ გამოყენებას.

ხარისხობრივი მეთოდების ერთ ერთი სახეა კვლევის ევრისტიკული მეთოდები. ამ მიმართულებით შემდგომი პროგრესი დაკავშირებულია ექსპერტული მეთოდების და ექსპერტული სისტემების დამუშავებასა და დანერგვასთან.

სადისერტაციო ნაშრომში დამუშავებულია ორგანიზაციის „ექსპრეს ანალიზის“ მრავალკრიტერიუმანი ექსპერტული მეთოდი, არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის თავისებურებების გათვალისწინებით. „ექსპრეს ანალიზი“ გაგებულია, როგორც კვლევის ობიექტის მდგომარეობის შეფასება ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მეთოდებით დროის შემჭიდროვებულ ვადებში. არამკაფიო რიცხვთა თეორია კი საშუალებას იძლევა ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლები გავხადოთ თანაზომადი, რათა შეგვეძლოს მათი ერთდროული გამოყენება. თანაც შესაძლებელი ხდება მონაცემების წარმოდგენა არა კონკრეტული ალბათური რიცხვით, არამედ გარკვეულ დიაპაზონში.

ნაშრომში ერთმანეთისგან გამიჯნულია ექსპერტების მიერ ჩასატარებელი სამუშაოები და კომპიუტერული პროგრამის მიერ განსახორციელებელი პროცედურები. მეთოდის მნიშვნელოვან ეტაპს წარმოადგენს ექსპერტების მიერ მაჩვენებელთა სისტემის დამუშავება და თითოეული მაჩვენებლისთვის მახასიათებლების ჯგუფის განსაზღვრა. სწორად შერჩეული მაჩვენებელთა სისტემა განაპირობებს ანალიზის მიზნების ეფექტურ რეალიზებას. ამის შემდეგ ხდება შეფასების არამკაფიო შკალის ფორმირება და მაჩვენებელთა რანჟირება. მიღებული მონაცემების საფუძველზე კომპიუტერული პროგრამა

ამოწმებს ექსპერტთა შეთანხმებულობის დონეს და დადებითი შედეგის შემთხვევაში იწყება ექსპერტთა შეფასებების დამუშავება. გამოთვლების შედეგად ვლერულობთ არამკაფიო ინტეგრალურ შეფასებას, რომლის შესაბამისი ანალიზით დგინდება საბოლოო შედეგი. მოდელში გამოთვლების მთლიანი პროცესი სრულდება კომპიუტერული პროგრამა MathLab-ის ბაზაზე.

მეთოდის ძირითად უპირატესობად შეიძლება ჩაითვალოს:

- ექსპერტთა ჯგუფის საქმიანობის მაქსიმალურად შეკვეცა (გამოთვლებში არ მონაწილეობენ);
- კომპიუტერული პროგრამების გამოყენების შესაძლებლობა და პროცესის დიდი ნაწილის ავტომატიზაცია;
- ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლებით ერთდროული შეფასების შესაძლებლობა შეფასების არამკაფიო შკალით;
- მაჩვენებელთა სისტემაში, კვლევის მიზნის შესაბამისად, მაჩვენებლების რაოდენობის და შემადგენლობის ცვლილების შესაძლებლობა და აქედან გამომდინარე გამოყენების ფართო არეალის არსებობა ნაკლოვანებას წარმოადგენს;
- ხშირად გამწელებულია კვალიფიციური ექსპერტთა ჯგუფის ფორმირება.
- მათემატიკური მეთოდების და კვლევის კლასიფიკაციაში ერთერთი მნიშვნელოვანია კორელაციურ-რეგრესული ანალიზის მეთოდები, რომელიც ეკონომიკურ ანალიზში გამოიყენება კვლევის ობიექტის პარამეტრებს შორის კავშირების ფორმის და სიძლიერის დასადგენად, მაშინ როცა პარამეტრებს შორის ფუნქციონალური დამოკიდებულება არ არსებობს. ამ კონტექსტში განიხილება ნაშრომში დასმული ფასწარმოქმნის ამოცანაც, რომლის საბოლოო შედეგიც სრულად განისაზღვრება დანახარჯების, მოთხოვნის ფუნქციის და კონკურენტების საქმიანობის შესახებ საჭირო ინფორმაციის არსებობით.

ნაშრომში ფასწარმოქმნის ამოცანა, განხილულია მოცემული სრული დანახარჯების სიდიდის პირობებში (ფასის ქვედა ზღვარი). ფასებზე ზედა ზღვრის დადგენის მიზნით, დასმულია ფასზე დამოკიდებული მოთხოვნის ფუნქციის აგების და მისი გამოკვლევის ამოცანა. დამუშავდა ალგორითმი, რომლის შესაბამისად, მიღებული სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით (მომხმარებელთა გამოკითხვის შედეგები, მაქსიმალურად მისაღები ფასის შესახებ) აგებულია მოთხოვნის რეგრესიული მოდელი (წრფივი და არაწრფივი) და ჩატარებულია შესაბამისი კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზი; მოთხოვნის პროგნოზირების მიზნით იგება ნდობის ინტერვალები; მიღებული მოთხოვნის ფუნქციის საფუძველზე ხდება მოგების მაქსიმიზაცია და შესაბამისი პირობიდან მიღებულია ოპტიმალური ფასი გამოსათვლელი ფორმულა (დანახარჯებზე დამოკიდებული).

წარმოდგენილი ალგორითმის ყოველი ეტაპის კომპიუტერული რეალიზაცია

შესრულებულია კონკრეტული სტატისტიკური მონაცემებისთვის (50 გამოკითხული მომხმარებელი) პროგრამული პაკეტი MathCad-ის ბაზაზე. ჩატარებულია ბაზრის წონასწორობის დინამიკური ანალიზი, როდესაც გვაქვს საბაზრო წონასწორობის წერტილიდან გარკვეული გადახრა და მოთხოვნის მრუდი ცნობილია.

დამუშავებულ მეთოდიკაში მნიშვნელოვანია მოთხოვნის ფაქტიური სიდიდეების ფორმირების წესი. ასევე, მის საფუძველზე ფასის ზედა ზღვრის დადგენის თანმიმდევრული პროცესის ალგორითმიზება და მისი პროგრამული უზრუნველყოფა.

Abstract

Economic analysis is an independent field of science with its own research facilities, research objects, the target orientations, tasks and appropriate research methods. The study showed that the number of special methods and models of economic (traditional), mathematical and other analysis are very large, but the area of utilization of that models and methods are remarkably narrowed due to the difficulties in adequate description of the various processes and disability to produce results of a large-sized problems because of different types of ambiguity and incomplete information. Furthermore the process is complicated due to absence of the required qualifications of decision makers. Consequently it is obvious that the methodology of economic analysis should be expanded.

In this work the classification of the research methods is verified according to the main directions of analysis (assessment, diagnose, prognoses). The survey of the process development of relevant qualitative and quantitative methods is mainly based on modern computer technology and usage of existing powerful software.

A Heuristic method is one of the type of quantitative research methods. Further progress in this direction is related to introduction and improvement of the expert method and expert systems.

In the thesis is developed the multiple-criteria expert method “Express Analysis” considering the characteristics of Fuzzy Set Theory. “Express Analysis” is defined as an assessment of the condition of research object by qualitative and quantitative methods in limited period of time. The Fuzzy Set Theory allows making of quantitative and qualitative indicators commensurable in order to use them simultaneously. Moreover, it is possible to represent the data not with specific probabilistic numeric but in the certain range.

In this study, the work carried out by experts is separated from the procedures implemented by computer programs. An important stage of the method illustrates the processing the indicator system by experts and determining the group of characteristics for each indicator. Accurately selected system of index ensures the effective implementation of the objectives of the analysis. After that the formation of the scale of fuzzy evaluation and ranking of the index take place. Based on data

obtained, the computer systems ascertain the level of coordination between the experts and, in the case of positive result, processing of expert's assessment is commenced. As a result, fuzzy integral for evaluation is obtained, whereof the final result is determined via accurate analysis. The whole process of calculation is carried out on the base of a computer program named MathLab.

The main advantage of the method might be conceived as follows:

- maximally abbreviate the activities of group of experts (they are not involved in the calculation);
- ability to use the computer programs in order to automate a large part of the process;
- possibility of simultaneous assessment by quantitative and qualitative indicators using fuzzy scale for evaluation;
- In the system of index, according to the research objectives, the possibility of change of quantity and arrangement of indicators and therefore the existence of wide range of application;

The main disadvantage of the model can be:

- Formation of a group of qualified experts is difficult; in the classification of mathematical methods and research one of the important parts is the correlation-regression analysis method, which in economic analysis is used to study the form and strength of the link between the parameters of the research objects, while the functional dependence between parameters does not exist. In this context is considered the pricing problems discussed in this work, the final result of pricing will be determined by the information about cost, function of demand and competitor's activities.

In this work, the pricing task is discussed in relation to the given full costs (low level of price). In order to determine upper limit rate of price the task of constructing and examination of the demand function depended on price is assigned. Algorithm is developed and according to that algorithm the regression model of demand (linear and nonlinear) is designed and relevant correlation-regression analysis is conducted both based on the statistic information (consumer survey results, the most acceptable price). In order to forecast the demand the confidence intervals are built; based on the demand function the profit maximization is achieved and from the relevant condition the optimal price formula is formed (determined by cost). The computer implementation of each stage of the represented algorithm is executed for specific statistic data based on software package MathLab. The dynamic analysis of the market equilibrium is conducted in the event of definite deviation from market equilibrium point and the demand curve is known.

In the processed methodology, a formulation of actual magnitude of demand is important as well as the consistent process of logarithmically determination of the upper limit of price and its software support.

სარჩევი

შესავალი _____	1
თავი 1. ეკონომიკური ანალიზის ძირითადი მახასიათებლების კვლევა _____	9
§ 1.1. ეკონომიკური ანალიზის საგანი და ამოცანები. ინფორმაციული უზრუნველყოფა _____	9
1.1.1. ეკონომიკური ანალიზის საგანი, პრინციპები და მიზანი _____	9
1.1.2. ანალიზის ამოცანები და მისი როლი სამეურნეო საქმიანობის მართვაში _____	11
§ 1.2. ეკონომიკური ანალიზის ინფორმაციული უზრუნველყოფა _____	14
1.2.1. ინფორმაცია გარე გარემოზე _____	14
მაკროეკონომიკური მაჩვენებლები _____	14
დარგობრივი მაჩვენებლები _____	15
რეგიონალური და საბაზრო მაჩვენებლები _____	15
1.2.2. შიდა გარემოს მაჩვენებლები _____	15
§ 1.3. ეკონომიკური ანალიზის სახეების კლასიფიკაცია _____	19
§ 1.4. ეკონომიკური ანალიზის მეთოდები, მეთოდიკა და ანალიზის ძირითადი წესები _____	22
1.4.1. ეკონომიკური ანალიზის მეთოდები _____	22
შედარების მეთოდი _____	25
მაჩვენებელთა სისტემის დამუშავება _____	25
დაჯგუფება _____	25
ექსპერტული შეფასებების მეთოდი _____	26
ფაქტორული ანალიზის მეთოდი _____	26
კორელაციურ-რეგრესული ანალიზის მეთოდი _____	26
§ 1.5. დეტერმინირებული ფაქტორული ანალიზი _____	28
1.5.1. დეტერმინირებული მოდელების ტიპები _____	30
1.5.2. ფაქტორების გავლენის შეფასების წესები დეტერმინირებულ ფაქტორულ ანალიზში _____	31
აბსოლუტური სხვაობების მეთოდი _____	36
ლოგარითმული მეთოდი _____	37
§ 1.6. ანალიტიკური მაჩვენებლების სისტემის დამუშავება და გამოყენება _____	37
§ 1.7. ეკონომიკურ-მათემატიკური მეთოდების ანალიზი და გამოყენება ეკონომიკური პროცესების კვლევაში _____	39

1.7.1. ანალიზის მათემატიკური მეთოდების ზოგადი მახასიათებლები	39
§ 1.8. კომპიუტერული მოდელირების ძირითადი საშუალებების ანალიზი	43
1.8.1. მათემატიკური მოდელირების მეთოდი და მისი დანიშნულება	43
1.8.2. კომპიუტერული მოდელირების ძირითადი ინსტრუმენტები და მათი ანალიზი	46
§ 1.9. ეკონომიკური ანალიზის მახასიათებლების სტრუქტურისა და „ამოცანათა ველის“ ფორმირების პროცესი	50
თავი 2. მრავალკრიტერიუმანი ექსპერტული მეთოდის დამუშავება და კვლევა	54
§ 2.1. ექსპერტული შეფასების მეთოდი, არსი და მახასიათებლების ანალიზი	54
2.1.1. შეფასების ექსპერტული მეთოდის ძირითადი ცნებები	54
2.1.2. ექსპერტული შეფასებების მიღება. შკალის ცნება. შკალის ტიპები	56
2.1.3. ობიექტების გაზომვის საშუალებების ანალიზი	57
2.1.4. ექსპერტების გამოკითხვის შედეგების დამუშავება	59
§ 2.2. არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის ძირითადი ცნებების და მახასიათებლების ანალიზი	62
2.2.1. განმსაზღვრელი	63
2.2.2. არამკაფიო სიმრავლე	63
2.2.3. მიკუთვნების ფუნქცია	64
2.2.4. არამკაფიო რიცხვები, ოპერაციები არამკაფიო სიმრავლეებზე და რიცხვებზე	65
§ 2.3. ფორმის მდგომარეობის „ექსპრეს ანალიზის“ მრავალკრიტერიუმანი ექსპერტული მეთოდი არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის და MathCad-ის გამოყენებით	68
§ 2.4. „ექსპრეს ანალიზის“ ექსპერტული მეთოდის პრაქტიკული რეალიზაცია	81
თავი 3. მარკეტინგულ ანალიზში ფასწარმოქმნის პროცესის ძირითადი შემადგენლების მოდელირება და კვლევა	87
§ 3.1. მარკეტინგული ანალიზის ძირითადი ამოცანები და კვლევის მეთოდები. ფასწარმოქმნა კონკურენტულ ბაზარზე	87
3.1.1. მარკეტინგული საქმიანობის მიზნები და კვლევის მეთოდების ანალიზი	87
3.1.2. ფასწარმოქმნის პროცესის ანალიზი და კვლევა	89
§ 3.2. მოთხოვნა, საბაზრო მოთხოვნის ძირითადი მახასიათებლების	

ანალიზი და კვლევა. მოთხოვნის ფასისმიერი ელასტიურობა. მიწოდების კანონი _____	90
3.2.1. მოთხოვნის კანონის არსი. მოთხოვნის მრუდი _____	90
3.2.2. მოთხოვნის დეტერმინანტების ანალიზი. მოთხოვნის ცვლილება	93
3.2.3. მოთხოვნის ელასტიურობა. ელასტიურობის კოეფიციენტი _____	94
§ 3.3. კორელაციური და რეგრესიული ანალიზის გამოყენება მოდელირების პროცესში _____	96
3.3.1. კორელაციური და რეგრესიული ანალიზის ცნებები _____	96
3.3.2. წრფივი ერთ ფაქტორიანი რეგრესიის განტოლებაში ცვლადებს შორის კავშირის დადგენა. წრფივი რეგრესიის განტოლების პარამეტრების განსაზღვრა _____	98
3.3.3. კორელაციის და დეტერმინაციის კოეფიციენტების გამოთვლა _	102
§ 3.4. უმცირეს კვადრატთა მეთოდის ძირითადი წინაპირობები _____	104
§ 3.5. აგებული მოდელის სიზუსტის შემოწმება _____	105
3.5.1. რეგრესიის განტოლების და მისი კოეფიციენტების მნიშვნელოვნობის ჰიპოთეზების სტატისტიკური შემოწმება _____	105
3.5.2. რეგრესიის განტოლების ხარისხის შეფასება _____	108
§ 3.6. პროგნოზირება რეგრესიის განტოლების გამოყენებით. ნდობის ინტერვალების ანალიზი _____	113
§ 3.7. მოთხოვნის ფუნქციის რეგრესიული მოდელის აგება. ოპტიმალური სარეალიზაციო ფასის ფორმირების პროცესის კვლევა _____	114
3.7.1. მოთხოვნის ფუნქციის რეგრესიული მოდელის აგება და კვლევა	114
3.7.2. მოთხოვნის წრფივი მოდელის პარამეტრების მნიშვნელოვნობის შემოწმება _____	119
§ 3.8. პარამეტრების ფორმირება მოთხოვნის ფუნქციისთვის. მოთხოვნის რეგრესიული მოდელის აგება _____	120
§ 3.9. მოთხოვნის არაწრფივი რეგრესიული მოდელის აგება და კვლევა _	127
§ 3.10. ოპტიმალური ფასის დადგენის მოდელი დროის მოკლე პერიოდისთვის _____	130
§ 3.11. ფასწარმოქმნა წონასწორულ ბაზარზე. ობობასქელისმაგვარი დინამიკური მოდელის აგება და ანალიზი _____	133
დასკვნა _____	142
გამოყენებული ლიტერატურა _____	144

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1.1. ეკონომიკური ანალიზის ინფორმაციული უზრუნველყოფა	18
ცხრილი 1.2. ეკონომიკური ანალიზის სახეები	21
ცხრილი 1.3. ეკონომიკური ანალიზის მეთოდები	27
ცხრილი 1.4. დეტერმინირებული ფაქტორული ანალიზის მახასიათებლები	32
ცხრილი 1.5. ამოცანის მოცემულობა	33
ცხრილი 1.6. ფაქტორების გავლენა გამოშვების მოცულობაზე	35
ცხრილი 2.1. შეფასების სკალა არამკაფიო რიცხვების გათვალისწინებით	72
ცხრილი 2.2. ფირმის ექსპერტული შეფასების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლები	73
ცხრილი 2.3. ფირმის მდგომარეობის შეცნობის წესი	80
ცხრილი 2.4. მაჩვენებელთა სისტემის რანგების განაწილება ექსპერტთა ჯგუფის მიერ	82
ცხრილი 2.5. ხარისხობრივი მაჩვენებლის ორგანიზაციულ-ტექნიკური დონე, ექსპერტული შეფასება	82
ცხრილი 2.6. მაჩვენებელთა წონები განხილული ამოცანისთვის	83
ცხრილი 2.7. ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლების ჯამური არამკაფიო შეფასება	84
ცხრილი 3.1. დასახელებული ფასების შესაბამისი მოთხოვნის სიდიდეები	115
ცხრილი 3.2. გამოკითხვის შედეგების ვარიაციული მწკრივი	122
ცხრილი 3.3. შუალედური გამოთვლების შედეგები	123
ცხრილი 3.4. წრფივი რეგრესიის კოეფიციენტების გამოთვლა	124
ცხრილი 3.5. დაკვირვების შედეგების მნიშვნელობები	128
ცხრილი 3.7. დაკვირვების ლოგარითმული მნიშვნელობები	128

ნახაზების ნუსხა

სქემა 1.1. ეკონომიკური ანალიზის ამოცანები _____	13
სქემა 1.2. მონაცემების ფორმირება დროის ასპექტის გათვალისწინებით _	16
სქემა 1.3. ეკონომიკური სუბიექტის საქმიანობის ეკონომიკური ანალიზის ზოგადი სქემა _____	20
სქემა 1.4. ეკონომიკური სუბიექტის ანალიზის მეთოდები და წესების სქემა _____	24
სქემა 1.5. დეტერმინირებული კავშირი ფაქტორს და შედეგს შორის _____	29
სქემა 1.6. სტოქასტიკური კავშირი ფაქტორს და შედეგს შორის _____	29
სქემა 1.7. ეკონომიკურ-მათემატიკური მეთოდების საჩვენებელი სქემა ____	41
სქემა 1.8. კომპიუტერული მოდელირების პროცესის ზოგადი სქემა _____	45
სქემა 1.9. ეკონომიკური ანალიზის „ამოცანათა ველის“ ვიზუალური სურათი _____	52
სქემა 2.1. არამკაფიო ქვესიმრავლის „თანამშრომლის ოპტიმალური წლოვანება“ მიკუთვნების ფუნქცია _____	64
სქემა 2.2. ტრაპეციისმაგვარი და სამკუთხა რიცხვები _____	66
სქემა 2.3. არამკაფიო კომპლექსური მაჩვენებლის გრაფიკული წარმოდგენა _____	80
სქემა 2.4. კომპლექსური და ინტეგრალური მაჩვენებლების შედარება _____	84
სქემა 2.5. ფირმის „ექსპრეს ანალიზის“ საბოლოო შედეგი _____	85
სქემა 3.1. პროდუქციაზე ფასის დადგენის პროცესი _____	90
სქემა 3.2. მოთხოვნის კანონის არსი _____	91
სქემა 3.3. მოთხოვნის სიდიდის გრაფიკული წარმოდგენა _____	92
სქემა 3.4. პროდუქციაზე მოთხოვნის ცვლილება _____	93
სქემა 3.5. მოთხოვნის არა ფასის მიერი დეტერმინანტები _____	94
სქემა 3.6. რეგრესიული მოდელის გრაფიკული ინტერპრეტაცია _____	100
სქემა 3.7. სტატისტიკური მონაცემების კორელაციური ველი _____	115
სქემა 3.8. კორელაციური ველის წრფივი რეგრესია _____	117
სქემა 3.9 მოთხოვნის რეგრესიული მოდელის აგების და კვლევის პროცესი _____	121
სქემა 3.10. შემთხვევითი სიდიდეების კორელაციური ველი _____	122
სქემა 3.11. კორელაციური ველის რეგრესია მოთხოვნის წრფივი მოდელით _____	125

სქემა 3.12. მოთხოვნის ფუნქციის ნდობის ინტერვალი _____	127
სქემა 3.13. არაწრფივი რეგრესიის მოდელი _____	129
სქემა 3.14. დანახარჯებს და ოპტიმალურ ფასს შორის კავშირი _____	132
სქემა 3.15. მოთხოვნა მიწოდების ნორმალური დინამიკა _____	134
სქემა 3.16. წონასწორულ ბაზარზე მოქმედების წესი _____	135
სქემა 3.17. არასტაბილური წონასწორობის მოდელი. ზრდადი ამპლიტუდით _____	140
სქემა 3.18. სტაბილური წონასწორობის მოდელი მილევადი ამპლიტუდით _____	141

შესავალი

ეკონომიკური ანალიზი წარმოადგენს პროცედურების, მეთოდების, წესების კომპლექსს, რომელთა საშუალებით ხდება ორგანიზაციის მიმდინარე მდგომარეობის შეფასება, არსებითი მიზეზ შედეგობრივი კავშირების და მახასიათებლების გამოვლენა, ასევე ორგანიზაციის ფინანსური, საწარმოო და საბაზრო საქმიანობის შემდგომი განვითარების პროგნოზირება.

ზოგადად, ეკონომიკური ანალიზი ორიენტირებულია დროული, სრულყოფილი და დასაბუთებული ინფორმაცია წარუდგინოს გადაწყვეტილების მიმღებ პირს მიღებულ შედეგებზე, რომელიც ამ ინფორმაციას საჭიროებს შეფასებების, დიაგნოსტიკისა და პროგნოზირების შედეგებისათვის. აქედან გამომდინარე ნაშრომში კვლევის მეთოდების დეკომპოზიცია ხდება აღნიშნული ინფორმაციული მიმართულებების შესაბამისად: შეფასების, დიაგნოსტიკის და პროგნოზირების მეთოდებად. რომლებიც მთლიანობაში შეიძლება გავაერთიანოთ კვლევის ხარისხობრივ და რაოდენობრივ მეთოდებში.

მეთოდების რიცხვი ძალიან დიდია, თუმცა გამოყენების შესაძლო არეალი საგრძნობლად ვიწროვდება იმის გამო, რომ გაძნელებულია: სხვადასხვა პროცესების ადექვატური აღწერის შესაძლებლობა; შედეგების მიღება დიდი ზომის ამოცანებისთვის, როცა გვაქვს სხვადასხვა სახის განუსაზღვრელობები და არასრული ინფორმაცია. ამასთან პროცესები ხშირად რთულდება გადაწყვეტილებების მიმღები პირების შესაბამისი კვალიფიკაციის არქონის გამოც. აქედან გამომდინარე ეკონომიკური ანალიზის მეთოდოლოგია ცხადია უნდა გაფართოვდეს.

ინტენსიურად ფართოვდება კვლევები ეკონომიკური ანალიზის როგორც ხარისხობრივი ასევე რაოდენობრივი მეთოდების სრულყოფის მიმართულებით. რომლებიც ძირითადად ეფუძნება თანამედროვე კომპიუტერული ტექნოლოგიების და არსებული ძლიერი პროგრამული უზრუნველყოფის ფართოდ გამოყენებას. ნაშრომში აქცენტი კეთდება ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მეთოდების ზოგიერთი შემადგენლის სრულყოფის, კვლევის და

გამოყენების პრობლემებზე. კერძოდ ექსპერტული და კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზის მეთოდების გამოყენების საკითხებს.

ხარისხობრივი მეთოდების ერთერთი სახეა კვლევის ევრისტიკული მეთოდები. ამ მიმართულებით შემდგომი პროგრესი დაკავშირებულია ექსპერტული მეთოდებისა და სისტემების დამუშავებასა და დანერგვასთან.

მათემატიკური მეთოდების და კვლევის კლასიფიკაციაში კი ერთერთი მნიშვნელოვანია კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზის მეთოდები, რომელიც ეკონომიკური ანალიზში გამოიყენება კვლევის ობიექტის პარამეტრებს შორის კავშირების ფორმის და სიძლიერის დასადგენად, მაშინ როც პარამეტრებს შორის ფუნქციონალური დამოკიდებულება არ არსებობს.

თემის აქტუალობა. ეკონომიკური ანალიზის ამოცანებში საჭირო შინაარსობრივი ცვლილებები, მათი დანიშნულების და რეალიზაციის საზღვრების გაფართოვება ეკონომიკური განვითარების დონეზე დამოკიდებულებით, აქამდე არსებული პრობლემატიკის ახლებური ხედვა, მრავალფაქტორიანი და რთული სტრუქტურის ამოცანების კვლევის აუცილებლობა საჭიროებს დროულ თეორიულ და გამოყენებად ნოვაციებს. ეკონომიკურ ანალიზში ახალი მეთოდების და მოდელების დამუშავებას და არსებულის სრულყოფას, სწრაფად განვითარებადი კომპიუტერული მოდელების მეთოდოლოგიის დახვეწას და სრულყოფას, პროგრამული პოტენციალის სრულ მობილიზებას.

ნაშრომში კვლევის ობიექტის რანგში განიხილება ნებისმიერი სამართლებრივი ფორმის ორგანიზაცია და იქ მიმდინარე ეკონომიკური პროცესები;

კვლევის საგანს წარმოადგენს ეკონომიკური პროცესების მიზეზშედეგობრივი კავშირები და მათი განმსაზღვრელი ფაქტორები;

კვლევის მეთოდებია: მათემატიკური ანალიზის მეთოდები, ექსპერტული მეთოდი, კორელაციურ რეგრესიული ანალიზის მეთოდები, ეკონომიკურ-მათემატიკური მეთოდები კომპიუტერული მოდელების პრინციპების გამოყენებით.

ნაშრომის ძირითად მიზანს წარმოადგენს ექსპერტული და კორელაციურ-რეგრესიული მოდელების დამუშავება და კვლევა კომპიუტერული ტექნოლოგიების საშუალებით, ეკონომიკური ანალიზის ამოცანებში მათი შემდგომი გამოყენების მიზნით.

მიზნის რეალიზებისთვის საჭიროა შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა:

- ნაშრომის თემატიკიდან გამომდინარე საჭირო მეცნიერული თუ სასწავლ მასალის მოძიება, დამუშავება და სტრუქტურირება. ეკონომიკური ანალიზის ე.წ. „ამოცანათა ველის“ ფორმირება.
- ნებისმიერი სამართლებრივი ფორმის მქონე ორგანიზაციის „ექსპრეს ანალიზის“ მიზნით, მრავალკრიტერიუმიანი ექსპერტული მეთოდის დამუშავება და კვლევა, არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის და კომპიუტერული ტექნოლოგიების საშუალებით.
- „ექსპრეს ანალიზის“ შესაბამისი მეთოდიკის ფორმირება და პროგრამული უზრუნველყოფა.
- პროდუქციაზე ფასწარმოქმნის პროცესის ანალიზი ალგორითმიზება და კვლევა კორელაციურ-რეგრესიული მეთოდების და კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენებით.
- საბაზრო წონასწორობის პირობების დინამიკური ანალიზი.

სადისერტაციო ნაშრომის სიახლეს წარმოადგენს:

1. ეკონომიკურ ანალიზში გადასაწყვეტი ამოცანების მიზნობრივი სტრუქტურირება – „ამოცანათა ველის ფორმირება“, ეკონომიკური ანალიზის შემადგენლების და კომპიუტერული მოდელების პრინციპების გათვალისწინებით;
2. განსხვავებული სამართლებრივი ფორმის ორგანიზაციების „ექსპრეს ანალიზის“ მრავალკრიტერიუმიანი ექსპერტული მეთოდი, შეფასების ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებელთა სისტემის და არამკაფიო რიცხვთა თეორიის გამოყენებით;

3. დამუშავებული მეთოდის კომპიუტერული რეალიზაცია MatLab-ის ბაზაზე;
4. ფასწარმოქმნის პროცესის ალგორითმიზება, მათემატიკური მოდელირება და პროგრამული უზრუნველყოფა MathCad-ის საშუალებით. საბაზრო წონასწორობის დინამიკური მოდელის ანალიზი, ცნობილი მოთხოვნის ფუნქციის შემთხვევაში.

პრაქტიკული ღირებულება: სადისერტაციო ნაშრომში დამუშავებულია მეთოდის, რომლის საშუალებით შესაძლებელია ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლებით ექსპერტულად შეფასდეს ნებისმიერი სირთულის სამეწარმეო საქმიანობა, ეკონომიკური ერთეული, ეკონომიკური პროცესი, ბიზნეს-პროექტი და ა.შ. ანუ ჩატარდეს „ექსპრეს ანალიზი“ კომპიუტერული პროგრამის ბაზაზე.

დამუშავებულია ფასწარმოქმნის პროცესის შესაბამისი ალგორითმი და მისი რეალიზებისთვის საჭირო კომპიუტერული პროგრამა, რომელიც საშუალებას იძლევა სტატისტიკური მონაცემების (მომხმარებელთა გამოკითხვის შედეგები) და კორელაციურ-რეგრესული მეთოდების გამოყენებით, დროის გარკვეული პერიოდისთვის, ავაგოთ და გამოვიკვლიოთ მოთხოვნის ფასისმიერი რეგრესიული მოდელი (განსაზღვრავს ფასის ზედა ზღვარს) და ცნობილი დანახარჯების სიდიდეზე (გვიჩვენებს ფასის ქვედა ზღვარს) დამოკიდებულებით განვსაზღვროთ მაქსიმალური მოგება და შესაბამისი ოპტიმალური ფასი. მეთოდის შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას ფირმაში ფასწარმოქმნის პოლიტიკის განსაზღვრისთვის.

შესაძლებელია ნაშრომში წარმოდგენილი ორივე მეთოდის სასწავლო პროცესში დანერგვა.

კვლევის მეთოდები: მათემატიკური ანალიზი, მრავალკრიტერიუმისანი ექსპერტული მეთოდი არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის შესაძლებლობებზე დაყრდნობით. კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზი, კომპიუტერული მოდელირების პრინციპები.

ნაშრომი შედგება შესავლის, სამი თავის, ძირითადი დასკვნების, და გამოყენებული ლიტერატურისგან.

ლიტერატურის მიმოხილვა: ეკონომიკური ანალიზის როგორც მეცნიერების ჩამოყალიბება და განვითარება სხვადასხვა პერიოდებს მოიცავს. მისი წარმოქმნა ძირითადად დაკავშირებულია პრაქტიკულ მოთხოვნებთან. ეკონომიკური ანალიზის ადრეულ სახეებს წარმოადგენდა ფინანსური ანალიზი, რომელიც დაფუძნებული იყო ბუღალტრული ბალანსის შედგენაზე [3,4,5].

შემდგომი განვითარებაც ძირითადად ბუღალტრული ანგარიშების შედგენას და სრულყოფას უკავშირდებოდა და მე-20 საუკუნის ბოლოსთვის საბოლოოდ იქნა დამუშავებული ეკონომიკური ანალიზის თეორიული საკითხები. რომლის შემდეგ განვითარება იწყო მეთოდოლოგიების დამოუკიდებელმა მიმართულებებმა. ჩამოყალიბდა ანალიზის ცალკეული სახეები, ოპერაციული, სტრატეგიული, ეკონომიკა-მათემატიკური, ფუნქციონალურ ღირებულებითი და ა.შ. ამ დროიდან ანალიზი ორგანულად ჩაერთო ეკონომიკური პროცესების მართვის პრაქტიკაში, როგორც ფირმის ასევე ეროვნული ეკონომიკის დონეზე [3,4].

სპეციალურ ლიტერატურაში შეიძლება შევხვდეთ ეკონომიკური ანალიზის საგნის განსხვავებულ ფორმულირებებს, თუმცა ყველა მათგანს აქვს საერთო ნიშნები, რაც შესაძლებელს ხდის გამოვყოთ რამდენიმე ჯგუფი [3,5]:

- ორგანიზაციის სამეურნეო საქმიანობა;
- სამეურნეო პროცესები;
- ობიექტების დეტალიზირებული შემადგენლობა;
- ინფორმაციული ნაკადები;
- ეკონომიკური პროცესების მიზეზი შედეგობრივი კავშირები და ა.შ.

აქედან გამომდინარე ეკონომიკური ანალიზის საგანი განმარტებულია, როგორც ეკონომიკური პროცესების მიზეზ-შედეგობრივი ურთიერთკავშირები და მათი სიდიდის გაზომვის ადექვატური მეთოდები და წესები [5].

ანალიზის შინაარსი, მისი საგანი, მიზნობრივი ორიენტაციები, თანამედროვე პირობები, რომელშიც მიმდინარეობს ეკონომიკური პროცესები ანალიზის როლი ორგანიზაციის მართვის სისტემაში განსაზღვრავენ მის ამოცანებს. მნიშვნელოვანი სამეცნიერო ნაშრომები, სასწავლო თუ მეთოდური მასალები არის შექმნილი ტექნიკურ უნივერსიტეტში ა. სიჭინავას, ე. ბარათაშვილის და სხვა მეცნიერების მიერ [13,21,21¹,28,29,32].

ამოცანათა მრავალსახეობა, რომელიც წარმოიქმნება ეკონომიკური ანალიზის პროცესში მოითხოვს სხვადასხვა სახის მეთოდების გამოყენებას. ერთ-ერთი საშუალება ანალიზის მეთოდების კლასიფიკაციისა ეს არის მათი დაჯგუფება კვლევის მიმართულებების (შეფასება, დიაგნოსტიკა და პროგნოზირება) მიხედვით: ტრადიციული მეთოდები (შედარება, ფარდობითი და საშუალო სიდიდეები, გრაფიკული და ა.შ); ფაქტორული მეთოდები (დეტერმინირებული, სტოქასტიკური) სპეციალური მეთოდები, ინტუიციური მეთოდები; ფორმალიზებული მეთოდები (ექსტრაპოლაცია, მათემატიკური მოდელირება) [1,2,5,17,34].

მათემატიკური მეთოდების ფართოდ გამოყენება წარმოადგენს ეკონომიკური ანალიზის სრულყოფისა და განვითარების მიმართულებას, რადგანაც მნიშვნელოვნად მაღლდება ფირმის და მისი განყოფილებების ფუნქციონირების ეფექტურობა. ის მიიღწევა ანალიზის ვადების შემცირებით, წარმოების პროცესზე და კომერციულ საქმიანობაზე მოქმედი უფრო მეტი ფაქტორის გათვალისწინებით, მიახლოებითი და გამარტივებული პროცედურების შეცვლით უფრო დაზუსტებით, ანალიზის ახალი მრავალგანზომილებიანი ამოცანების ფორმირებით და მათი გადაწყვეტით, რომელთა ამოხსნასაც ტრადიციული მეთოდებით თითქმის შეუძლებელია [5,18,42,50,52].

მათემატიკურად ფორმულირებული ეკონომიკური ანალიზის ამოცანის გადაწყვეტა ხდება განსხვავებული მათემატიკური მეთოდებით; კერძოდ კლასიკური და ელემენტარული მათემატიკის; მათემატიკური სტატისტიკის, ეკონომეტრიკული, მათემატიკური პროგრამირების, ოპერაციათა კვლევის,

ოპტიმალური პროცესების თეორიის, ევრისტიკული მეთოდების საშუალებით. შეიძლება ითქვას, რომ თითოეული ჩამოთვლილთაგანი ცალკე მათემატიკურ თეორიას წარმოადგენს და თვითონ შეიცავს კვლევის მეთოდების გარკვეულ ჯგუფებს თეორიისთვის მისაღები ამოცანათა კლასების შესაბამისად [5,25,26,49,56,58].

ამ მიმართულებით აღსანიშნავია ტექნიკური უნივერსიტეტის გამოყენებითი მათემატიკის კათედრის მეცნიერთა რ. ხუროძის, რ. კაკუბავას, დ. გულუას, გ. ფიფიას და სხვათა სამეცნიერო შრომები [52,53,55].

უკანასკნელ წლებში ეკონომიკურ მეცნიერებაში ინტერესი გაძლიერდა ემპირიული მეთოდების მიმართ, რომელიც იყენებს ადამიანის ინტუიციას და გამოცდილებას, სპეციალისტების ექსპერტულ შეფასებებს.

ექსპერტული მიდგომა საშუალებას იძლევა გადავწყვიტოთ ამოცანები, რომლებიც არ ექვემდებარებიან ჩვეულებრივი ანალიტიკური საშუალებებით გადაწყვეტას, კერძოდ:

- არსებულებს შორის უკეთესი გადაწყვეტილების არჩევას;
- პროცესის განვითარების პროგნოზირება;
- რთული ამოცანების შესაძლო ამოხსნების ძიება.

ექსპერტული შეფასების მეთოდებს ეძღვნება დიდი რაოდენობა შრომებისა მაგალითად [21,24,50], მნიშვნელოვანია ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის ფაკულტეტის პროფესორების ნ. მჭედლიშვილის, ს. ხუციშვილის ნაშრომები [21,50,51].

სწორად ვითარდება არამკაფიო რიცხვთა თეორია და მისი გამოყენების არეალი. არამკაფიო სიმრავლე ჩვეულებრივი სიმრავლისაგან განსხვავდება იმით, რომ მისი ყველა ელემენტებისთვის არ არსებობს ცალსახა პასუხი კითხვაზე: „ეკუთვნის თუ არ ეკუთვნის ესა თუ ის ელემენტი განსახილველ არამკაფიო სიმრავლეს? არამკაფიო სიმრავლეთა ფორმალიზაციის სხვადასხვა ვარიანტები არსებობს, თუმცა ყველა აფიქსირებს, რომ შესაბამისი

მიკუთვნების ფუნქცია მნიშვნელობებს იღებს $[0,1]$ სეგმენტზე [18,19,20,23].

ეკონომიკურ ანალიზში ფართოდ გამოიყენება მათემატიკური სტატისტიკის და ალბათობის თეორიის მეთოდები. ისინი გამოიყენებიან მაშინ, როცა გასაანალიზებელი მაჩვენებლების ცვლილებები შეიძლება წარმოვადგინოთ როგორც შემთხვევითი პროცესი. როცა მახასიათებელ ცვლადებს შორის კავშირი არის არა დეტერმინირებული, არამედ სტოქასტიკური, მაშინ მათემატიკურ-სტატისტიკური მეთოდები წარმოადგენენ კვლევის ერთადერთ ინსტრუმენტს. მათემატიკურ-სტატისტიკური მეთოდებიდან შედარებით ფართო გამოყენება, ეკონომიკურ ანალიზში (მრავალგანზომილებიანი სტატისტიკური ერთობლიობისთვის), პოვა კორელაციურმა და რეგრესიულმა ანალიზმა [35,49]. ეკონომიკური ამოცანების დიდი ზომების (ურთიერთკავშირში მყოფი მრავალი ცვლადი) და სირთულის გამო, მათი კვლევა შესაძლებელია კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენებით, კომპიუტერული მოდელირება ეს არის რთული სისტემის ანალიზის და სინთეზის ამოცანის ამოხსნის მეთოდი, მისი კომპიუტერული მოდელის საშუალებით. კომპიუტერული მოდელირება შეიძლება განვიხილოთ როგორც: მათემატიკური მოდელირება [26,36,40,50]; იმიტაციური მოდელირება [52,56,62]; სტოქასტიკური მოდელირება [49,51,52,59].

კომპიუტერული მოდელირების საგანს შეიძლება წარმოადგენდეს: ფირმის ეკონომიკური საქმიანობა, სამრეწველო ფირმა, საინფორმაციო ქსელები, ტექნოლოგიური პროცესი, ეკონომიკური ანალიზის ამოცანები. ეკონომიკურ ანალიზში კომპიუტერული მოდელირება გაგებულია როგორც გარკვეული მოდელი, პროგრამირების რომელიმე ენის ან რომელიმე პროგრამული პაკეტის გამოყენებით, რომელიც ასახავს კვლევების მიზნიდან გამომდინარე ეკონომიკური ობიექტის ან პროცესის არსებით თვისებებს.

მნიშვნელოვანი შედეგების მიღება გახდა შესაძლებელი მოდელირებაში გამოყენებადი პროგრამული პაკეტების საშუალებით [36,69,70].

თავი 1. ეკონომიკური ანალიზის ძირითადი მახასიათებლების კვლევა

§ 1.1. ეკონომიკური ანალიზის საგანი და ამოცანები. ინფორმაციული უზრუნველყოფა

1.1.1. ეკონომიკური ანალიზის საგანი, პრინციპები და მიზანი

ნებისმიერი ანალიზი წარმოადგენს დაშლას, შემადგენელ ნაწილებად დანაწევრებას. როგორც ანალიზის ნაირსახეობა, ეკონომიკური ანალიზი - ეს არის, მეთოდების, საშუალებების, წესების სისტემატიზებული ერთობლიობა, რომელიც გამოყენება ეკონომიკური ხასიათის დასკვნების და რეკომენდაციების მისაღებად, ეკონომიკურ სუბიექტთან მიმართებაში. ანალიზის ჩატარების პროცედურა ნიშნავს, პრობლემა დაიყოს შემადგენელ ნაწილებად და სპეციალური საშუალებების გამოყენებით ამოვხსნათ ცალკეული ამოცანები, მათი შეერთებით კი მივიღოთ პრობლემის ზოგადი ამოხსნა. ეს არის შემეცნების დიალექტიკა, რომელიც ემყარება ანალიზის და სინთეზის ერთიანობას დამისი რეალობის შესწავლის სამეცნიერო მეთოდს.

ანალიზის ობიექტს წარმოადგენს ეკონომიკური ერთეული და იქ მიმდინარე ეკონომიკური პროცესები (მოვლენები). ეს არის ტექნიკის, ტექნოლოგიების, წარმოების და შრომის ორგანიზაციის, საქმიანობის სოციალური პირობების და სხვა ელემენტების ურთიერთქმედებების რთული სისტემა [3,5].

ორგანიზაციის ეკონომიკური საქმიანობა წარმოადგენს სხვადასხვა სამეცნიერო მიმართულების კვლევის ობიექტს, მათ შორის აუდიტი და ბუღალტრული აღრიცხვა, მაკრო- და მიკროეკონომიკა, სტატისტიკა, მათემატიკის რიგი დისციპლინები, მენეჯმენტი და ა.შ. ამასთან თითოეული მათგანი ეკონომიკურ სუბიექტებს და პროცესებს იკვლევს მისთვის დამახასიათებელი კუთხით და თვალთახედვით, მისი მისაღები მეთოდებით და წესებით. ამიტომ ყოველი მეცნიერებისთვის მისაღები, კვლევის ობიექტის განსაზღვრა წარმოადგენს ერთერთ საკმაოდ რთულ მეთოდოლოგიურ პრობლემას.

ასევე ადვილი არა არის კვლევის საგნის ფორმულირება ისე, რომ მეცნიერებს

შორის არ გამოიწვიო კამათი და აზრთა სხვადასხვაობა. გამონაკლისი არც ეკონომიკური ანალიზია. სპეციალურ ლიტერატურაში შეიძლება შევხვდეთ მისი კვლევის საგნის განსხვავებულ ფორმულირებებს. თუმცა, მათ აქვთ საერთო მსგავსი ნიშნები. ეს საშუალებას გვაძლევს მათ შორის გამოვყოთ რამდენიმე ჯგუფი, სადაც საგნის რანგში წარმოდგენილია [3,4,6]:

- ორგანიზაციის სამეურნეო (ეკონომიკური) საქმიანობა;
- ეკონომიკური პროცესები;
- ობიექტების დეტალიზებული შემადგენლობა;
- ანალიზის მიზნები და საქმიანობის შედეგები;
- ინფორმაციული ნაკადები;
- სამეურნეო პროცესების ცვლილება;
- ეკონომიკური პროცესების მიზეზ-შედეგობრივი კავშირები.

თითქმის ყოველ მათგანში ყურადღება გამახვილებულია რომელიმე ერთ, ან რამდენიმე ობიექტზე, რომლებიც აირჩევა ანალიზის საგნის როლში.

თუმცა ეკონომიკური ანალიზი არის გამოყენებითი ეკონომიკური მეცნიერება მისი განმსაზღვრელი სხვადასხვა პროცესების, შედეგების და ფაქტორების გაზომვის წესების და საშუალებების შესახებ. აქედან ეკონომიკური ანალიზის საგანი შეიძლება დავახასიათოთ, როგორც ეკონომიკური პროცესების მიზეზ-შედეგობრივი ურთიერთკავშირები და მათი ურთიერთზემოქმედების სიდიდის გაზომვის ადეკვატური მეთოდები და წესები.

ეკონომიკური ანალიზის თანამედროვე და ადეკვატური მეთოდების და წესების გამოყენება საშუალებას იძლევა ობიექტურად გავზომოთ და შევაფასოთ ურთიერთკავშირების ხასიათი, იმ ფაქტორების რაოდენობრივი პარამეტრები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ეკონომიკური პროცესების განმსაზღვრელი მაჩვენებლების ცვლილებაზე. ეს კი საფუძველს გვაძლევს დავამუშაოთ და მივიღოთ ეკონომიკურად დასაბუთებული ეფექტური მმართველობითი გადაწყვეტილებები.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე საკუთრების ნებისმიერი ფორმის ეკონომიკური სუბიექტის, პროცესის ეკონომიკური ანალიზის მიზანს წარმოადგენს გადაწყვეტილების მიღებისთვის საჭირო ინფორმაციის მომზადება. მმართველობითი გადაწყვეტილების მიღებისთვის ინფორმაციის მომზადება ლოგიკურად განისაზღვრება სამი მიმართულებით:

1. გამოსაკვლევი ობიექტის, პროცესის, მოვლენის შეფასება;
2. დიაგნოსტიკა, ე.ი. მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების დადგენა და შედეგობზე ცალკეული ფაქტორების გავლენის სიდიდის (ძალის) შეფასება;
3. მიღებული გადაწყვეტილებების შედეგების პროგნოზირება.

შეფასების, დიაგნოსტიკის და პროგნოზირების შედეგების გაცნობიერება და გაგება შესაძლებელია, თუ ცნობილია ობიექტების, პროცესების ფუნქციონირების და განვითარების კანონები.

ჩამოყალიბებული მიზანი ერთის მხრივ მოითხოვს კვლევის სისტემების ფუნქციონირების და განვითარების კანონების შესწავლას, ეკონომიკურ ანალიზში მათი შემდგომი გამოყენების მიზნით. მეორეს მხრივ კი ხდება ანალიზის მეთოდების დამუშავება, რომლებიც ადეკვატური უნდა იყოს როგორც სისტემების განვითარების სხვადასხვა მდგომარეობის, სტადიების და ეტაპების, ასევე ანალიზის კონკრეტული ამოცანები [3,5].

1.1.2. ანალიზის ამოცანები და მისი როლი სამეურნეო საქმიანობის მართვაში

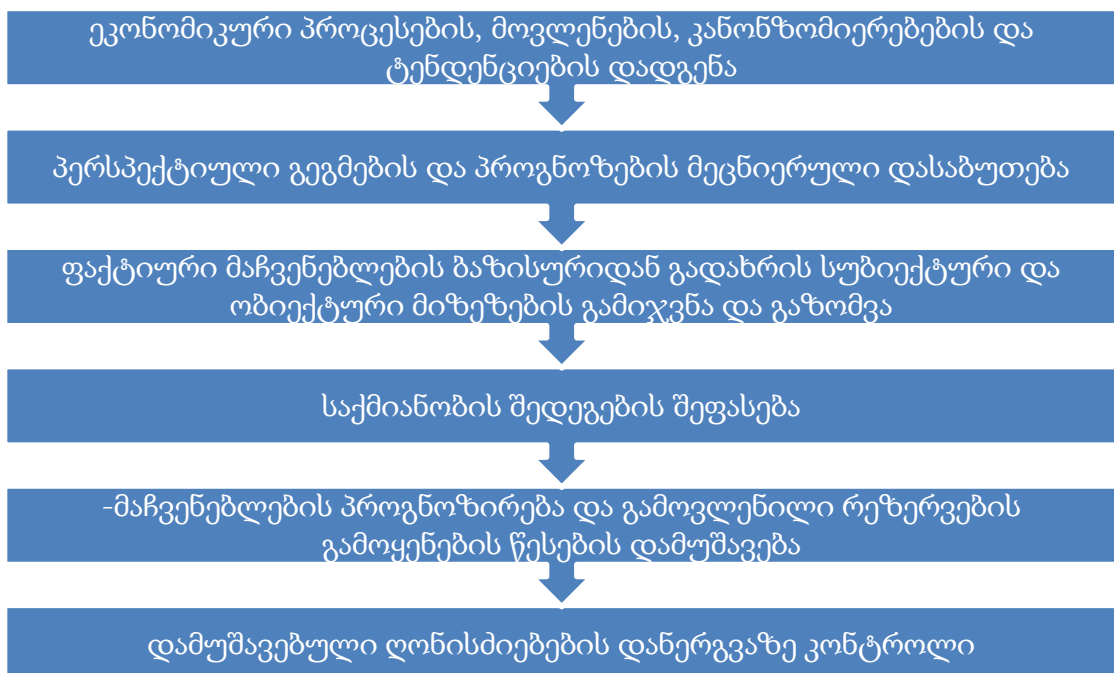
ანალიზის შინაარსი, საგანი და მიზნობრივი ორიენტაცია, ასევე არსებული პირობები, რომელშიც მიმდინარეობს ეკონომიკური საქმიანობა და პროცესების მართვა, ახდენ მისი ამოცანების ფორმირებასაც.

ეკონომიკური ანალიზი არა მარტო შემადგენელია მართვის ყოველი ფუნქციის, არამედ თვითონ არის მმართველობითი საქმიანობის სახეობა, რომელიც წინ უსწრებს მმართველობითი გადაწყვეტილებების მიღებას, საქმიანობის სხვადასხვა დონეზე. ასეთი აქტიური როლი განსაზღვრავს ანალიზის საპასუხისმგებლო ამოცანების ერთობლიობას. მათ შორის მნიშვნელოვანია

ისეთი ამოცანები, რომლებიც დაკავშირებულია არსებულ რთულ ეკონომიკურ სიტუაციებთან და შესაბამისი პრობლემების გადაწყვეტაში ეკონომიკური ანალიზის განსაკუთრებულ როლთან [2,3,5]. ასეთი ამოცანების რანგში შეიძლება ჩაითვალოს:

1. არსებული ალტერნატივიდან, საქმიანი გადაწყვეტილებების ოპტიმალური ვარიანტების დასაბუთებული არჩევანის ამოცანა;
2. ასეთი ამოცანების ანალიზი გასაკუთრებულად აქტუალურია საბაზრო სუბიექტების თავისუფალი ურთიერთქმედების, კონკურენციის, მოსალოდნელი ეკონომიკური შედეგების მიღების დიდი რისკის და განუსაზღვრელობის პირობებში;
3. შედარებით რთული და ხშირად არსებული სამეურნეო სიტუაციების თავიდან აცილების და არსებული მდგომარეობიდან გამოსვლის მიზნით, ეფექტური რეკომენდაციების დამუშავება. ასევე მათი სისტემატიზაცია და აქტუალიზაცია;
4. ეკონომიკურმა ანალიზმა ეკონომიკურ სუბიექტებს უნდა შესთავაზოს კვლევის გარკვეული „ინსტრუმენტების“ და საშუალებების ფართო არჩევანი, რომლებიც დაეხმარებათ სასურველი შედეგების მიღწევაში (მაგალითად, დანახარჯების მინიმიზაცია, ფინანსურ მდგრადობის და შემოსავლიანობას შორის ბალანსის შენარჩუნება, ეკონომიკური კრიზისების თავიდან აცილება და ა.შ.), ასევე გაკოტრების მომენტის დიაგნოსტიკაში;
5. ეკონომიკურ ანალიზში სამეურნეო საქმიანობის ეფექტურობის შეფასების მრავალგანზომილებიანი მეთოდების გამოყენება სხვადასხვა სახის გადასაწყვეტი პრობლემების გათვალისწინებით. (მაგალითად, წმინდა მოგების გამოყენება, მისი კაპიტალიზაციის პრობლემა და ა.შ.);
6. ეკონომიკური ანალიზის წინაშე დგას ფინანსური წარმატების გაგების და დასაბუთების ამოცანა, რომელიც არა მოგების მაქსიმიზაციაა, არამედ განუსაზღვრელობის და რისკების წარმატებული დელეგირება;

7. აქტუალურ ამოცანას წარმოადგენს, პერსპექტიული, პროგნოზული, ოპერატიული, ფუნქციონალურ-ღირებულებითი და კომპლექსური სახის ანალიზის ჩატარებისთვის, შესაბამისი მეთოდიკების სრულყოფა;
8. ბაზრის და ბაზარზე პარტნიორების შესწავლის მეთოდიკის სრულყოფის ამოცანა, როგორც ანალიზის მნიშვნელოვანი დამოუკიდებელი ამოცანა;
9. აუცილებელია ანალიზის ჩატარების როგორც თანამედროვე მეთოდები, ასევე დინამიურად განვითარებად ორგანიზაციებში პრაქტიკული მოთხოვნის უზრუნველყოფა მაღალი ტექნოლოგიების, ინტელექტის, კრეატიულობის, პასუხიმგებლობის დიდი პროცენტის გათვალისწინებით;
10. სამეურნეო საქმიანობის ტრადიციული ამოცანების გადაწყვეტაში წინა პლანზე გამოდის მათემატიკური მეთოდები, საშუალებები, მათ შორის სტოქასტიკური მოდელირება, ფინანსური შეფასების წესები, ოპტიმიზაციის მოდელები, არამკაფიო სიმრავლეთა თეორია და ა.შ.;
11. ინფორმაციის ყველა წყაროს სრულყოფის ამოცანასთან ერთად ისმება ეკონომიკური ანალიზის ოპტიმალური გადაწყვეტილების მიღებისთვის აქტიური ინფორმაციული სრულყოფის ამოცანა (იგულისხმება ინფორმაცია აღრიცხვაზე, ანგარიშგებაზე, ბიზნეს-გეგმებზე, ნორმატივებზე,...).



სქემა 1.1. ეკონომიკური ანალიზის ამოცანები

ეკონომიკური ანალიზის რამდენიმე ძირითადი ამოცანა წარმოდგენილია სქემა 1.1-ზე. ანალიზის ამოცანების შინაარსის ცვლილება, მათი რეალიზაციის საზღვრების გაფართოება, ეკონომიკური განვითარების დონეზე დამოკიდებულებით, ადრე დასმული ამოცანების ახალი ხედვა - ყველაფერი ეს მოითხოვს ნოვაციებს ეკონომიკურ ანალიზში, ახალი მეთოდოლოგიების დამუშავებას და ანალიზის მთლიანი პოტენციალის მობილიზებას [5,6,8].

§ 1.2. ეკონომიკური ანალიზის ინფორმაციული უზრუნველყოფა

ეკონომიკური ანალიზის უზრუნველყოფისთვის საჭიროა ინფორმაცია შიდა და გარე გარემოზე, რომლის ფორმირებაც ხდება ბუღალტრული და მმართველობითი ანგარიშგების საფუძველზე და სხვა წყაროებიდან [1,3,5,8,9].

1.2.1. ინფორმაცია გარე გარემოზე

მაკროეკონომიკური მაჩვენებლები

მაკროეკონომიკური მაჩვენებლები განკუთვნილია კვლევის ობიექტის (ორგანიზაციის პროცესის) ეფექტურობის შეფასებისთვის, ქვეყანაში არსებული ეკონომიკური პირობების ფარგლებში; მმართველი გადაწყვეტილების მიღებისთვის; მაკროგარემოში ცვლილებების დროს რისკების შეფასებისთვის.

მნიშვნელოვანია განვსაზღვროთ ანალიზის რომელ პროცედურებში რომელი მაჩვენებლები გამოიყენება, მაგალითად:

1. ბიზნესის განვითარების ძირითადი ინდიკატორების დინამიკის შეფასება, რისთვისაც უნდა ვიცოდეთ ეკონომიკის ზრდის ტემპები.
2. ფინანსური მაჩვენებლების ზრდის იდეალური ტემპის დასათვლელად, აუცილებელია ინფორმაცია ინფლაციის შესახებ.
3. საინვესტიციო კაპიტალის და აქტივების რენტაბელობის დონის შეფასებისთვის, აუცილებელია საბაზრო ინფორმაცია შესაბამის განაკვეთებზე;
4. საფინანსო ბერკეტის დონის შეფასებისათვის, გამოყენება ინფორმაცია

ნასესხები კაპიტალის საშუალო საპროცენტო განაკვეთზე;

5. ბიზნესის ეფექტურობის შეფასებისთვის, მიღებულია შედარდეს ორგანიზაციის საკუთრი კაპიტალის რენტაბელობა, ეკონომიკაში ამ მაჩვენებლის საშუალო მნიშვნელობასთან.

დარგობრივი მაჩვენებლები

დარგობრივი მაჩვენებლები აუცილებელია, ეკონომიკური სუბიექტის ან პროცესის მდგომარეობის ანალიზისთვის; ისინი საშუალებას იძლევიან შევაფასოთ ცალკეული (ფაქტორების) დონე, რომლებიც ახასიათებენ დარგში ორგანიზაციების (საქმიანობას) და სტრატეგიებს. ძირითადი დარგობრივი ფაქტორებია: დარგის განვითარების ციკლი; დარგის განვითარების ზოგადი ტენდენცია - საქმიანობის შეკვეცა ან გაფართოვება და ა.შ. დარგობრივი მაჩვენებლები გამოიყენება შემდეგ ანალიტიკურ პროცედურებში [8,15]:

1. ორგანიზაციის საწარმოო ეფექტურობის ანალიზი.
2. ეკონომიკური სუბიექტის ფინანსური მდგრადობის კვლევა.
3. ორგანიზაციის მთლიანი ეფექტურობის შეფასება აქტივების რენტაბელობის, საინვესტიციო კაპიტალის, საკუთარი კაპიტალის საფუძველზე.

რეგიონალური და საბაზრო მაჩვენებლები

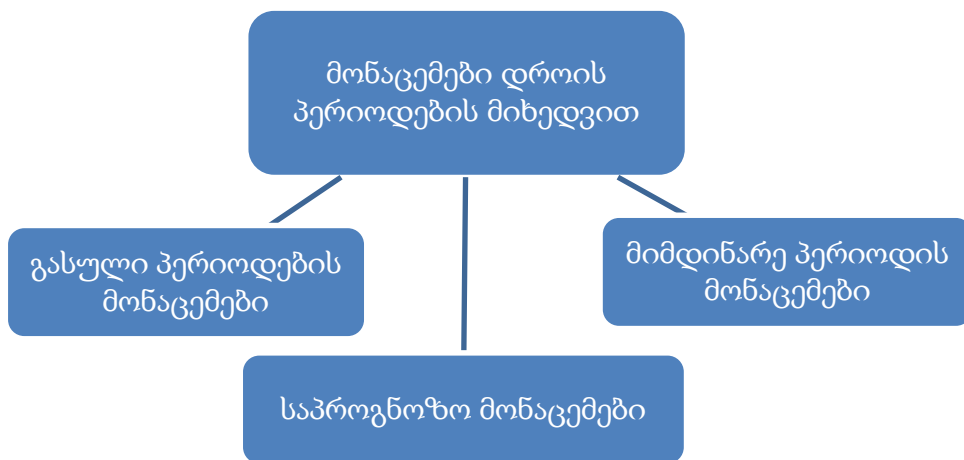
ბიზნესის რეგიონალური თავისებურებებიდან გამომდინარე, შედარებით მნიშვნელოვანია რეგიონში ცხოვრების საშუალო დონე, რომელიც გათვალისწინებული უნდა იქნეს შრომის ანაზღაურების დროს. ასევე მნიშვნელოვანია რეგიონალური გადასახადების სისტემა.

საბაზრო მაჩვენებლები გამოყენებული უნდა იქნას კვლევის ობიექტის საბაზრო საქმიანობის ეფექტურობის შეფასების და მისი საბაზრო სტრატეგიის დამუშავების დროს. ამას გარდა აუცილებელია ინფორმაცია საბაზრო მიკროგარემოზე. კერძოდ, კონკურენტებზე და ორგანიზაციის კონტრაგენტებზე, მათ შორის მყიდველებზე, მომწოდებლებზე, კავშირში მყოფ სხვა ეკონომიკურ სუბიექტებზე.

1.2.2. შიდა გარემოს მაჩვენებლები

ეკონომიკური ანალიზის ინფორმაციული უზრუნველყოფის ძირითად ბლოკს წარმოადგენს ეკონომიკური სუბიექტის ბუღალტრული და მმართველობით აღრიცხვის მონაცემები. ამასთან დროის მიხედვით მონაცემების ფორმირება ხდება შემდეგნაირად (სქემა 1.2):

- გასული პერიოდების მონაცემები აუცილებელია, მიმდინარე პერიოდში მაჩვენებლების ცვლილების მიმართულების შეფასებისთვის;
- მიმდინარე პერიოდის მონაცემები წარმოადგენს, ეკონომიკური ანალიზის ინფორმაციული უზრუნველყოფის საფუძველს;
- მისი დანიშნულებაა მიმდინარე პერიოდში საქმიანობის ეფექტურობის და რისკიანობის შეფასება;
- პროგნოზული მონაცემები საშუალებას იძლევა, შევაფასოთ ბიზნესის განვითარების შესაძლო ვარიანტები და ავირჩიოთ ოპტიმალური [3,5,12].



სქემა 1.2. მონაცემების ფორმირება დროის ასპექტის გათვალისწინებით

შიდა გარემოს მაჩვენებლებს შეიძლება მივაკუთვნოთ:

საბაზრო საქმიანობის მაჩვენებლები:

მოცემული მაჩვენებლები პირველ რიგში მოიცავს მარკეტინგის კომპლექსს. კერძოდ ეს არის ინფორმაცია გამოსაშვები პროდუქციის ნომენკლატურაზე, მისი რეალიზაციის მოცულობასა და შესაბამის ბაზრის სეგმენტზე. ასევე მის ხარისხობრივ მახასიათებლებზე. მნიშვნელოვანია ინფორმაცია ორგანიზაციის ფასების სტრატეგიაზე. ეს ნიშნავს არა მარტო ფასების დონეს სარეალიზაციო პროდუქტზე, არამედ ნიშნავს მოთხოვნის ელასტიურობასაც.

ინფორმაცია პროდუქტის განაწილების სისტემაზე მოიცავს მონაცემებს განაწილების არხებზე, განსაზღვრავს მათში დონეების რაოდენობას, განაწილების სახეებს, ასევე ინფორმაციას შუამავლების საქმიანობაზე, მასალების სტიმულირების ფორმებზე და შესაბამის დანახარჯებზე.

საინვესტიციო საქმიანობის მაჩვენებლები:

აღნიშნულ ბლოკში უნდა შევიდეს მონაცემები ეკონომიკური სუბიექტის რეალურ და ფინანსურ ინვესტიციებზე. კერძოდ ეს არის ინფორმაცია არაბრუნვად აქტივებზე, მათ შემადგენლებზე და ღირებულებაზე.

ფინანსური საქმიანობის მაჩვენებლები:

ინფორმაცია ფინანსურ საქმიანობაზე უნდა მოიცავდეს მონაცემებს ფინანსირების შიდა და გარე წყაროებზე, კერძოდ მათ ღირებულებას და პირობებს. ინფორმაციას დივიდენდურ პოლიტიკაზე და ა.შ. შიდა გარემოს მაჩვენებლები გამოიყენება შემდეგ ანალიტიკურ პროცედურებში [3,4,14]:

- 1) მარკეტინგის კომპლექსის ადეკვატურობის შეფასება. ბაზრის მოთხოვნებთან და საბაზრო პირობებთან შესაბამისობა;
- 2) ორგანიზაციის საინვესტიციო აქტივობის შეფასება;
- 3) ოპერაციული ეფექტურობის შეფასება. სახელდობრ ძირითადი საშუალებების, პერსონალის და აქტივების, რესურსების გამოყენების ეფექტურობის და ხარისხის ანალიზი;
- 4) ფინანსირების წყაროების შეფასება კრიტერიუმებით - კაპიტალის საშუალო წონითი ღირებულება, ფინანსური რისკის დონე. და ა.შ.;

5) ბიზნესის ღირებულების დათვლადა ა.შ.;

ეკონომიკური ანალიზის ინფორმაციული უზრუნველყოფის წყაროს რანგში შეიძლება გამოვიყენოთ ეკონომიკური სუბიექტის (ორგანიზაციის) ბუღალტრული ანგარიშები. ბუღალტრული ანგარიშების ფორმებს წარმოადგენს:

- ბუღალტრული ბალანსი (ფორმა N1);
- ანგარიში მოგებასა და ზარალზე (ფორმა N2);
- ანგარიში ფულადი ნაკადების მოძრაობაზე (ფორმა N3);
- კაპიტალის ცვლილების ანგარიში (ფორმა N4);
- დანართი ბუღალტრულ ანგარიშებზე (ფორმა N5).

ანალიზის ინფორმაციული უზრუნველყოფა, რომელიც მიმდინარეობს ბუღალტრული აღრიცხვის საშუალებებით მოცემულია ცხრილი 1.1-ში.

ცხრილი 1.1. ეკონომიკური ანალიზის ინფორმაციული უზრუნველყოფა

ეკონომიკური ანალიზის საზე	ბუღალტრული ანგარიშების ფორმები
ბუღალტრული ანგარიშების ფორმების შეთანხმებულობის და შესაბამისობის ანალიზი, ფინანსური ანგარიშგების ხარისხი	ფორმები N1.2.3.4.5
კვლევის ობიექტის ექსპრეს-ანალიზი	ფორმები N1.2.3.4.5
აგრეგირებული ბალანსის და მოგება-ზარალის ანგარიშის ანალიზი	ფორმები N1.2
ობიექტის ფინანსური მდგრადობის, ლიკვიდურობის და გადახდისუნარიანობის ანალიზი	ფორმები N1.2
საკუთარი კაპიტალის, კერძო აქტივების ანალიზი	ფორმები N1.2.4
კრედიტორული და დებიტორული დავალიანების ანალიზი	ფორმები N1.2.5
ნასესხები კაპიტალის ანალიზი	ფორმები N1.2.5
მოგების და რენტაბელობის ანალიზი	ფორმები N1.2
ფულადი ნაკადების მოძრაობის ანგარიში (პირდაპირი მეთოდი)	ფორმები N3
ფულადი ნაკადების მოძრაობის ანგარიში (ირიბი მეთოდი)	ფორმები N1
საგადასახადო დატვირთვის ანალიზი	ფორმები N2.3
საქმიანი აქტივობის ანალიზი	ფორმები N1.2

არაბრუნვადი აქტივების ანალიზი	ფორმები N1.5
ძირითადი საშუალებების ანალიზი	ფორმები N1.5
ბრუნვადი აქტივების ანალიზი	ფორმები N1.2
შრომის და ხელფასის ანალიზი	ფორმები N2.5
ფინანსური დაბანდების ანალიზი	ფორმები N1.2.5
ორგანიზაციის გასავლები და რესურსის შემცველობის ანალიზი	ფორმები N1.2.5
მარკეტინგული ანალიზი	ფორმები N1.2
გაკოტრების ალბათობის ანალიზი	ფორმები N1.2
კრედიტუნარიანობის ანალიზი	ფორმები N1.2.3.4.5
პროგნოზული ანალიზი	ფორმები N1.2.3.4.5
ორგანიზაციის ღირებულების შეფასება	ფორმები N1.2.3.4.5

ბუღალტრული და მმართველობითი ანგარიშების პარალელურად ეკონომიკური ანალიზი ეფუძნება სხვადასხვა სახის საწყის ინფორმაციასაც, ანუ მონაცემების ერთობლიობას, რომლებიც ყოველმხრივ ახასიათებენ სამურნეო საქმიანობას სხვადასხვა დონეზე.

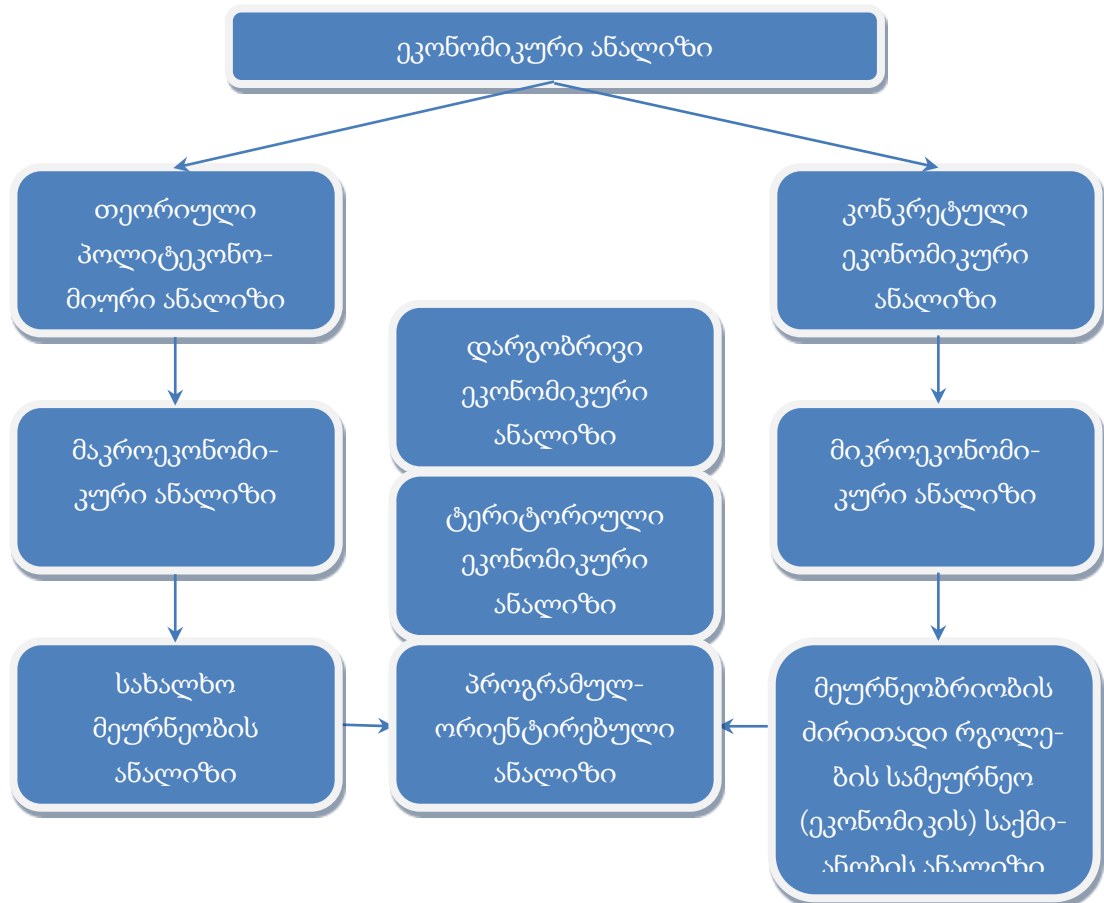
ასეთი ინფორმაცია შეიძლება იყოს ნორმატიული, გეგმიური, სტატისტიკური, ოპერატიული ცნობები და ა.შ. ინფორმაციის ყველა წყარო იყოფა სამ ჯგუფად: ნორმატიულ-გეგმიური, აღრიცხვადი და არა აღრიცხვადი, რომელთა ერთობლივად გათვალისწინება აუცილებელია საბოლოო, სრული ინფორმაციის მისაღებად [5,15,16,17].

§ 1.3. ეკონომიკური ანალიზის სახეების კლასიფიკაცია

განვითარებული საბაზრო ეკონომიკა მოითხოვს რომ ეკონომიკური ანალიზი გახდეს ეკონომიკური ურთიერთობების აუცილებელი შემადგენელი (ელემენტი), მართვის ყოველ დონეზე და განაპირობებდეს ყოველი მართვის ფუნქციის რეალიზებასაც, აქედან გამომდინარე ეკონომიკური ანალიზის თეორიაში მიღებულია ეკონომიკური ანალიზის სახეებად კლასიფიკაციის შემდეგი ზოგადი ფორმა (სქემა 1.3).

ეკონომიკური ურთიერთობების (მათ შორის ბიზნესის) თანამედროვე პირობებმა განაპირობეს ინფორმაციული ნაკადების სისტემის შექმნა, რომლებიც პასუხობენ სხვა და სხვა კრიტერიუმებს: გარე და შიდა მოთხოვნებს,

ოპერატიულობის, ფორმირების წყაროების სხვადასხვაობას და დროით საზღვრებს, პროგნოზირებად ეფექტებს და ა.შ. სხვადასხვა სახის ინფორმაციული ნაკადების ფორმირების შესაძლებლობა განსაზღვრავს. ეკონომიკური ანალიზის დაყოფას შემდეგ სახეებად (იხ. ცხრილი 1.2).



სქემა 1.3. ეკონომიკური სუბიექტის საქმიანობის ეკონომიკური ანალიზის ზოგადი სქემა

ცხრილი 1.2-ში წარმოდგენილია ეკონომიკური ანალიზის სახეები მათი კლასიფიკაციის ნიშნების მიხედვით [4,5,15,27].

თითოეული სახის განმასხვავებელ ნიშანს წარმოადგენს მისი მიზნობრივი დანიშნულება და ამოცანები; კვლევის ობიექტები და ინფორმაციის წყაროები; ჩატარების მეთოდიკა. მაგალითად ოპერატიული ანალიზის ამოცანების რანგში შეიძლება განვიხილოთ საქმიანობის ნორმალური ტრაექტორიიდან გადახრის სიდიდის კონტროლი; გადახრის გამომწვევი შიდა და გარე მიზეზების სწრაფი გამოვლენა და ა.შ.

ამ დროს ინფორმაციის წყაროებს წარმოადგენს: პირველადი და სტატისტიკური აღრიცხვა; ნორმებიდან გადახრის შესახებ ინფორმაცია; საქმიანობაზე უშუალო დაკვირვების შესახებ მასალები; ექსპერტი-სპეციალისტების შეფასებები და სხვა.

ცხრილი 1.2. ეკონომიკური ანალიზის სახეები

საკვალიფიკაციო ნიშანი	ანალიზის სახე
მართვის ობიექტი	ტექნიკურ-ეკონომიკური; ფინანსურ ეკონომიკური; სოციალურ-ეკონომიკური; მმართველობითი; მარკეტინგული; ეკონომიკურ-სტატისტიკური; ეკონომიკურ-ეკოლოგიური
მართვის სუბიექტები და მის ჩატარებაზე დაინტერესებული პირები	ხელმძღვანელობის, ფუნქციონალური სამსახურების, აუდიტორული ფირმების, სამართალდამცავი ორგანოების მიერ ჩატარებული ანალიზი
ანალიზის მომხმარებლები	შიდა და გარე ანალიზი
ჩატარების პერიოდულობა	წლიური, კვარტალური, თვიური, ყოველდღიური, ცვლაში, ერთჯერადი
სივრცითი	შიდა სამეურნეო, პროცესებს შორის
დარგობრივი	დარგობრივი და დარგებს შორის
ობიექტის ანალიზის სისრულე	მთლიანი და არჩევითი; ლოკალური და თემატიკური
დროითი ნიშანი	შემდგომი (რეტროსპექტიული, ისტორიული) წინასწარი (პერსპექტიული, სტრატეგიული) ოპერატიული (სიტუაციური); ექსპრეს ანალიზი
კვლევის მეთოდიკა	შეთანადების, მათ შორის ბენჩმარკინგი; დიაგნოსტიკური ფაქტორული დეტერმინირებული; სტოქასტიკური (კორელაციური), კომერციული რისკების, კომპლექსური, სისტემური; ფუნქციონალურ-ღირებულებითი
ინფორმაციის წყაროები	ფინანსური, მმართველობითი, ინვესტიციური ინოვაციური, საგადასახადო
მართვადი საქმიანობის მექანიზაციის და ავტომატიზაციის ხარისხი	ხელით დამუშავება; მცირე მექანიზაციის გამოყენება; კომპიუტერული ანალიზი

პროგნოზული (სტრატეგიული) ანალიზი თანამედროვე პირობებში იძენს გან-

საკუთრებულ მნიშვნელობას, ანალიზურ-პროგნოზული სამუშაოები ვითარდება შემდეგი მიმართულებით: მარკეტინგული კვლევები; სიტუაციის ანალიზი ფირმაში; გარემოს ანალიზი.

პროგნოზული ანალიზის დამოუკიდებლობა, სტრატეგიულ მართვაში, მჭიდრო კავშირშია შემდგომ რეტროსპექტიულ ანალიზთან.

ეკონომიკური ანალიზის სხვა სახეებს აღარ განვიხილავთ, მათი ნახვა მკითხველს შეუძლია ქართულ და უცხოელ მეცნიერთა ნაშრომებში [4,5,31,37].

საჭიროების შემთხვევაში მათ ცალკე გამოვყოფთ და განვიხილავთ.

§ 1.4. ეკონომიკური ანალიზის მეთოდები, მეთოდიკა და ანალიზის ძირითადი წესები

1.4.1. ეკონომიკური ანალიზის მეთოდები

ზოგადად კვლევის დიალექტიკური მეთოდი, კვლევის საგნის შესწავლის დროს, იყენებს მეცნიერების ყველა ზუსტ და საზოგადოებრივ მიმართულებებს. ამასთან ყოველი მათგანი გამოიმუშავებს თავისი კვლევის საგნის შესწავლის განსაკუთრებულ მიდგომებს. სამეურნეოს ობიექტების საქმიანობის ეკონომიკურმა ანალიზმაც გამოიმუშავა თავისი მეთოდი, რომელიც დიალექტიკის პრინციპებს ეფუძნება და კვლევის საგნის შესწავლისთვის გამოიყენება. მეთოდს ქვია ანალიზი და ნიშნავს საგნის შესწავლას მისი შემადგენლებად დაშლის, დანაწილების საშუალებით.

მეთოდის თავისებურებებია: მაჩვენებელთა სისტემის განსაზღვრა, რომლებიც ახასიათებენ სამეურნეო საქმიანობას; მაჩვენებლების დაქვემდებარების დადგენა; შედეგობრივ ფაქტორებს და მათზე უშუალოდ მოქმედ ფაქტორებს შორის; ურთიერთკავშირების ფორმების გამოვლენა; ურთიერთკავშირების შესწავლისთვის წესების და საშუალებების არჩევა; ჯამურ მაჩვენებელზე ფაქტორების გავლენის რაოდენობრივი გაზომვა.

მეთოდების და წესების ერთობლიობა, გამოყენებული სამეურნეო პროცესების შესწავლის დროს, შეადგენს ეკონომიკური ანალიზის მეთოდიკას.

ეკონომიკური ანალიზის მეთოდიკა დაფუძნებულია ცოდნის შემდეგი სამი

სფეროს თანაკვეთაზე: ეკონომიკა, სტატისტიკა, მათემატიკა [5,8,9].

ანალიზის ეკონომიკურ მეთოდებს მიეკუთვნება: შედარება, დაჯგუფება, ბალანსური და გრაფიკული მეთოდები და ა.შ. სტატისტიკური მეთოდები მოიცავს საშუალო და ფარდობით სიდიდეების გამოყენებას, ინდექსების მეთოდს, კორელაციურ-რეგრესიულ ანალიზს და ა.შ.

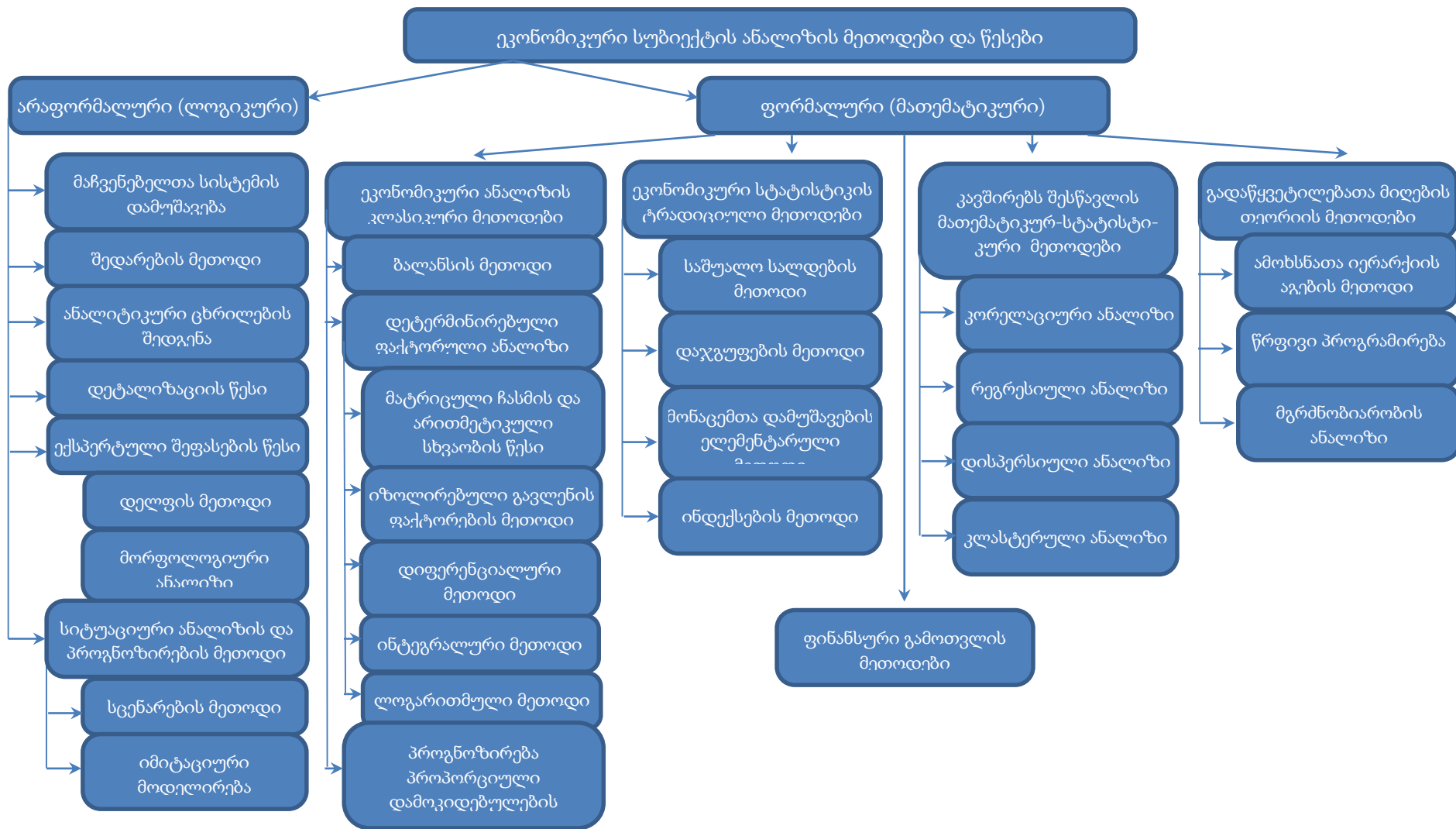
მათემატიკური მეთოდები შეიძლება დაიყოს სამ ჯგუფად: მოდელირების მეთოდები (მატრიცული მეთოდები, საწარმოო ფუნქციების თეორია, დარგთაშორისი ბალანსის თეორია და ა.შ.). მათემატიკური პროგრამირების მეთოდები (წრფივი, არაწრფივი, დინამიკური პროგრამირება); ოპერაციათა კვლევის მეთოდები (გრაფთა თეორია, თამაშთა თეორია, მასობრივი მომსახურების თეორია, სხვა მეთოდები).

ზოგადად არსებობს ეკონომიკური ანალიზის წესების და მეთოდების განსხვავებული კლასიფიკაციები. მათ საფუძვლად უდევთ, კლასიფიკაციის განსხვავებული ნიშნები. ერთერთი, შედარებით ბევრი მეთოდის მომცველია, მეთოდების და წესების დაყოფა მათი ფორმალიზაციის ხარისხის მიხედვით. ანუ იმის მიხედვით, შეიძლება თუ არა მოცემული მეთოდის ფორმალიზაცია (პირველ რიგში მათემატიკური) და თუ შეიძლება როგორი ხარისხით? აქედან გამომდინარე ანალიტიკური მეთოდები შეიძლება დავყოთ ფორმალიზებულ და არაფორმალურ მეთოდებად [3,5].

არაფორმალური მეთოდები ეფუძნება პროცედურების ლოგიკურ აღწერას, მკაცრი ანალიტიკური დამოკიდებულებების გარეშე. ამ დროს მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ანალიტიკოსების გამოცდილება და ინტუიცია.

ფორმალიზებული მეთოდები (მათ ასევე უწოდებენ მათემატიკურ მეთოდებს) ეფუძნება წინასწარ მოცემულ მკაცრ დამოკიდებულებებს და წესებს. თანაც სირთულის მიხედვით ისინი განსხვავდებიან, განსხვავებული მათემატიკური აპარატის გამოყენებით, ასევე პრაქტიკაში გამოყენების და გავრცელების დონის მიხედვით. მნიშვნელოვანია ნაშრომში დეტალურად განვიხი-

ლოთ სქემა 1.4-ზე მოცემული მეთოდებიდან ზოგიერთი მათგანი. მნიშვნელოვანია ის ფაქტიც, რომ კომპიუტერული შესაძლებლობების გამოყენებამ მნიშვნელოვნად გააფართოვა ანალიტიკური ინსტრუმენტები, გააფართოვა ძველი მეთოდების მახასიათებლები და შესაძლებელი გახადა ახალი მეთოდების შექმნა და დამუშავება [9,17,31,37,43].



სქემა 1.4. ეკონომიკური სუბიექტის ანალიზის მეთოდები და წესების სქემა

ეკონომიკური ანალიზის საშუალებების და წესების საფუძველს წარმოადგენს ტრადიციული მეთოდები, რომლებიც გამოიყენებოდა ეკონომიკური ანალიზის წარმოქმნის მომენტიდან. ასეთი მეთოდებია:

შედარების მეთოდი

ის გულისხმობს შესასწავლი ობიექტის აბსოლუტური და ფარდობითი მაჩვენებლების მნიშვნელობების შედარებას გასული (წინა) პერიოდების მნიშვნელობებთან, სხვა ობიექტის ანალოგიურ მაჩვენებლებთან, ან იმ ეტალონურ მაჩვენებლებთან, რომლებიც გამოგვადგება შედარებისთვის. შედარების მეთოდი გამოყენება ანალიზის ყველა ეტაპზე, დაწყებული წინასწარი ანალიზიდან დამთავრებული ანალიზის კომპლექსური მეთოდიკებით.

განასხვავებენ დროით, დინამიკურ, სტრუქტურულ, სივრცით, ბაზურ და რეიტინგულ შედარებას, რომლებიც მუშაობენ აბსოლუტურ, ფარდობით და საშუალო რიცხვებთან.

მაჩვენებელთა სისტემის დამუშავება

ეკონომიკური მოვლენების, პროცესების, სიტუაციების ამა თუ იმ მაჩვენებლების ანალიზი იწყება აბსოლუტური სიდიდეების გამოყენებით (მაგ., წარმოების მოცულობა ფასის მიხედვით, საქონელბრუნვის მოცულობა, საწარმოო ხარჯების და ბრუნვაზე ხარჯების ჯამი და ა.შ.). ისინი წარმოადგენენ გარკვეულ ბაზას საშუალო და ფარდობით სიდიდეების დათვლისთვის.

ფარდობითი სიდიდეები შეუცვლელია დინამიკური მოვლენების შესწავლის პროცესში და სტრუქტურული ფორმის მაჩვენებლების შესწავლისას.

საშუალო სიდიდეების „ანალიტიკური ძალა“ მდგომარეობს ტიპური, ერთნაირი მაჩვენებლების ერთობლიობის განზოგადებაში, რითაც შეგვიძლია გადავიდეთ ცალკეულიდან ზოგადზე, შემთხვევითიდან კანონზომიერზე; მათ გარეშე შეუძლებელია შესასწავლი განსხვავებული ნიშნების შედარება.

დაჯგუფება

გამოიყენება რთულ მოვლენებში და პროცესებში ისეთი დამოკიდებულებების გამოსაკვლევად, რომელთა დახასიათებაც შესაძლებელია მსგავსი მაჩვენებლებით და სხვადასხვა მნიშვნელობებით. (მაგალითად მოწყობილობების ერთობლიობის დახასიათება მათი ექსპლუატაციაში შეყვანის ვადების მიხედვით, ექსპლუატაციის ადგილის მიხედვით და ა.შ.), ანუ ის გულისხმობს შესასწავლი ობიექტების, მოვლენების ერთობლიობის დაყოფას ხარისხობრივად მსგავს ჯგუფებად, შესაბამისი ნიშნების მიხედვით. დაჯგუფების ინფორმაციულ საფუძველს წარმოადგენს ერთნაირი ტიპის ობიექტების გენერალური ერთობლიობა, ან მათი ასარჩევი ერთობლიობა. პირველ შემთხვევაში გამოიყენება ინფორმაციულ ფონდში დაგროვებული მონაცემები, ხოლო მეორე შემთხვევაში - ტიპოლოგიური ამორჩევები.

ექსპერტული შეფასებების მეთოდი

იგი გამოიყენება სხვადასხვა ზომით მთელი ანალიზის განმავლობაში და იძლევა საშუალებას განვაზოგადოთ და გავითვალისწინოთ ექსპერტების აზრი გამოსაკვლევი პრობლემის შესახებ. ეს მეთოდი შეუცვლელია ეკონომიკური ანალიზის შედეგების ინტერპრეტაციის დროს. ნაშრომის მიზნებიდან გამომდინარე აღნიშნულ მეთოდს განვიხილავთ უფრო დაწვრილებით.

ფაქტორული ანალიზის მეთოდი

იგი გულისხმობს ყოველი ფაქტორის წილი შედეგის მთლიან ცვლილებაში გამოვლენას. ეს მეთოდი შეუცვლელია ეკონომიკური მაჩვენებლის ცვლილების მიზეზების შეფასებისას [5,8,32]. ფაქტორული ანალიზის შედარებით ხშირად გამოყენებადი წესებია: ჯაჭვური ჩასმების, აბსოლუტური და ფარდობითი სხვაობების. ფაქტორული ანალიზი გამოიყენება წინასწარი ანალიზის ეტაპზე. ეს არის მარტივი გამოთვლები ადიტიური მოდელის საფუძველზე. ნაშრომის მიზნებიდან გამომდინარე ფაქტორულ ანალიზის მისი ძირითადი წესების დანიშნულებას და გამოყენების სფეროებს განვიხილავთ ამავე თავში ცოტა ქვემოთ.

კორელაციურ-რეგრესული ანალიზის მეთოდი

მეთოდი საშუალებას იძლევა დადგინდეს კავშირების სიძლიერის ხარისხი, გამოსაკვლევი სტოქასტიკური დამოკიდებულებებით გამოსახულ ნიშნებს და მაჩვენებლების ერთობლიობას შორის. აღნიშნული მეთოდი გამოიყენება მაჩვენებლებს შორის ალბათური კავშირების შესწავლის დროს.

ზოგიერთ შემთხვევაში კორელაციურ-რეგრესული მოდელები გამოიყენება მზა ფორმით. მაგალითად, ორგანიზაციის გაკოტრების ალბათობის ანალიზის პროცესში (ალტმანის წესი). კორელაციურ-რეგრესულ ანალიზს და მის ზოგიერთ მოდელს უფრო დაწვრილებით განვიხილავთ მესამე თავში.

ანალიზის მეთოდები, ანალიზის განსხვავებულ სახეებთან ურთიერთკავშირში მოყვანილია ცხრილი 1.3-ში.

ცხრილი 1.3. ეკონომიკური ანალიზის მეთოდები

ეკონომიკური ანალიზის სახე	ეკონომიკური ანალიზის მეთოდი
ბუღალტრული ანგარიშების ფორმების შესაბამისობის და შეთანხმებულობის	შედარების მეთოდი
ორგანიზაციის ექსპრეს-ანალიზი	კოეფიციენტთა მეთოდი, შეფასების მეთოდი, ჰორიზონტალური ანალიზი. ექსპერტული მეთოდი
აგრეგირებული ბალანსის და მოგება-ზარალის ანგარიშის	კოეფიციენტთა მეთოდი, ჰორიზონტალური ანალიზი, ვერტიკალური ანალიზი, ადიტიური მოდელების ფაქტორული ანალიზი ჯაჭვური ჩასმის მეთოდით
ორგანიზაციის გადახდისუნარიანობის, ლიკვიდურობის და ფინანსური მდგრადობის	კოეფიციენტთა მეთოდი
საკუთარი კაპიტალის წმინდა აქტივების ღირებულების	კოეფიციენტთა მეთოდი, ფაქტორული ანალიზი ადიტიურ მოდელებში, ჯაჭვური ჩასმების მეთოდით
ნასესხები კაპიტალის	კოეფიციენტთა მეთოდი, ფაქტორული ანალიზი ადიტიურ მოდელებში, ჯაჭვური ჩასმების მეთოდით
მოგების და რენტაბელობის	კოეფიციენტების მეთოდი, ჯაჭვური ჩასმების წესი, შერეული მოდელები აბსოლუტური სხვაობის მეთოდი,

	მულტიპლიკაციური მოდელი ფარდობითი სხვაობის მეთოდით
ფულადი სახსრების მოძრაობის (პირდაპირი მეთოდი)	კოეფიციენტების მეთოდი
ფულადი სახსრების მოძრაობის (ირიბი მეთოდი)	ბალანსის მეთოდი, შედარების მეთოდი
საქმიანი აქტივობის	კოეფიციენტების მეთოდი
არაბრუნვადი აქტივების	კოეფიციენტების მეთოდი, ჯაჭვური ჩასმების მეთოდი
ძირითადი საშუალებების	კოეფიციენტების მეთოდი, ჯაჭვური ჩასმების მეთოდი
საბრუნავი აქტივების	კოეფიციენტების მეთოდი, ჯაჭვური ჩასმების მეთოდი
შრომის და ხელფასის	კოეფიციენტების მეთოდი
ფინანსური დაბანდებების	ექსპერტული შეფასების მეთოდი, კოეფიციენტების მეთოდი
მარკეტინგული	ექსპერტული შეფასების მეთოდი, კოეფიციენტების მეთოდი
გაკოტრების ალბათობის	კოეფიციენტების, კორელაციურ- რეგრესული ანალიზის მეთოდი
ორგანიზაციის კრედიტუნარიანობის	კოეფიციენტების მეთოდი
პროგნოზული	ექსპერტული შეფასების, სიტუაციური ანალიზის და პროგნოზირების მეთოდი
ორგანიზაციის ღირებულების შეფასება	ექსპერტული შეფასების მეთოდი, სიტუაციური ანალიზის და პროგნოზირების მეთოდი

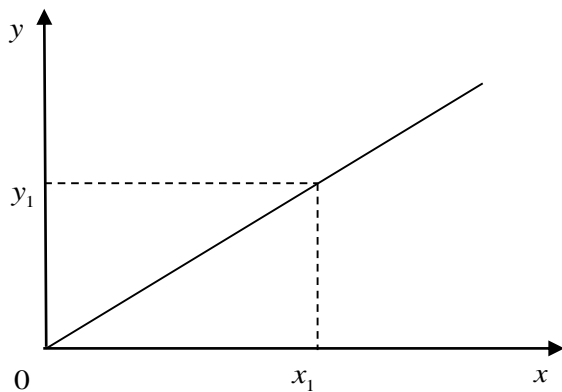
როგორც ცხრილი 1.3-დან ჩანს ეკონომიკური ანალიზის პროცესში დიდი გამოყენება და პრაქტიკული დანიშნულება აქვს ფაქტორულ ანალიზს, რომელსაც ძირითადად ეფუძნება დიაგნოსტიკის საშუალებები და წესები. ამიტომ მნიშვნელოვნად მიგვაჩნია ფაქტორული ანალიზის და მის შესაბამის მოდელების განხილვა (დეტერმინირებულ ფაქტორულ ანალიზის).

§ 1.5. დეტერმინირებული ფაქტორული ანალიზი

ფაქტორული ანალიზის იდეა შემდეგია: გავშალოთ მარეზულტირებელი y პარამეტრი (ცვლადი)დამოუკიდებელ კომპონენტებად, რომელთაგან თითოეული ახასიათებს ამათუიმ x_i ფაქტორის გავლენას, ან რიგი ფაქტორების ურთიერთქმედებას: $\Delta y = \Delta y(x_1) + \Delta y(x_2) + \dots + \Delta y(x_n)$. მაგალითად, საწარმოში

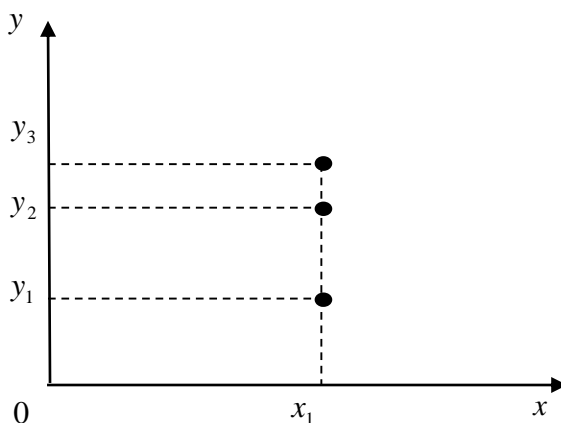
პირველ კვარტალთან შედარებით იცვლება დარიცხული ხელფასის სიდიდე $\Delta\phi$ იმიტომ, რომ შეიცვალა თანამშრომელთა რაოდენობა და საშუალო თვიური ხელფასი. ფაქტორულმა ანალიზმა პასუხი უნდა გასცეს კითხვას: როგორ გავლენას ახდენს ხელფასის ფონდზე თანამშრომელთა რაოდენობის ცვლილება და როგორს საშუალო თვიური ხელფასი? ფაქტორულ სისტემებში გამოსაკვლევი მაჩვენებლის ურთიერთკავშირი ფაქტორებთან მოიცემა კონკრეტული მათემატიკური განტოლების სახით.

ფაქტორულ ანალიზში განასხვავებენ: დეტერმინირებულ მოდელებს (სქემა 1.5) და სტოქასტიკურ მოდელებს, როცა დამოკიდებულება ასახავს გარკვეულ სტატისტიკურ დამოკიდებულებას (სქემა 1.6).



სქემა 1.5. დეტერმინირებული კავშირი ფაქტორს და შედეგს შორის

დეტერმინირებული ფაქტორული ანალიზი არის იმ ფაქტორების გავლენის კვლევის მეთოდიკას, რომელთა კავშირებსაც შედეგის მაჩვენებელთან აქვს ფუნქციონალური ხასიათი (სქემა 1.5), ანუ შედეგის მაჩვენებელი შეიძლება წარმოდგენილი იყოს მაჩვენებლების ნამრავლის, გაყოფის ან ალგებრული ჯამის სახით, რომლებიც ითვლებიან მოდელის ფაქტორებად [5,15,17,25].



სქემა 1.6. სტოქასტიკური კავშირი ფაქტორს და შედეგს შორის

დეტერმინირებული ფაქტორული სისტემების მოდელირების დროს უნდა შესრულდეს რიგი მოთხოვნები:

1. მოდელში ჩართულ ფაქტორებს და თვითონ მოდელს უნდა ქონდეთ გამოკვეთილად გამოსახული, რეალურად არსებული სახე და არ უნდა მონაწილეობდნენ აბსტრაქტული სიდიდეები ან მოვლენები;
2. სისტემაში შემავალი ფაქტორები უნდა იყვნენ არა მარტო აუცილებელი ელემენტები, არამედ მიზეზ-შედეგობრივ კავშირში უნდა იყვნენ შესასწავლ მაჩვენებელთან.
3. ფაქტორული მოდელის ყველა მაჩვენებელი უნდა იყოს გაზომვადი;

დეტერმინირებული ფაქტორული ანალიზის მიმდევრობა შემდეგია:

1. განისაზღვრება (იგება) ეკონომიკურად დასაბუთებული დეტერმინირებული ფაქტორული მოდელი;
2. აირჩევა ანალიზის წესი;
3. ხდება გამოთვლების პროცედურები;
4. ხდება დასკვნების ფორმულირება.

ასე, რომ ჯერ ლოგიკური ანალიზის საფუძველზე უნდა აიგოს მოდელი.

1.5.1. დეტერმინირებული მოდელების ტიპები

ყველა დეტერმინირებული მოდელი შეიძლება დავიყვანოთ 4 ტიპამდე: ადითიური; მულტიპლექსური; ჯერადი და შერეული.

ადითური მოდელი ეს არის მაჩვენებლების ალგებრული ჯამი და აქვს შემ-

დეგი სახის მათემატიკური ინტერპრეტაცია: $y = \sum_i x_i$.

მაგალითის სახით განვიხილოთ ეკონომიკური ელემენტებისთვის თვითღირებულების დათვლის მოდელი: $C = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4$, სადაც Z_1 - არის მატერიალური დანახარჯები; Z_2 - დანახარჯები შრომის ანაზღაურებაზე; Z_3 - ამორტიზაცია; Z_4 - სხვა დანახარჯები.

მულტიპლექსური მოდელი წარმოადგენს ფაქტორების ნამრავლს. მისი ზოგადი სახე არის: $y = \prod_{i=1}^n x_i = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$. მულტიპლიკაციური მოდელის მაგალითია - წარმოებული პროდუქციის მოცულობის დათვლის ორ ფაქტორიანი მოდელი: $N_{c.pr} = C \cdot P$, სადაც C - თანამშრომელთა საშუალო წლიური რაოდენობა; P - გამომუშავება ერთ თანამშრომელზე.

ჯერადი მოდელები წარმოადგენენ ფაქტორების შეფარდებას და აქვთ სახე: $y = x_1 / x_2$ ან $y = \sum x_i / x_n$.

მაგალითად: $T_{sabr} = Z_{saq} / h_{real}$, სადაც T_{sabr} - საქონლის ბრუნვის ვადა; Z_{saq} - საქონლის საშუალო მარაგი; h_{real} - დღიური რეალიზაციის მოცულობა.

შერეული მოდელები წარმოადგენენ ჩამოთვლილი მოდელების კომბინაციას და შეიძლება აღწერილ იქნას შემდეგი გამოსახულებებით:

$y = (x_1 + x_2) / x_3$; $y = x_1 / (x_2 + x_3)$ და $y = x_1 \cdot x_2 / x_3$; $y = (x_1 + x_2) / x_4 \cdot x_3$.

შერეული მოდელის მაგალითია: $R_{car.sash} = \frac{R_{gak}}{F_{fond} + K_{damag}}$, სადაც $R_{car.sash}$ - არის წარმოების საშუალებების რენტაბელობა; R_{gak} - გაყიდვების რენტაბელობა;

F_{fond} - ძირითადი საშუალებების ფონდ შემცველობა; K_{damag} - საბრუნავი საშუალებების დამაგრების კოეფიციენტი.

1.5.2. ფაქტორების გავლენის შეფასების წესები დეტერმინირებულ ფაქტორულ ანალიზში

ზოგადი სახით დეტერმინირებული მოდელი შეიძლება წარმოვიდგინოთ

ფუნქციით: $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, რომლის ამოცანაა, ყოველი ფაქტორის განსაზღვრა, ან შედეგის მაჩვენებელზე მათი გავლენის რაოდენობრივი შეფასება (ცხრილი 1.4) [3,5,37]. ცხრილი 1.4-ში წარმოდგენილია დეტერმინირებული ფაქტორული ანალიზის ძირითადი მეთოდები, მათი უპირატესობები და ნაკლოვანებები ფაქტორების განსხვავებული რაოდენობის დროს.

ცხრილი 1.4. დეტერმინირებული ფაქტორული ანალიზის მახასიათებლები

მეთოდი	უპირატესობები	ნაკლოვანებები	ფაქტორების რიცხვი	მოდელების ტიპები
ჯაჭვური ჩასმის	უნივერსალურობა	არაგანშლადი ნარჩენის არსებობა. აუცილებელია ჩასმების თანამიმდევრობის განსაზღვრა	ორი და მეტი	ად., მულტ., ჯერ., შერ.
აბსოლუტური სხვაობების	ჯაჭვური ჩასმის მეთოდთან შედარებით მცირდება გამოთვლების მოცულობა	არაგანშლადი ნარჩენის არსებობა. აუცილებელია ჩასმების თანამიმდევრობის განსაზღვრა	ორი და მეტი	ად., მულტ.
ფარდობითი სხვაობების	ჯაჭვური ჩასმის მეთოდთან შედარებით მცირდება გამოთვლების მოცულობა	არაგანშლადი ნარჩენის არსებობა. აუცილებელია ჩასმების თანამიმდევრობის განსაზღვრა	ორი და მეტი	მულტ.
ინდექსური	რთული სტატისტიკური ერთობლიობების შესასწავლად	არაგანშლადი ნარჩენის არსებობა. გამოყენების შეზღუდული არე	ორი და მეტი	მულტ., ჯერ.
ლოგარითმული	ფაქტორების გავლენის სრულად განსაზღვრა	გამოყენების შეზღუდული არე	ორი და მეტი	მულტ., ჯერ.
ინტეგრალური	უნივერსალურობა, ფაქტორების გავლენის სრულად განსაზღვრის შესაძლებლობა	მათემატიკური აპარატის სირთულე. კომპიუტერის აუცილებლობა	ორი და მეტი	მულტ., ჯერ., შერ.

სადაც ადიტ.- ადიტიურია; მულტ.- მულტიპლექსურია; ჯერ. - ჯერადაია; შერ. - შერეულია.

ჩვენ განვიხილავთ ცხრილი 1.4-ში მოცემულ 1, 2, 4 და 5 მეთოდებს. სხვა მეთოდები დაწვრილებით წარმოდგენილია ნაშრომებში [5,14,15,70].

ჯაჭვური ჩასმის მეთოდი. ამ მეთოდში განისაზღვრება შედეგის მაჩვენებლის სხვადასხვა შუალედური მნიშვნელობა, როცა ხდება ბაზისური ფაქტორების საანგარიშო ფაქტორებით თანმიმდევრული შეცვლა. შუალედური ცვლილებების სხვაობა ტოლია შედეგის მაჩვენებლის ცვლილებისა (შეცვლილი ფაქტორის მიხედვით). შედეგის $\Delta y = y_1 - y_0$ საბოლოო ცვლილება მიიღება შედეგის მაჩვენებლის ცვლილებების ჯამით, ყოველი ფაქტორის ცვლილების შესაბამისად, როცა სხვა ფაქტორები ფიქსირებულია. ე.ი.
$$\Delta y = \sum_i \Delta y(x_i).$$

მეთოდის პრაქტიკული დანიშნულება შეიძლება ვანახოთ სამ ფაქტორიანი მოდელის გადაწყვეტის მაგალითზე:

ამოცანა: განვსაზღვროთ გამოშვებული პროდუქციის მოცულობის ცვლილება ისეთი ფაქტორების ცვლილების მიხედვით როგორცაა თანამშრომელთა საშუალო რაოდენობა - (C), ერთი თანამშრომლის ნამუშევარი დრო - (t), და საშუალო საათობრივი გამომუშავება - (V). ამოსავალი მოდელი: $N = C \cdot t \cdot V$, მოდელის ტიპი - მულტიპლექსური.

ამოცანის ამოხსნისათვის, ჯაჭვური ჩასმის მეთოდით, ან მისგან მიღებული მეთოდებით საჭიროა გამოვიყენოთ ელიმინირების წესი. (რომელიმე ფაქტორის შეცვლის, გამორიცხვის პროცესი).

ცხრილი 1.5. ამოცანის მოცემულობა

მაჩვენებელი	ბაზისური პერიოდი (0)	საანგარიშო პერიოდი (1)	აბსოლუტური ცვლილება	ფარდობითი ნაზარდი %
ფაქტორი: -თანამშრომელთა საშუალო წლიური რაოდენობა (ადამიანი) (C)	15	16	1	6,6

- ერთი თანამშრომლის ნამუშევარი დრო (საათი) (t)	1600	1682	82	4,9
- საშუალო საათობრივი გამომუშავება (ლარი) (V)	0,2	0,22	0,02	10
შედეგი: პროდუქციის გამომშვების მოცულობა (ლარი)(N)	4800	5920	1120	23,3

შედეგის მაჩვენებელზე ყოველი ფაქტორის გავლენის შეფასების დროს ვგულისხმობთ, რომ დანარჩენი ფაქტორები უცვლელია. ისინი შედეგის მაჩვენებელზე არ მოქმედებენ. ეს ნიშნავს, რომ საწყის მოდელში ხდება ფაქტორების ბაზისური მნიშვნელობების თანმიმდევრული შეცვლა მიმდინარე მნიშვნელობებით. ამოცანის მოცემულობა წარმოდგენილია ცხრილი 1.5-ში.

სამი ფაქტორის გავლენის დასათვლელად, გამოვიყენოთ ოთხი მაჩვენებელი:

N_0 - ბაზისური მნიშვნელობა; N' , N'' - შუალედური მნიშვნელობები; N_1 - ფაქტიური მნიშვნელობა; $N_0 = C_0 \cdot t_0 \cdot V_0 = 4800$ ლ ბაზისური სიდიდე.

1. განვსაზღვროთ C -ს ცვლილებების გავლენა პროდუქციის მოცულობაზე:

$$N' = C_1 \cdot t_0 \cdot V_0 = 16 \cdot 1600 \cdot 0.2 = 5120 \text{ ლ.}$$

გამომშვებული პროდუქციის მოცულობა იყო $N_0 = 4800$ ლ. რიცხოვნობის შეცვლით მივიღეთ $N = 5.120$ ლ. ვუშვებთ, რომ მოცულობის ცვლილება გამოიწვია რიცხოვნობის ცვლილებამ. მოცულობის ცვლილება ამ შემთხვევაში: $\Delta N(C) = N - N_0 = 5120 - 4800 = 320$ ლ.

2. განვსაზღვროთ თანამშრომლის ნამუშევარი დროის გავლენა გამოშვებული პროდუქციის მოცულობაზე.

ელიმინირების გამოყენებით მივიღებთ პროდუქციის მოცულობის მეორე შუალედურ მნიშვნელობას: $N'' = C_1 \cdot t_1 \cdot V_0 = 16 \cdot 1682 \cdot 0.2 = 5382$ ლ.

ანალოგიური მსჯელობით მივიღებთ გამოშვებული მოცულობის ცვლილებას, ნამუშევარი დროის ცვლილების მიხედვით:

$$\Delta N(t) = N'' - N' = 5382 - 5120 = 262 \text{ ლ.}$$

3. განვსაზღვროთ საშუალო გამომუშავების ცვლილების გავლენა გამოშვებული პროდუქციის მოცულობაზე. გამოშვების მოცულობის მესამე შუალედური მნიშვნელობა: $N''' = N_1 = C_1 \cdot t_1 \cdot V_1 = 16 \cdot 1682 \cdot 0.22 = 5920 \text{ ლ.}$

მოცულობის ცვლილება საშუალო გამომუშავების ცვლილების დროს შემდეგია: $\Delta N(V) = N''' - N'' = 5920 - 5382 = 538 \text{ ლ.}$

შევამოწმოთ ჩატარებული გამოთვლები ბალანსის მეთოდის გამოყენებით. ფაქტორების ჯამური გავლენა გამოშვებული პროდუქციის მოცულობის ცვლილებაზე შეადგენს: $\Delta N = 320 + 262 + 538 = 1120 \text{ ლ, რომელიც შეესაბამება შედეგის აბსოლუტურ ცვლილებას:}$

$$\Delta N = N_1 - N_0 = 5920 - 4800 = 1120 \text{ ლ,}$$

ე.ი. გამოთვლები ჩატარებულია სწორად.

ამის შემდეგ უნდა მოხდეს მიღებული შედეგის ანალიზი. შედარდეს შედეგები და გაკეთდეს შესაბამისი დასკვნები. გაანალიზდეს ის ნარჩენი, რომელიც არ ექვემდებარება გაშლას (ცხრილი 1.6).

ცხრილი 1.6. ფაქტორების გავლენა გამოშვების მოცულობაზე

ფაქტორი	გავლენის ზომა (ლარი)	ხვედრით წილი გავლენის (%)
საშუალო წლიური რაოდენობა - C	320	29
ნამუშევარი დრო	262	23
საშუალო საათობრივი გამომუშავება	538	48
ჯამური	1120	100

დასკვნები: გამოშვებული პროდუქციის მოცულობა საანგარიშო პერიოდში საბაზისოსთან შედარებით გაიზარდა 1120ლარით, მათ შორის:

- C -ს ცვლილების შედეგად 320 ლარით, ამან გამოიწვია მოცულობის გაზრდა 29%-ით;
- t -ს ცვლილების შედეგად 262 ლარით, რამაც გამოიწვია მოცულობის

გაზრდა 23%-ით;

- V -ს გაზრდის შედეგად 538 ლარით, რამაც უზრუნველყო მოცულობის გაზრდა 48%-ით.

ჯაჭვური ჩასმის მეთოდის ნაკლოვანებად ჩავთვალოთ ნარჩენის არსებობა, რომელიც არ იშლება და ჩასმების თანმიმდევრობის დადგენა.

შევეცადოთ გავერკვეთ ამ ნაკლოვანებებში. ჩასმების (შუალედური გამოთვლების) თანმიმდევრობის ცვლილება იძლევა გამოთვლების სხვა შედეგებს. თუ მოდელს წარმოვადგენთ ასეთი სახით: $N = V \cdot C \cdot t$, მაშინ $N' = V_1 \cdot C_0 \cdot t_0 = 0.22 \cdot 15 \cdot 1600 = 5280$ ლ. და $\Delta N(V) = 5280 - 4800 = 480$ ლ.

რაც შედეგად გვაძლევს განსხვავებას - 58ლ. (538ლ.-480ლ.).

(1.1) ფორმულით მიღებულ შედეგთან შედარებით. მიღებულ სხვაობას უწოდებენ ნარჩენს, რომელიც არ იშლება (არაგანშლადი ნარჩენი).

არაგანშლადი ნარჩენი მიიღება იმ თანამამრავლთა მნიშვნელობის განსხვავებულობის გამო, რომლებიც ფიგურირებენ N' -ის გამოთვლაში, და როცა იცვლება შუალედური გამოთვლების თანმიმდევრობა.

გამოთვლების შედეგების ერთმნიშვნელოვნობისთვის (ცალსახობისათვის) მიღებულია მეთოდის გამოყენების შემდეგი წესები:

1. განისაზღვრება შედეგის ფაქტორული მაჩვენებლები;
2. დგინდება ფაქტორული სისტემის მოდელი. განისაზღვრება ტიპი;
3. ხდება ფაქტორული მაჩვენებლების კლასიფიკაცია რაოდენობრივ და ხარისხობრივ, მთავარ და მეორეხარისხოვან ფაქტორებად;
4. ფაქტორული მოდელის შედგენის დროს ჯერ რაოდენობრივი ფაქტორებია, შემდეგ ხარისხობრივი; რამდენიმეს შემთხვევაში ისმევა ჯერ მთავარი, ხოლო შემდეგ მასზე დამოკიდებული ფაქტორები.

აბსოლუტური სხვაობების მეთოდი

შედეგზე, ცალკეული ფაქტორების გავლენის დათვლის ალგორითმი შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოვყალიბოთ: ცალკეული ფაქტორების გავლენა დაითვლება შესასწავლი ფაქტორის აბსოლუტური ცვლილების გამრავლებით, სხვა ფაქტორების ბაზისურ ან ფაქტიურ მნიშვნელობებზე, ჩასმების არჩეული თანმიმდევრობის შესაბამისად. დათვლების ალგორითმი გამომდინარეობს ჯაჭვური ჩასმების წესიდან, გამოთვლების პროცედურების შემცირების შესამცირებლად (შესაკვეცად).

წინა ამოცანის მიღებული ამონახსნიდან:

$$\Delta N(C) = C_1 \cdot t_0 \cdot V_0 - C_0 \cdot t_0 \cdot V_0 = (C_1 - C_0) \cdot t_0 \cdot V_0 = \Delta C \cdot t_0 \cdot V_0 = 1 \cdot 1600 \cdot 0.2 = 320 \text{ ლ}$$

$$\Delta N(t) = C_1 \cdot t_0 \cdot V_0 - C_1 \cdot t_1 \cdot V_0 = (t_1 - t_0) \cdot C_1 \cdot V_0 = \Delta t \cdot C_1 \cdot V_0 = 82 \cdot 16 \cdot 0.2 = 262 \text{ ლ}$$

$$\Delta N(V) = C_1 \cdot t_1 \cdot V_1 - C_1 \cdot t_1 \cdot V_0 = (V_1 - V_0) \cdot C_1 \cdot t_1 = \Delta V \cdot C_1 \cdot t_1 = 0.02 \cdot 16 \cdot 1682 = 538 \text{ ლ}$$

გამოთვლების შედეგები დაემთხვა ჯაჭვური ჩასმის წესით მიღებულ შედეგებს, თუმცა გამოთვლების პროცედურები შეიკვეცა.

ლოგარითმული მეთოდი

დაფუძნებულია ლოგარითმული ფუნქციის თვისებაზე: იგულისხმება ჯამის და სხვაობის ლოგარითმის თვისებები. განხილული ამოცანისთვის:

$$N = C \cdot t \cdot v ; \ln N_0 = \ln C_1 + \ln t_0 + \ln v_0 ; \ln N_1 = \ln C_1 + \ln t_1 + \ln v_1 ; \Delta N = N_1 - N_0 ;$$

$$\ln N_1 - \ln N_0 = (\ln C_1 - \ln C_0) + (\ln t_1 - \ln t_0) + (\ln v_1 - \ln v_0) ;$$

$$\Delta(\ln N_1 - \ln N_0) = \ln N_1 - \ln N_0 = \ln \frac{N_1}{N_0} ; \ln \frac{N_1}{N_0} = \ln \frac{C_1}{C_0} + \ln \frac{t_1}{t_0} + \ln \frac{v_1}{v_0} ;$$

$$\text{თუ ჩავსვამთ რიცხვით მნიშვნელობებს: } \ln \frac{5920}{4800} = \ln \frac{16}{15} + \ln \frac{1680}{1600} + \ln \frac{0.22}{0.2} .$$

გალოგარითმების შემდეგ მივიღებთ: $0,209=0,064+0,049+0,095$. $0,209$ უკვე არის შედეგის (1120ლ) 100%-იანი ჯამური ცვლილება. მათ შორის $0,64$ - არის $3,6\%$, 1120 ლარიდან, ანუ 342 ლარი; $0,049$ - არის $23,9\%$, ანუ 268 ლარი; $0,95$ -

არის 45,5%, ანუ 510 ლარი. მიღებული შედეგები განსხვავდება წინა მეთოდის შედეგებისგან. შედეგების ცვლილება გამოიწვია არაგანშლადი ნარჩენის გაშლამ ფაქტორებად. თანაც თანამამრავლების ადგილების შეცვლამ, მულტიპლექსურ მოდელებში შედეგი არ შეცვალა.

§1.6. ანალიტიკური მაჩვენებლების სისტემის დამუშავება და გამოყენება

ნებისმიერი ეკონომიკური ერთეულის (ფორმა, პროცესი, მოვლენა) საქმიანობის ანალიზი თავისი ფორმით, ძირითადად წარმოადგენს მაჩვენებლების ანალიზს. „მაჩვენებლების სისტემა“ ფართოდაა გავრცელებული ეკონომიკურ ანალიზში. მაჩვენებლების სისტემის ქვეშ, რომლებიც ახასიათებენ გარკვეულ ეკონომიკურ ერთეულს, გვესმის სიდიდეების ერთობლიობა რომლებიც ყოველ მხრივ ასახავენ ასეთი ერთეულის მდგომარეობას და განვითარების მიმართულებებს. მაჩვენებელთა სისტემის პრაქტიკაში გამოყენებისთვის დამუშავებულია რიგი მოთხოვნები [5,6]: მაჩვენებლების სისტემის მიერ შეფასების ობიექტისთვის აუცილებელი სპექტრის დაფარვა, ამ მაჩვენებლების ურთიერთკავშირი, ერთი ჯგუფი მაჩვენებლების საშუალებით სხვების ლოგიკური ფორმირება. მეორე მოთხოვნა ითვალისწინებს შინაარსობრივ, სისტემის შემადგენლობის შიდა ურთიერთკავშირებს. ეს ნიშნავს, რომ მაჩვენებელთა სისტემის არსებობისთვის უნდა არსებობდეს, რაღაც საფუძველი, „მაორგანიზებელი საწყისი“, რომელიც გააერთიანებს მაჩვენებლებს. მნიშვნელოვანია ფორმალური ურთიერთკავშირების დადგენაც.

მთლიანობაში: რამდენი ცალკეული მაჩვენებელიც არ უნდა განვსაზღვროთ, შინაარსობრივი და ფორმალური ურთიერთკავშირების დაუდგენლად ისინი არ გახდებიან მაჩვენებელთა სისტემა. მაჩვენებელთა სისტემის ფორმირებისთვის აუცილებელია ვიხელმძღვანელოთ რიგი პრინციპებით: მაჩვენებელთა სისტემის ხისმაგვარი სტრუქტურის არსებობა; აბსოლუტური და ფარდობითი მაჩვენებლების შესაბამისობის პრინციპი; დასაშვები მულტიკოლინეალურობა; გამოხატულების ადეკვატურობა.

ხისმაგვარი სტრუქტურის პრინციპი მჭიდრო კავშირშია მაჩვენებელთა

ურთიერთკავშირის პრინციპთან. ის გულისხმობს სისტემაში ინტეგრაციის სხვადასხვა ხარისხის ცალკეული და განზოგადებული მაჩვენებლების არსებობას. თანაც ისინი დაკავშირებული უნდა იყვნენ როგორც ლოგიკური, ასევე ფორმალური კავშირებით. სხვა სიტყვებით ცალკეული მაჩვენებლების ერთობლიობაზე გარკვეული მათემატიკური ოპერაციების მოქმედებით უნდა მოხდეს მათი გაერთიანება ერთ ან რამდენიმე განზოგადებულ მაჩვენებლად (ინტეგრალური მაჩვენებელი).

ამ პრინციპს აქვს განსაკუთრებული მნიშვნელობა, როცა იგება სისტემა, რომელიც მოიცავს ცალკეული მაჩვენებლების საკმაოდ დიდ ნაკრებს. მათი ინტეგრაციის საშუალებით ვღებულობთ შესასწავლი მოვლენის, პროცესის კომპლექსურ განზოგადოებულ მახასიათებელს.

განზოგადებული მაჩვენებლის დამუშავება საკმაოდ ძნელია, რადგანაც ცხადად არ ჩანს ცალკეული მაჩვენებლები და მათ შორის კავშირები. სხვა პრინციპებზე ყურადღებას აღარ შევაჩერებთ, ისინი დაწვრილებითაა განხილული სხვადასხვა ნაშრომში [3,5,15,17].

თავისი შინაარსით მაჩვენებლები იყოფა რაოდენობრივ და ხარისხობრივ მაჩვენებლად. რაოდენობრივ მაჩვენებლებს მიეკუთვნება მაგალითად, დამზადებული პროდუქციის მოცულობა, თანამშრომელთა რაოდენობა, მოგება და ა.შ. ხარისხობრივი მაჩვენებლები გვიჩვენებენ შესასწავლი ობიექტების არსებით თავისებურებებს და თვისებებს. მაგალითად შრომის მწარმოებლურობა, თვითღირებულება, რენტაბელობა და ა.შ.

სინთეზის ხარისხის მიხედვით მაჩვენებლები იყოფა განზოგადებულ, კერძო და დამხმარე მაჩვენებლებად. განზოგადებული მაჩვენებლები გამოიყენება რთული ეკონომიკური მოვლენის, პროცესის მახასიათებლების განზოგადებისთვის. მაგალითად: შრომის მწარმოებლურობის განზოგადებული მაჩვენებლებია: პროდუქციის საშუალო დღიური, საშუალო წლიური და ა.შ. გამომუშავება ერთი მუშის მიერ. კერძო მაჩვენებლები ასახავენ შესასწავლი

მოვლენის, პროცესების ცალკეულ ელემენტებს. **დამხმარე** მაჩვენებლები გამოიყენება ანალიზის ობიექტის შედარებით სრული დახასიათებისთვის. შემაღვენლობის მიხედვით განასხვავებენ ცალკეულ და ინტეგრალურ მაჩვენებლებს. მაჩვენებლები ასევე იყოფა აბსოლუტურ და ფარდობით მაჩვენებლებად: **აბსოლუტურ** მაჩვენებლებს აქვთ თავისი განზომილება. **ფარდობითი** მაჩვენებლები კი წარმოადგენენ ორი აბსოლუტური მაჩვენებლის შეფარდებას და გამოსახება პროცენტებში, კოეფიციენტებით ან ინდექსებით.

§ 1.7. ეკონომიკურ-მათემატიკური მეთოდების ანალიზი და გამოყენება ეკონომიკური პროცესების კვლევაში

1.7.1. ანალიზის მათემატიკური მეთოდების ზოგადი მახასიათებლები

მათემატიკური მეთოდების გამოყენება ეკონომიკურ სისტემებში წარმოადგენს ანალიზის და კვლევების სრულყოფის მნიშვნელოვან მიმართულებას, ამდლებს ფირმების და მისი შემადგენლების ანალიზის ეფექტურობას. ეფექტურობა ძირითადად მიიღწევა: ანალიზის და კვლევების ვადების შემცირების ხარჯზე; შედეგებზე მოქმედი უფრო მეტი ფაქტორის გათვალისწინებით; შედარებით გამარტივებული და მიახლოებითი გამოთვლების ჩანაცვლებით, უფრო ზუსტი გამოთვლებით და ქმედებებით; ახალი მრავალგანზომილებიანი ამოცანების დასმით და ა.შ. [3,8,15,34,70].

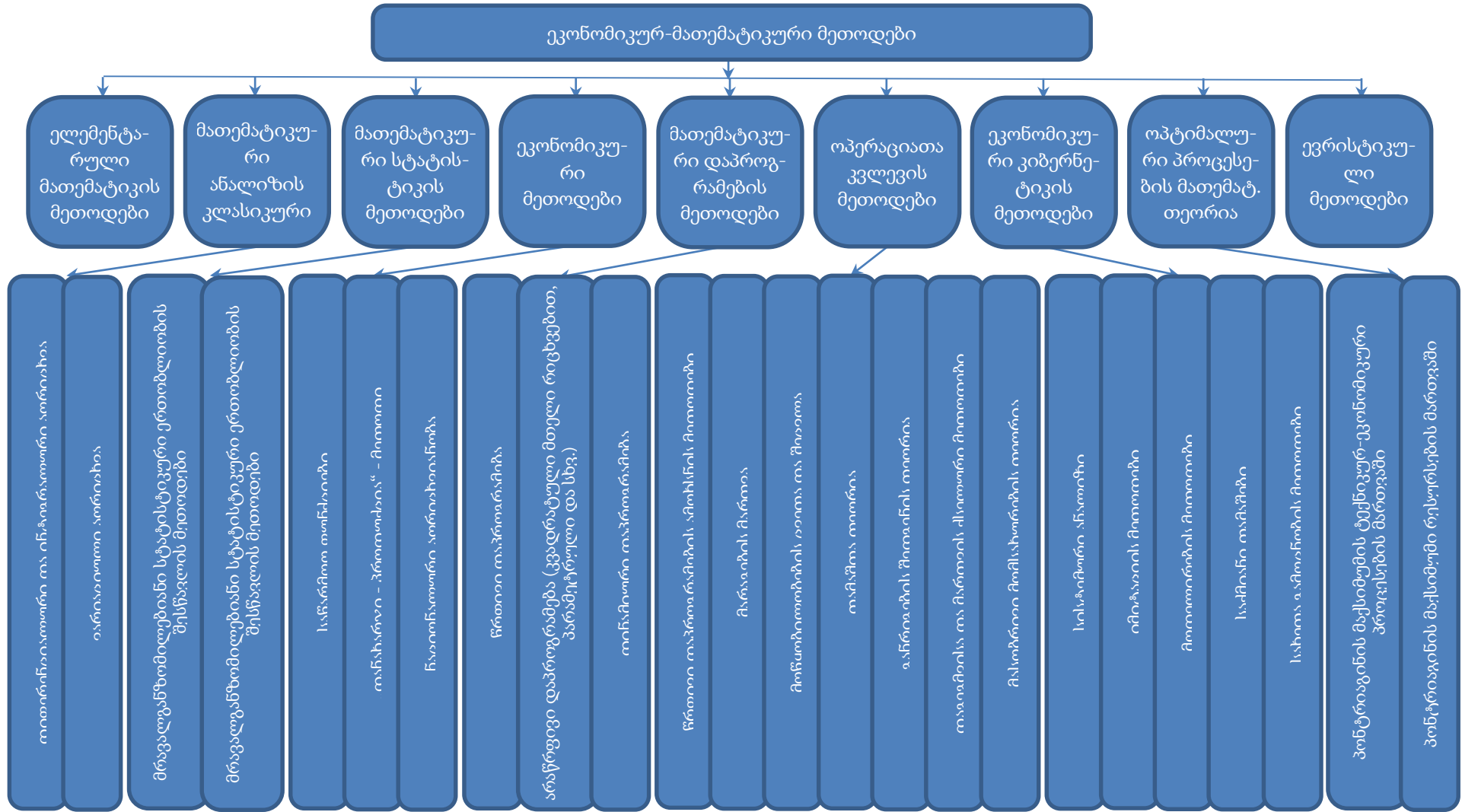
ეკონომიკაში მათემატიკური მეთოდების გამოყენება მოითხოვს:

1. კვლევებში სისტემური მიდგომის გამოყენებას, ფირმის საქმიანობის ყველა არსებითი ურთიერთკავშირის გათვალისწინებას;
2. ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელების კომპლექსის დამუშავებას, რომლებიც ასახავენ ეკონომიკური პროცესების და ამოცანების რაოდენობრივ მახასიათებლებს;
3. ფირმის ფუნქციონირებისთვის საჭირო ეკონომიკური ინფორმაციული სისტემის სრულყოფას;
4. ტექნიკური საშუალებების (მათ შორის კომპიუტერული უზრუნველყოფის) არსებობას, ეკონომიკური ინფორმაციის შენახვის, დამუშავების და

გადაცემის მიზნით;

5. საქმიანობის კომპიუტერულ ანალიზს და მის ორგანიზებას. მართვის სისტემაში ანალიზის პროგრამული უზრუნველყოფის ფორმირებას;

წინა პარაგრაფებში ფორმულირებული ეკონომიკური ამოცანები, გარდა ცხრილი 1.3-ში გამოყენებული მეთოდებისა, შეიძლება გადაწყდეს ერთერთი უკვე დამუშავებული მეთოდით სქემა 1.7-დან. სქემა 1.7-ზე წარმოდგენილია ძირითადი მათემატიკური მეთოდების სამაგალითო სქემა, რომელთა პრაქტიკული გამოყენების კუთხით ფირმის ეკონომიკურ ანალიზში, მიმდინარეობს უწყვეტი სამუშაოები. შეიძლება ითქვას, რომ სქემა წარმოვადგინეთ სამაგალითოდ და კლასიფიკაციის ნიშნებიც შეიძლება პირობითად ჩავთვალოთ.



სქემა 1.7. ეკონომიკურ-მათემატიკური მეთოდების საჩვენებელი სქემა

კლასიკური უმაღლესი მათემატიკის მეთოდები გამოიყენება არა მხოლოდ სხვადასხვა მეთოდში, არამედ დამოუკიდებლადაც. მაგალითად: მრავალი ეკონომიკური ცვლადის ცვლილების ფაქტორული ანალიზი შეიძლება ჩატარდეს დიფერენცირების და ინტეგრირების საშუალებით.

დიდი გამოყენება აქვს მათემატიკური სტატისტიკის და ალბათობის თეორიის მეთოდებს. ეს მეთოდები გამოიყენება მაშინ, როცა გასაანალიზებელი მაჩვენებლების ცვლილებები შეიძლება წარმოვადგინოთ, როგორც შემთხვევითი პროცესი. როცა კავშირები მახასიათებლებს შორის არის სტოქასტიკური, მაშინ სტატისტიკური და ალბათური მეთოდები პრინციპში კვლევების შეუცვლელ ინსტრუმენტებს წარმოადგენს. გავრცელებული მრავლობითი და ორი ცვლადის კორელაციური ანალიზის მეთოდები. ერთგანზომილებიანი სტატისტიკური ერთობლიობის შესწავლისთვის გამოიყენება ვარიაციული რიგი, განაწილების კანონები, მრავალგანზომილებიან სიტუაციებში იყენებენ კორელაციურ, რეგრესიულ, დისპერსიულ და ფაქტორულ ანალიზს.

ეკონომეტრიკული მეთოდები იგება ცოდნის სამი სფეროს სინთეზის ბაზაზე: ეკონომიკის, სტატისტიკის და მათემატიკის. ეკონომეტრიკის საფუძველია ეკონომეტრიკული მოდელი, რომელიც გარკვეულ კავშირს გამოხატავს ეგზოგენურ (ცნობილ) და ენდოგენურ (გამოსათვლელ) ცვლადებს შორის და შეიცავს შემთხვევით მახასიათებელსაც (ცვლადს), რომელიც შედგება უცნობი (მოდელში არ ჩართული) ფაქტორებისგან.

მათემატიკური პროგრამირება - მნიშვნელოვანი შემადგენელია გამოყენებითი მათემატიკის. მათემატიკური პროგრამირების (პირველ რიგში წრფივი პროგრამირების) მეთოდები წარმოადგენენ ეკონომიკური საქმიანობის ოპტიმიზაციის ამოცანების გადაწყვეტის ძირითად საშუალებას. თავისი არსით ეს მეთოდები წარმოადგენენ გეგმების ათვისების საშუალებას, კერძოდ: შესაძლებელი არის შეფასდეს გეგმიური დავალებების „სიმძაფრე“ (შესრულების ვადები), განისაზღვროს მოწყობილობების ლიმიტები, მასალების და ნედლეულის სახეები, შევაფასოთ საწარმოო რესურსების დეფიციტი.

ოპერაციათა გამოკვლევების ქვეშ გაიგება მიზანმიმართული ქმედებების (ოპერაციების) მეთოდების დამუშავება, მიღებული შედეგების რაოდენობრივი შეფასება და მათ შორის საუკეთესოს არჩევა.

ოპერაციათა გამოკვლევების საგანს წარმოადგენს ეკონომიკური სისტემები და მათ შორის ფირმების სამეურნეო საქმიანობა.

მიზანი არის სისტემის ურთიერთდაკავშირებული სტრუქტურული ელემენტების ისეთი შესაბამისობა, რომელიც უფრო უკეთესად პასუხობს, არსებული შესაძლებლობებიდან საუკეთესო ეკონომიკური მაჩვენებლის არჩევას.

თამაშთა თეორია ოპერაციათა გამოკვლევების შემადგენელია. ეს არის ოპტიმალური გადაწყვეტილებების მიღების მოდელების მათემატიკური თეორია, განუსაზღვრელობის და კონფლიქტური სიტუაციის პირობებში.

მასობრივი მომსახურების თეორია იკვლევს, მასობრივი მომსახურების პროცესების რაოდენობრივი შეფასების მათემატიკურ მეთოდებს ალბათობის თეორიის ბაზაზე. მაგ., ფირმის ნებისმიერი სტრუქტურული ელემენტი შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც მომსახურების სისტემის ელემენტი.

ეკონომიკური კიბერნეტიკა ანალიზებს ეკონომიკურ მოვლენებს და პროცესებს, როგორც რთულ სისტემებს, მართვის კანონების მექანიზმების და მასში ინფორმაციის მოძრაობის კუთხიდან. შედარებით დიდი გამოყენება ეკონომიკური სისტემების ანალიზში აქვთ მოდელირების და სისტემური ანალიზის მეთოდებს [1,5,15,37,41,42].

§ 1.8. კომპიუტერული მოდელირების ძირითადი საშუალებების ანალიზი

1.8.1. მათემატიკური მოდელირების მეთოდი და მისი დანიშნულება

რთული სისტემების (ტექნიკური, ეკონომიკური, სოციალური და ა.შ.) კვლევების დროს გვხვდება ისეთი სიტუაციები, როცა სირთულის ან შესაბამისი თეორიის არარსებობის გამო შეუძლებელია მათ შესახებ ცოდნის უშუალოდ მიღება, ან მომავალში მათი ქმედებების პროგნოზირება. ასეთ შემთხვევაში შესაძლებელია კვლევის პროცესში გამოსაკვლევ სისტემა (ორიგინალი)

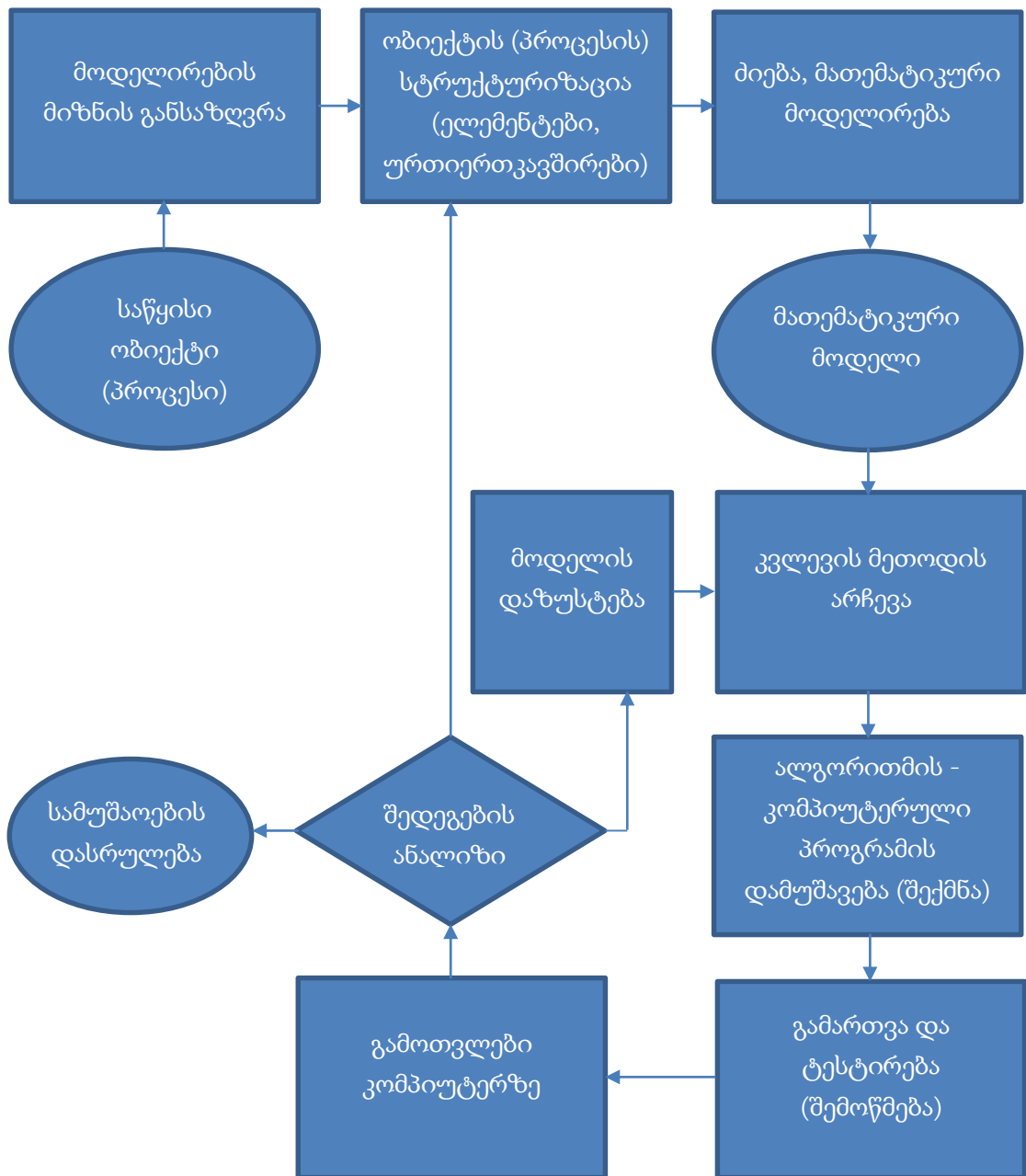
შეცვალთ რაიმე ობიექტით. მას შესაძლებელია ჰქონდეს განსხვავებული ბუნება, მაგრამ მსგავსი უნდა იყოს ორიგინალის გარკვეული მახასიათებლებით, ან აღწერით (მოდელით). მოდელთან ოპერირების პროცესში მიღებული ინფორმაცია შემდეგ გადადის ორიგინალზე [17,18,36,41,45,68].

ორიგინალი, მოდელი, მასთან ოპერირების საშუალებები შეიძლება იყოს განსხვავებული. მთლიანობაში შეიძლება ითქვას, რომ მოდელირების მეთოდის გამოყენება არაფრით იზღუდება, გარდა ერთი პირობისა: მოდელი საშუალებას უნდა იძლეოდეს მიღებული ცოდნა და ინფორმაცია გადავიტანოთ ორიგინალზე, მისი ბუნების გათვალისწინებით. მოდელის რანგში იყენებენ ობიექტს, რომლის თვისებები საკმაოდ კარგად არის შესწავლილი. შემდგომ კვლევებზე გადასვლა, მიზანშეწონილია მაშინ, როცა მოდელის და ორიგინალის თვისებები იმ დონით არის ცნობილი, რომ შესაძლებელია მათ შორის მსგავსების დადგენა.

მოდელირების პროცესი იწყება კვლევის ძირითადი ამოცანის დასმით, რომლის ამოხსნაც უნდა მოხდეს მოდელის დახმარებით. კონკრეტულ ამოცანასთან მიმართებაში, აუცილებელია იმ თვისებების და კავშირების გამოყოფა, რომელთა კვლევამაც უნდა მიგვიყვანოს საბოლოო შედეგამდე (სქემა 1.8).

კვლევის საგნის განსაზღვრის შემდეგ აუცილებელია მის შესახებ ცოდნის (მონაცემების) გაფართოება. ობიექტის კვლევის შედეგებმა შეიძლება გვიჩვენოს დასმული ამოცანის გადაწყვეტის შეუძლებლობა ან დიდი სიძნელებები. ასეთი სიძნელის გადასალახად მკვლევარი შემეცნების პროცესში ქმნის გარკვეულ შუალედურ რგოლს - მოდელს. ე.ი. აგებს ისეთ ობიექტს, რომლის შესწავლის შემდეგ შესაძლებელი ხდება მიიღოს საჭირო მონაცემები საწყისი, საკვლევი ობიექტის შესახებ. ეს შეიძლება მოხდეს როგორც ინტუიციის ასევე მკაცრი ლოგიკის საფუძველზე.

მოდელის არჩევის შემდეგ აუცილებელია მისი გამოკვლევა. ამ დროს ყველა მოქმედება სრულდება მოდელზე: ობიექტის შესახებ მონაცემების, განვითარების კანონების, თვისებების და კავშირების დადგენა.



სქემა 1.8. კომპიუტერული მოდელირების პროცესის ზოგადი სქემა

მოდელირების საბოლოო ეტაპს წარმოადგენს მოდელის საშუალებით მიღებული მონაცემების გადატანა ორიგინალზე, იმიტომ რომ მოდელის ელემენტები და კავშირები გარკვეულ თანაფარდობაშია ორიგინალის ელემენტებთან და კავშირებთან, მოდელის და ორიგინალის მახასიათებლებს შორის კავშირები დგინდება მოდელირების პროცესში, მკვლევარის მიერ.

მოდელირების მეთოდის არსებული პრაქტიკიდან გამომდინარე, წარმატებას

განაპირობებს არსებული კავშირების სწორად დანახვა, ობიექტური კანონ-
ზომიერებების დაფიქსირება და ამის საფუძველზე უცნობი თვისებების და
მახასიათებლების დროულად, სწორად გათვალისწინება.

ეკონომიკური სისტემები ხასიათდებიან დიდი ზომებით და სირთულით,
ამიტომ მათი გამოკვლევა შესაძლებელია მხოლოდ კომპიუტერის დახმარე-
ბით. აქედან გამომდინარე ბოლო პერიოდში ინტენსიურად მიმდინარეობს
კომპიუტერული მოდელირების წესების და საშუალებების სრულყოფა და
განვითარება. რაც ნიშნავს რთული სისტემების მოდელების აგებას და
კვლევას კომპიუტერული ტექნოლოგიების დახმარებით [39,65,67].

1.8.2. კომპიუტერული მოდელირების ძირითადი ინსტრუმენტები და მათი ანალიზი

მოდელირებისათვის ბევრი სხვა საშუალება გამოიყენება. თუმცა ეკონომი-
კურ ანალიზში არსებობს მოდელირების მკაფიოდ გამოხატული საშუალე-
ების ერთობლიობა. პირველ რიგში ეს არის თანამედროვე უმაღლესი მათე-
მატიკის ძლიერი აპარატი, რომლის დახმარებითაც შესაძლებელია ექსპერი-
მენტული დამოკიდებულებების დამუშავება, ფუნქციის ექსტრემუმების
მოძებნა, ჩვეულებრივი და დიფერენციალური განტოლებების შედგენა და
ამოხსნა, მიღებული დამოკიდებულებების ანალიზი, კვლევა და ა.შ.

უმაღლესი მათემატიკიდან თანდათან ხდება გამოყენებითი ხასიათის ამოცა-
ნების გამოყოფა, რომელთა გადაწყვეტაც შესაძლებელია: მათემატიკური
პროგრამირების, მასობრივი მომსახურების თეორიის, თამაშთა თეორიის,
გამოყენებითი სტატისტიკის და ეკონომეტრიკის, არამკაფიო სიმრავლეთა
თეორიის და სხვა მათემატიკური მიმართულებების დახმარებით. ისინი წარ-
მოადგენენ თანამედროვე გამოყენებით მათემატიკას. გამოყენებითი მათე-
მატიკის ამოცანების მნიშვნელოვან მახასიათებელს წარმოადგენს მათი
დიდი განზომილებები, რის გამოც რეალური პრობლემების და ამოცანების
გადაწყვეტა შესაძლებელია, თანამედროვე კომპიუტერული ტექნიკის და
შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით.

კომპიუტერული ტექნიკის შესაძლებლობების გამოყენება განსაკუთრებულად ხელმისაწვდომი და შედეგიანი გახდა ტექნიკური და ეკონომიკური სისტემების მოდელირების პროცესში: შესაძლებელი გახდა მოდელირების ალგორითმების გამოყენება, რომელთა რეალიზებაც ტრადიციული მეთოდებით შეუძლებელი იყო. შეიქმნა მოდელირების მეთოდი, რომელშიც შესაძლებელია იმ პარამეტრების ხელოვნური იმიტაცია, რომელზეც დამოკიდებული სისტემა (იმიტაციური მოდელირება), კომპიუტერული მოდელირება შესაძლებელი გახდა მეურნეობის პრაქტიკულად არსებულ ყველა დარგში და ა.შ. კომპიუტერული ტექნიკის და პროგრამირების განვითარებამ საფუძველი ჩაუყარა ე.წ. კომპიუტერული მათემატიკის სისტემების და გამოყენებითი პროგრამული პაკეტების შექმნას.

ასეთი სისტემები აერთიანებს სხვადასხვა ტექსტური რედაქტირების თვისებებს და პროგრამირების ენებს. მათ გააჩნიათ დიდი რაოდენობა ჩართული მათემატიკური ფუნქციებისა და მათემატიკური ამოცანების გადაწყვეტის მეთოდების გამოყენების შესაძლებლობა. ასეთ სისტემებს მიეკუთვნება: Microsoft Excel, MathCad, Mathematica, MathLab, Maple, Statistic და ა.შ. მათ გააჩნიათ თანამედროვე ინტერფეისი გრაფიკების აგების ბრწყინვალე შესაძლებლობა, მნიშვნელოვან მიღწევად ითვლება ანალიტიკური გარდაქმნების შესაძლებლობა, თავსებადობა MS Word-თან და ა.შ. [36,41,64,65].

განვიხილოთ ჩამოთვლილი სისტემებიდან ზოგიერთი მათგანი:

ეკონომიკური ანალიზის ამოცანების კვლევის ერთერთი მნიშვნელოვანი საშუალება არის ცხრილური პროცესორი Excel-ის მოსახერხებელი ინსტრუმენტი ეკონომისტებისთვის, ბუღალტრებისთვის, ინჟინრებისთვის, სამეცნიერო მოსამსახურეებისთვის და ყველა მათთვის ვისაც მუშაობა უწევს რიცხვითი ინფორმაციის და სხვადასხვა სახის მონაცემების დიდ მასივებთან. აქედან გამომდინარე მისი გამოყენების არეალი საკმაოდ დიდია, ბუღალტრული და საწყობის შესახებ ამოცანებით დაწყებული, თანამგზავრების მოძრაობის ენერგეტიკის გათვლებით დამთავრებული. MS Excel-ით მოსახერხებელია წრფივი ალგებრის ამოცანების (მაგალითად მატრიცებთან

მუშაობა) გადაწყვეტა. ასევე შესაძლებელია სრულყოფილი საქმიანობა მონაცემთა ბაზებთან. პროგრამირების გამოყენების შესაძლებლობა განაპირობებს განსხვავებული გამოყენებითი პროგრამების შექმნას, რომლებიც ახდენენ სტანდარტული ამოცანების ავტომატიზაციას.

განსაკუთრებით სწრაფი ტემპებით ფართოვდება, მათემატიკური და სტატისტიკური გამოყენებითი პროგრამების მოხმარების ტემპები. დღესდღეობით ფუნქციონირებს სხვადასხვა მათემატიკური სისტემები: Maple, MathLab, Mathematica, Reduce, Derive, Theorist, Macsyma და სხვ. ყველა მათგანს აქვს თავისი უპირატესობაც და ნაკლიც, ასევე გამოყენების სფეროც.

MathCad - ეს არის საკმაოდ ძლიერი და თანაც მარტივი უნივერსალური საშუალება. მას იყენებენ მეცნიერების და ტექნიკის სხვადასხვა დარგებში ამოცანების გადასაწყვეტად: ფინანსები და ეკონომიკა, ფიზიკა და ასტრონომია, მშენებლობა და არქიტექტურა, მათემატიკა და სტატისტიკა, წარმოების ორგანიზაცია და მართვა. მის განკარგულებაშია ინსტრუმენტალური, ინფორმაციული და გრაფიკული საშუალებების ფართო არჩევანი. დღესდღეობით MathCad - ერთერთი ყველაზე პოპულარული მათემატიკური სისტემაა.

საინტერესოა სისტემა MathCad-ის განსხვავებები ანალოგებისგან [65,67]:

1. ჩამოთვლილ სისტემებში ძირითადად გამოიყენება მონაცემები მთელ რიცხვებში და მათი სიმბოლური დამუშავება, MathLab კი უპირატესად ორიენტირებულია მასივებთან მუშაობაზე. მაშინ როცა MathCad-ის შეიქმნა მათემატიკური ამოცანების რიცხობრივი ამოხსნისთვის, თუმცა მოგვიანებით დაემატა სიმბოლური მათემატიკის ელემენტები, რამაც MathCad-ი გახადა უნივერსალური პროგრამა;
2. ამოცანების ჩაწერა გაცილებით ახლოს არის ჩანაწერებთან კომპიუტერის გარეშე, რაც არსებითად ამარტივებს სისტემის გამოყენებას;
3. უფრო მიღწევადია (ის ანალოგებზე გაცილებით იაფია) მასობრივი გამოყენებისთვის;

4. უნივერსალურია, მაშინ როცა რთული ამოცანების ამოსახსნელად ანალიზური სახით უკეთესია Maple-ს გამოყენება, ხოლო წრფივი ალგებრის რთული ამოცანების ამოსახსნელად - MathLab-ი;
5. აქვს განზომილებების ერთეულების ავტომატური კონტროლის და გადათვლის ჩაშენებული სისტემა;
6. გააჩნია ძლიერი, მაგრამ მარტივი შედეგების ცხადად წარმოდგენის სხვადასხვა სახის გრაფიკები.

Maple არის ინტეგრირებული პროგრამული მათემატიკური სისტემა, რომელიც ორიენტირებულია მათემატიკური ამოცანების სიმბოლურ და რიცხობრივ ამონახსნებზე. მას გააჩნია ძლიერი ჩაშენებული პროგრამირების ენა (ბეისიკის მაგვარი). ფუნქციების რაოდენობა, რომელიც მოიცავს მათემატიკას და მონათესავე დისციპლინებს, აღწევს 3000-ს. მისი შესაძლებლობებია:

1. წრფივი ალგებრის ამოცანების ამოხსნა;
2. დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნა;
3. ალბათობის თეორიის და მათემატიკური სტატისტიკის ამოცანების ამოხსნა;
4. გამოთვლების გრაფიკული ვიზუალიზაცია: ორგანზომილებიანი და სამგანზომილებიანი გრაფიკების აგება;
5. ანიმაციური გრაფიკები და მათი გადათამაშება.

Maple რეალიზებულია ოპერაციული სისტემა MS Windows-ის გარემოში და გააჩნია მასთან თავსებადი ინტერფეისი.

სტატისტიკური პაკეტების ბაზარი საკმაოდ ვრცელია და არწევს რამდენიმე ათასს: ეს არის პროფესიული პაკეტები (SAS, BMDP), უნივერსალური პაკეტები (Stadia) Olimp, StatGraphics, Spss, Statistica,...), სპეციალიზებული (Biostat, Mesosaur, Datascope,...). მათ შორის ერთერთი ყველაზე ცნობილი და გამოყენებადია პროგრამული პაკეტი Statistica. ის არის უნივერსალური ინტეგ-

რირებული სისტემა განკუთვნილია მონაცემების სტატისტიკური ანალიზისთვის და ვიზუალიზაციისათვის. შეიცავს ანალიზის პროცედურების ვრცელ შესაძლებლობებს სხვადასხვა მიმართულების სამეცნიერო კვლევებში გამოსაყენებლად. კერძოდ: ტექნიკაში, ბიზნესში, ეკონომიკაში და ა.შ.

სისტემა MathLab-ი განკუთვნილია საინჟინრო და სამეცნიერო გათვლებებისთვის და მიღებული შედეგების მაღალ ხარისხოვანი ვიზუალიზაციისათვის. სისტემა გამოიყენება მათემატიკაში, გამოთვლით ექსპერიმენტში, იმიტაციურ მოდელირებაში პაკეტი შეიცავს კარგად აპრობირებული რიცხვითი მეთოდების ერთობლიობა, შედეგების წარმოდგენის გრაფიკული ოპერატორები, დიალოგის შედეგის საშუალებები ჩვეულებრივ პროგრამირების ენებთან შედარებით MathLab-ის ძირითად განსხვავებულ თავისებურებას წარმოადგენს მონაცემების მატრიცული წარმოდგენის და მათზე მატრიცული მოქმედებების დიდი შესაძლებლობები.

MathLab-ის მოქნილი ენა ინჟინრებს და მეცნიერებს შესაძლებლობას აძლევს მარტივად შეძლონ თავისი იდეების რეალიზება. ძლიერი რიცხვითი მეთოდები და გრაფიკული შესაძლებლობები ქმნის (იძლევა) შევამოწმოთ დაშვებები და ახალი წარმოქმნილი იდეები, ხოლო ინტეგრირებული გარემოს დახმარებით შევძლოთ სწრაფად მივიღოთ პრაქტიკული შედეგები [36].

§ 1.9. ეკონომიკური ანალიზის მახასიათებლების სტრუქტურულიზაცია და „ამოცანათა ველის“ ფორმირების პროცესი

როგორც ვნახეთ ეკონომიკური ანალიზი წარმოადგენს პროცედურების, მეთოდების, წესების კომპლექსს, რომელთა საშუალებით ხდება ორგანიზაციის (ეკონომიკური სუბიექტის) მიმდინარე მდგომარეობის შეფასება, არსებითი მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების და მახასიათებლების გამოვლენა, ასევე ორგანიზაციის ფინანსური, საწარმოო და საბაზრო საქმიანობის შემდგომი განვითარების პროგნოზირება.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ნებისმიერი ეკონომიკური სუბიექტის პროცესის ანალიზის მიზანს წარმოადგენს გადაწყვეტილების მიღებისთვის საჭირო

ინფორმაციის მომზადება, მაშინ ასეთი მისაღები ინფორმაციის მომზადება ლოგიკურად უნდა განისაზღვროს სამი მიმართულებით:

1. გამოსაკვლევი ობიექტის, პროცესის, მოვლენის შეფასება;
2. დიაგნოსტიკა, ე.ი. მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების დადგენა და შედეგებზე ცალკეული ფაქტორების გავლენის სიდიდის (ძალის) შეფასება;
3. მიღებული გადაწყვეტილებების შედეგების პროგნოზირება;

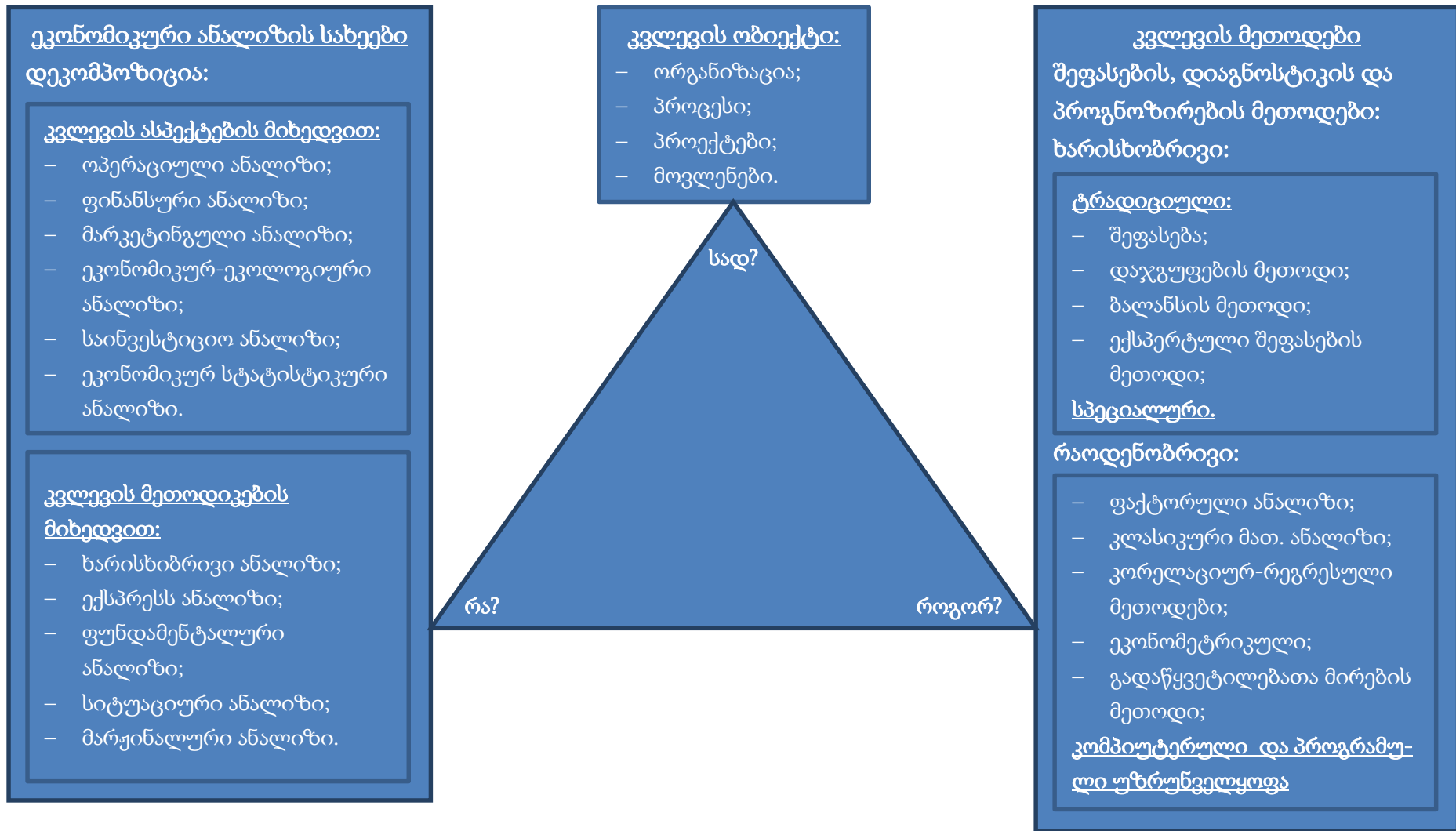
ეკონომიკური ანალიზის კვლევების აღნიშნული მიმართულებებით წარმართვა მოითხოვს, როგორც კვლევის ობიექტის ფუნქციონირების და განვითარების კანონების სწორად გააზრებას, ასევე ანალიზის შესაბამისი მეთოდების და მოდელების დამუშავებას. ისინი ადეკვატური უნდა იყოს ეკონომიკური სუბიექტის განვითარების შესაბამისი მდგომარეობის, სტადიის ან ეტაპის და ცხადია ანალიზის კონკრეტული ამოცანების.

ეკონომიკური ანალიზის მეთოდები საკმაოდ ბევრია, რომლებიც ძირითადად დაფუძნებულნი არიან ცოდნის სამ სფეროს თანაკვეთაზე: ეკონომიკის, სტატისტიკის და მათემატიკის. ანალიზის მეთოდების და წესების კლასიფიკაციათა შორის ერთერთია - დაყოფა ხარისხობრივ და რაოდენობრივ მეთოდებად. ხარისხობრივი მეთოდები ეფუძნება პროცედურების ლოგიკურ აღწერას მკაცრი ანალიტიკური დამოკიდებულების გარეშე. რაოდენობრივი (მათ ასევე უწოდებენ მათემატიკურ მეთოდებს) კი ეფუძნება წინასწარ მოცემულ მკაცრ დამოკიდებულებებს და წესებს, უფრო დაწვრილებით ეკონომიკური ანალიზის მეთოდები განხილულია §§1.5- 1.8.

შესაძლებელია ეკონომიკური ანალიზის საგნის კლასიფიკაცია მიმდინარე პროცედურების ასპექტების მიხედვით, კვლევის მეთოდიკების მიხედვით, დროითი ასპექტის მიხედვით და ა.შ.

ჩვენი ამოცანაა ეკონომიკური ანალიზის კვლევის ობიექტის, კვლევის საგნის და კვლევის მეთოდების ერთ „სივრცეში“ მოქცევა და გარკვეული ვიზუალური სურათის შექმნა ეკონომიკური ანალიზის პრობლემატიკის შესახებ. ვგულისხმობთ ეკონომიკური ანალიზის სახეებს, მათი შეფასების,

დიაგნოსტიკის და პროგნოზირების მიმართულებებით კვლევებს და შესაბამის რაოდენობრივ და ხარისხობრივ მეთოდებს (სქემა 1.9).



სქემა 1.9. ეკონომიკური ანალიზის „ამოცანათა ველის“ ვიზუალური სურათი

სქემაზე მოცემული ინფორმაცია შეიძლება განვიხილოთ როგორც „ამოცანათა ველი“ ეკონომიკურ ანალიზში. ის გარკვეულ წილად დამატებაა §1.4-ში განხილული ცხრილი 1.3-ის და ვფიქრობთ ორიენტირად გამოადგებათ ეკონომიკური ანალიზის პრობლემატიკის კვლევით დაინტერესებულ სპეციალისტებს. ვგულისხმობთ სქემაზე წარმოდგენილ კითხვებზე (რა? სად? როგორ?) და შესაძლო პასუხების სხვადასხვა კომბინაციებს. თითოეული ასეთი კომბინაცია წარმოადგენს პრობლემას რომელიც უკვე გადაწყვეტილია ან შესაძლოა გადაწყდეს.

მნიშვნელოვნად მიგვაჩნია ის ფაქტი რომ, კომპიუტერული ტექნოლოგიების და პროგრამული შესაძლებლობების გამოყენებამ მნიშვნელოვნად გააფართოვა ანალიტიკური ინსტრუმენტები და კვლევის მეთოდების შესაძლებლობები. ანუ საგრძნობლად გაფართოვდა ტრადიციული და თანამედროვე მათემატიკური მეთოდების და მოდელების მახასიათებლები, შესაძლებელი გახდა ახალი მეთოდების შექმნა და დამუშავება. წარმოდგენილი სქემის გამოყენების მაგალითად გამოდგება ნაშრომის მე-2 და მე-3 თავებში განხილული პრობლემები.

ფირმაში (სად?) „ექსპრეს ანალიზი“ (რა?) არ არის ახალი პრობლემა, ის განსაკუთრებით ფინანსურ ანალიზში განიხილება. ექსპერტული მეთოდიც (როგორ?) ცნობილია მსგავსი პრობლემების გადაწყვეტაში. ნაშრომში კიეს ამოცანა განიხილება კვლევის მეთოდის მოდიფიკაციის საშუალებით. კერძოდ, გამოიყენება მრავალკრიტერიუმისანი ექსპერტული მეთოდი, არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის და კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენებით, რაც სრულიად განსხვავებულია ძველი მიდგომისაგან.

სქემაზე ნაშრომში განსახილველი ამოცანები მსგავს ფერებშია ნაჩვენები.

თავი 2. მრავალკრიტერიუმიაანი ექსპერტული მეთოდის დამუშავება და კვლევა

§ 2.1. ექსპერტული შეფასების მეთოდი, არსი და მახასიათებლების ანალიზი

2.1.1. შეფასების ექსპერტული მეთოდის ძირითადი ცნებები

ისეთ სიტუაციებში, როცა გადასაჭრელია საკმაოდ რთული პრობლემა, გვაქვს გარკვეული სიახლეები და არარის საკმარისი არსებული ინფორმაცია, შეუძლებელია ამოხსნის პროცესის მათემატიკური ფორმალიზაცია. საჭირო ხდება კვალიფიციური რეკომენდაციების მისაღებად მივმართოთ კომპეტენტურ სპეციალისტებს (ექსპერტებს), რომლებმაც კარგად იციან პრობლემა.

ექსპერტების მიერ ამოცანის გადაწყვეტის არგუმენტაციებს, რაოდენობრივი შეფასებების ფორმირებას, შეფასებების დამუშავებას ფორმალური მეთოდებით უწოდებენ ექსპერტული შეფასების მეთოდს [12,24,44].

ექსპერტები (ლათინური სიტყვიდან „expertus“ - გამოცდილი) - არიან ადამიანები, რომელთაც აქვთ ცოდნა და შეუძლიათ შესასწავლი მოვლენის შესახებ გამოთქვან არგუმენტირებული აზრი. ექსპერტების მიერ შეფასებების მიღების პროცედურას ევია ექსპერტიზა. ექსპერტული შეფასების მეთოდი მოიცავს სამ შემადგენელს:

ამოცანის ინტუიციურ-ლოგიკური ანალიზი. აიგება ექსპერტების გამოცდილების და ლოგიკური აზროვნების საფუძველზე. ზუსტად ამით აიხსნება ექსპერტების მიმართ მოთხოვნების მაღალი დონე;

რაოდენობრივი ან ხარისხობრივი შეფასებების დამუშავება და გადაცემა. ეს პროცედურა წარმოადგენს ექსპერტების საქმიანობის დამამთავრებელ ნაწილს, მათ მიერ ხდება განსახილველი პრობლემის გადაწყვეტა და ხდება მოსალოდნელი შედეგების შეფასება;

პრობლემის ამოხსნის შედეგების დამუშავება. მიღებული ინფორმაცია უნდა დამუშავდეს კომპიუტერული ტექნიკით პრობლემის საბოლოო შეფასებისათვის, ოპერატიულობისთვის და შეცდომების მინიმიზაციისათვის.

შეიძლება მოვიყვანოთ იმ ამოცანების ჩამონათვალი რომელთა გადაწყვეტა-შიც შეიძლება გამოვიყენოთ ექსპერტული შეფასებები:

- ფირმის ტექნიკური და სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების ვარიანტების არჩევა;
- ტენდერების ჩატარების დროს პროექტების გადარჩევა;
- სამეცნიერო თემების დამუშავებაზე და გრანტების მიღებაზე განაცხადების შერჩევა;
- სკს და სს თემატიკის ფორმირება;
- ფირმის სტრატეგიული მიზნების განსაზღვრა და ა.შ.

მსგავსი ამოცანების გადასაწყვეტად გამოიყენება ექსპერტიზის ჩატარების განსხვავებული ფორმები: დისკუსია, ანკეტირება, ინტერვიუს აღება, „ინტელექტუალური (ერუდირებული) შტურმი“, შეკრებები, საქმიანი თამაში და ა.შ. ხშირად განსხვავებული ფორმები გამოიყენება კომპლექსში.

ექსპერტული შეფასების ჩატარების შედარებით პერსპექტიულ ფორმას წარმოადგენს „დელფის მეთოდი“ [21,24,51,52].

დელფის მეთოდი - ეს არის პროცედურების ერთობლიობა, რომელიც სრულდება გარკვეული თანმიმდევრობით, პრობლემაზე ჯგუფური აზრის ფორმირების მიზნით. ეს ხდება მაშინ, როცა სხვა მეთოდების გამოყენება შეუძლებელია, არასაკმარისი ინფორმაციის გამო.

დელფის მეთოდი წარმოადგენს ჯგუფური ანკეტირების მეთოდს. გამოყენებული პროცედურები ხასიათდებიან სამი ძირითადი თვისებით: ანონიმურობა, რომელიც რეგულირდება უკუკავშირებით და ჯგუფური პასუხით. უკუკავშირი მიმდინარეობს გამოკითხვის რამდენიმე ტურის ჩატარების შედეგად, თანაც შედეგები მუშავდება სტატისტიკური მეთოდებით და ეცნობება ექსპერტებს. მეორე და შემდგომ ტურებში ექსპერტები ახდენენ თავისი პასუხების არგუმენტირებას. ასე რომ მომდევნო ტურებში შეიძლება ექსპერტებს მოუწიოთ პირველადი პასუხების გადახედვა. ტურიდან ტურამდე

ექსპერტების პასუხები ღებულობენ უფრო და უფრო მყარ ხასიათს (იცვლებიან ნაკლები ინტენსივობით) და ბოლო-ბოლო ღებულობენ საბოლოო, უცვლელ ფორმას. ეს უკვე გვიჩვენებს, რომ გამოკითხვები უნდა შეწყდეს.

პრაქტიკულად დადასტურებულია, რომ გამოკითხვის სამი - ოთხი ტურის შემდეგ, გამოკითხვის შედეგები თითქმის აღარ იცვლება.

გამოკითხვის შედეგების დამუშავება და მიღებული მონაცემების ანალიზი.

2.1.2. ექსპერტული შეფასებების მიღება. შკალის ცნება. შკალის ტიპები

შეფასების დროს ერთერთ მნიშვნელოვან სიძნელეს წარმოადგენს ის ფაქტი, რომ მოვლენების, ობიექტების, პროცესების პარალელურად, რომლებიც შეიძლება გამოისახონ რაოდენობრივად, შესაფასებელია ხარისხობრივი ფაქტორებიც, რომელთა ზუსტი დონის დადგენაც ვერ ხერხდება. ინფორმაციის ნაწილი, რომელიც არ ექვემდებარება რაოდენობრივ გაზომვებს, აუცილებელია წარმოვადგინოთ განსხვავებული შეფასებების სახით [21,24].

თუ ექსპერტს შეუძლია შეადაროს და შეაფასოს რომელიღაც მოვლენა, ობიექტი, ალტერნატიული მოქმედებები, მიუწეროს მათ გარკვეული რიცხვები, მაშინ მას შეუძლია გამოკვეთოს მათ შორის გარკვეული უპირატესობებიც.

იმის და მიხედვით, რომელი შკალით არის მოცემული ეს უპირატესობები, ექსპერტული შეფასებები შეიცავენ განსხვავებული მოცულობის ინფორმაციას და განსხვავებულად ექვემდებარებიან მათემატიკურ ფორმალიზმს.

შკალა - ეს არის (რაიმე ობიექტების, მოვლენების) შეფასების (გაზომვის) ინსტრუმენტი (წესების მიღებული სისტემა). არსებობს ოთხი ტიპის შკალას:

ნომინალური შკალა. ის წარმოადგენს გაზომვების მარტივ ტიპს. ამ შემთხვევაში ხდება ობიექტის (მოვლენის) თვისებების შედარება რომელიმე ნიშანთან - ეტალონთან. შედეგს წარმოადგენს დალაგება ორელემენტთან შკალაზე, სადაც ყოველ ობიექტს მინიჭებული აქვს ნული ან ერთი;

რიგითობის შკალა. მიზანს წარმოადგენს ობიექტების (მოვლენების) დალა-

გება, უფრო სწორად იმ თანმიმდევრობის გამოვლენა, რომელიც განახორციელებს ექსპერტებმა დაფარული წესით. შეფასების შედეგს წარმოადგენს გადაწყვეტილება იმის შესახებ, რომ რომელიღაც ობიექტი (მოვლენა) რაიმე კრიტერიუმით უფრო უკეთესია სხვა ობიექტზე (მოვლენაზე);

ინტერვალური შკალა. შეფასება მოცემული შკალით საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ არამართო ის, უკეთესია თუ არა ერთი ობიექტი (მოვლენა) მეორეზე, არამედ ისიც, თუ რამდენჯერ არის უკეთესი. გაზომვები მიმდინარეობს ფაქტიურად ოთხ ქულიანი ან ხუთ ქულიანი შკალით. („არა დამაკმაყოფილებელი“, „დამაკმაყოფილებელი“, „კარგი“, „ფრიადი“). ხუთ ქულიან შკალაში შეიძლება დაემატოს შუაში შეფასება „საშუალო“. პრაქტიკაში გამოიყენება ხუთ ქულიანი შეფასების განსხვავებული ინტერპრეტაციები;

ფარდობითი შკალა. ამ შემთხვევაში იგულისხმება, რომ ცნობილია ობიექტების თვისების აბსოლუტური მნიშვნელობა, ანუ ცნობილია რეალური ნულოვანი წერტილი. შკალა გამოიყენება იმ ფაქტორებისთვის, რომელთა წარმოდგენაც შესაძლებელია რაოდენობრივად.

გამოსაკვლევი ობიექტის თვისებებზე დამოკიდებულებით შეფასებისთვის შეიძლება გამოყენებულ იქნას განსხვავებული შკალები. ისეთი ფაქტორები, როგორცაა მოგება, დანახარჯები, დრო შეიძლება შეფასდეს ფარდობითი ან ინტერვალური შკალებით. გამოსყიდვის ვადების ან შედარებითი ეფექტურობის შეფასებისთვის შეიძლება გამოყენებულ იქნას ინტერვალური ან რიგობითი შკალები.

ხარისხობრივი ფაქტორები (სოციალური, პოლიტიკური) შეიძლება შეფასდეს რიგობითი ან ნომინალური შკალით.

2.1.3. ობიექტების გაზომვის საშუალებების ანალიზი

ნაშრომის მიზნებიდან გამომდინარე, ჩვენ განვიხილავთ გაზომვის იმ საშუალებებს (ტექნიკას), რომელიც საშუალებას იძლევა განვალაგოთ ობიექტები რიგობით ან ინტერვალურ შკალებზე. (ასეთი შკალები ყველაზე ხშირად გამოიყენება ექსპერტული შეფასების დროს).

გამოვყოთ ობიექტების გაზომვის ასეთი საშუალებები: რანჟირება, წყვილ-ბად შედარება, უშუალო შეფასება.

რანჟირება - ეს არის ობიექტების განლაგება რიგში, მათი დამახასიათებელი თვისების ზრდის ან კლების მიხედვით. რანჟირების საშუალებით შესაძლებელია გამოსაკვლევნი ფაქტორების ერთობლიობიდან ავირჩიოთ უფრო მნიშვნელოვანი, არსებითი [21,24,51].

თუ გვაქვს n ობიექტი, მაშინ მათი რანჟირების შედეგად j -რი ექსპერტის მიერ, ყოველი ობიექტი მიიღებს x_{ij} -რანგს (რანგი მინიჭებული i -რი ობიექტისთვის, j -რი ექსპერტის მიერ). x_{ij} -ს მნიშვნელობა იმყოფება 1-ს და n -ს შორის. ყველაზე მნიშვნელოვანი ფაქტორის რანგი უდრის 1-ს, ნაკლებად მნიშვნელოვანის n -ს.

j -რი ექსპერტის რანჟირება ეწოდება რანგების $x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}$ მიმდევრობას.

მეთოდის დადებით თვისებას წარმოადგენს მისი სიმარტივე, ხოლო ნაკლოვანებას - გამოყენების შეზღუდული შესაძლებლობები. დიდი რაოდენობა ობიექტების შედარების დროს, ექსპერტებს უძნელდებათ რანჟირებული რიგის ფორმირება, რადგანაც გასათვალისწინებელი ხდება რთული კავშირების დიდი რაოდენობა.

ამ ნაკლისაგან თავისუფალია წყვილად შედარების მეთოდი.

წყვილად შედარება ნიშნავს ობიექტების უპირატესობის დადგენას ყველა შესაძლო წყვილის შედარების საშუალებით. აქ აღარ არის საჭირო ობიექტების რიგში დალაგება, მხოლოდ აუცილებელია ყოველ წყვილში შედარებით მნიშვნელოვანის გამოვლენა ან მათ შორის „ტოლობის“ დადგენა.

წყვილებად შედარება შესაძლებელია დიდი რაოდენობა ობიექტების დროსაც და მაშინაც როცა ობიექტებს შორის განსხვავება უმნიშვნელოა.

ობიექტები	1	2	...	i	...	n	Σ
1							
2							
...							

j							
...							
n							

მეთოდის გამოყენების დროს ყველაზე ხშირად დგება $n \times n$ -მატრიცა, სადაც $r_i, i = 1, \dots, n$ შესადარებელი ობიექტების რაოდენობაა. ობიექტების

შედარებისას a_{ij} ელემენტებით შევსება, შემდეგი წესითაა: $a_{ij} = \begin{cases} 2, & (i > j) \\ 1, & (i = j) \\ 0, & (i < j) \end{cases}$.

ჯამი $\sum_{j=1}^n a_{ij}$ - სტრიქონის მიხედვით გვიჩვენებს ობიექტების მნიშვნელობას.

თუ ის ობიექტი, რომლისთვისაც ჯამი აღმოჩნდება უფრო დიდი, შეიძლება ჩაითვალოს უფრო მნიშვნელოვნად. შეჯამება შეიძლება მოხდეს სვეტების

მიხედვითაც $\sum_{i=1}^n a_{ij}$, მაშინ შედარებით მნიშვნელოვანი იქნება ის ფაქტორი,

რომელიც მოაგროვებს ყველაზე ცოტა რაოდენობის ქულებს.

უშუალო შეფასება. ხშირად სასურველია გასაანალიზებელი ობიექტების არა მარტო დალაგება, არამედ საჭიროა განსაზღვრაც, რამდენად უფრო მნიშვნელოვანია ერთი ფაქტორი მეორეზე.

ამ შემთხვევაში ობიექტის მახასიათებლების ცვლილების დიაპაზონი იყოფა ცალკეულ ინტერვალებად, რომელთაგან ყოველს მიეწერება გარკვეული შეფასება (ქულა), მაგალითად 0-დან 10-მდე.

მეთოდის არსი შემდეგია: ყოველი ექსპერტი გასაანალიზებელ ობიექტს ათავსებს გარკვეულ ინტერვალში (ანიჭებს ქულას). ამ დროს ობიექტის გაზომვის საშუალებას წარმოადგენს ამა თუ იმ თვისების ქონის ხარისხი. ინტერვალების რიცხვი, რომელზეც ნაწილდება მახასიათებელი თვისების დიაპაზონი, სხვა და სხვა ექსპერტისთვის შეიძლება იყოს სხვადასხვა.

2.1.4. ექსპერტების გამოკითხვის შედეგების დამუშავება

როგორც წესი ექსპერტების შეფასებების საფუძველზე მიიღება განზოგადებული ინფორმაცია კვლევის ობიექტზე (მოვლენაზე) და ხდება ექსპერტიზის მიზნის შესაბამისი გადაწყვეტილების ფორმირება. ექსპერტების ინდივიდუალური შეფასების დამუშავებისას გამოიყენება განსხვავებული რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მეთოდები, რომლის არჩევა განპირობებულია გადასაწყვეტი ამოცანის სირთულით, იმ ფორმით, რომელშიც წარმოდგენილია ექსპერტების ნააზრევი, ექსპერტიზის მიზნებით და ა.შ. ყველაზე ხშირად გამოიყენება მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდები [24,51].

შეფასებების დამუშავებისას არის პრობლემების შემდეგი თანმიმდევრობა:

- განზოგადებული შეფასების ფორმირება;
- ობიექტებისთვის ფარდობითი წონების განსაზღვრა;
- ექსპერტების შეთანხმებულობის დონის დადგენა და ა.შ.

განზოგადებული შეფასების ფორმირება. ვთქვათ ექსპერტების ჯგუფმა შეაფასა რომელიმე ობიექტი, მაშინ x_j არის j -ური ექსპერტის შეფასება, სადაც m - ექსპერტების რიცხვია.

ექსპერტთა ჯგუფის განზოგადებული შეფასების ფორმირებისთვის ყველაზე ხშირად გამოიყენება საშუალო სიდიდეები. მაგალითად მედიანა M_E . ის არის ისეთი შეფასება, რომელთან მიმართებაშიც დიდი რაოდენობა შეფასებების რიცხვი უტოლდება უფრო მცირე შეფასებების რიცხვს.

შეიძლება გამოვიყენოთ ზუსტი შეფასება, რომელიც წარმოადგენს საშუალო

ართმეტიკულს:
$$\bar{x}_E = \frac{\sum_{j=1}^m x_j}{m},$$
 (E - აღნიშნავს ექსპერტის შეფასებას).

ობიექტების ფარდობითი წონების განსაზღვრა. ხშირად საჭიროა განვსაზღვროთ, რამდენად მნიშვნელოვანია ესა თუ ის ფაქტორი (ობიექტი), რომელიმე კრიტერიუმის თვალთახედვით. ამ შემთხვევაში ამბობენ, რომ საჭიროა განვსაზღვროთ ყოველი ფაქტორის წონა.

წონების განსაზღვრის ერთერთი მეთოდი შემდეგია: ვთქვათ x_{ij} -არის i -რი ფაქტორის შეფასება j -რი ექსპერტის მიერ; $i = 1, n$, $j = 1, m$, n -არის შესადარებელი ობიექტების რიცხვი, m -ექსპერტების რიცხვი, მაშინ i -რი ობიექტის წონა W_1 დათვლილი ყველა ექსპერტის შეფასებების მიხედვით, ტოლია:

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^m W_{ij}}{m}; \quad i = \overline{1, n},$$

სადაც W_{ij} არის i -რი ობიექტის წონა, დათვლილი j -რი ექსპერტის მიერ და

$$W_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}; \quad i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, m}.$$

უნდა აღინიშნოს, რომ შესაბამის ლიტერატურაში წარმოდგენილია წონების დათვლის განსხვავებული მეთოდები [21,24], თუმცა ნაშრომში გამოვიყენებთ მეთოდს, რომელიც განხილულია [52]-ში.

ექსპერტების შეთანხმებულობის დონის დადგენა. გამოკითხვაში რამდენიმე ექსპერტის მონაწილეობის დროს განსხვავება მათ შეფასებებს შორის გარდაუვალია, თუმცა ამ განსხვავების სიდიდეს აქვს არსებითი მნიშვნელობა. ჯგუფური შეფასება შეიძლება ჩაითვალოს საკმარისად საიმედოდ მხოლოდ ცალკეული ექსპერტების პასუხების კარგი შეთანხმებულობის პირობებში.

შეფასების განსხვავებულობის და შეთანხმებულობის ანალიზისთვის გამოიყენება სტატისტიკური მახასიათებლები. ვარიაციული შუალედი (R):

$R = x_{\max} - x_{\min}$, სადაც x_{\max} - ობიექტის მაქსიმალური, ხოლო x_{\min} - მინიმალური შეფასება. საშუალო კვადრატული გადახრა ითვლება ფორმულით:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_j - \bar{x}_j)^2 / (m-1)}, \text{ სადაც } x_j - \text{ არის } j\text{-რი ექსპერტის შეფასება, ხოლო}$$

m - ექსპერტების რიცხვი. ვარიაციის კოეფიციენტი (V) გამოისახება პროცენტებში და უდრის: $V = \frac{\sigma}{\bar{x}_j} \cdot 100\%$.

განსხვავებულია შეთანხმებულობის დონის შემოწმების მიდგომები, მაშინ, როცა ობიექტების შეფასება ხდება რანჟირების მეთოდით.

ამ დროს ექსპერტის მუშაობის შედეგს წარმოადგენს რანჟირება ანუ რანგების თანმიმდევრობა (j -რი ექსპერტისთვის) $x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}$.

ორი ექსპერტის რანჟირებას შორის შეთანხმებულობა, შეიძლება განისაზღვროს სპირმანის რანგული კორელაციის კოეფიციენტით:

$$\rho = 1 - \frac{\sigma \cdot \sum_{i=1}^n (x_{ij} - x_{in})^2}{n(n^2 - 1)} = 1 - \frac{\sigma \cdot \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}.$$

აქ სპირმანის კოეფიციენტის მნიშვნელობას აქვს იგივე ინტერპრეტაცია, როგორც ორი ცვლადის კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობას. დადებითი მნიშვნელობა მოწმობს პირდაპირ კავშირს ფაქტორებს შორის. უარყოფითი კი საწინააღმდეგოს. ამასთან ერთად რაც უფრო ახლოს არის კოეფიციენტის აბსოლუტური მნიშვნელობა ერთთან მით მჭიდროა კავშირი.

როცა აუცილებელია შეთანხმებულობის განსაზღვრა ორზე მეტი ექსპერტის შემთხვევაში, ხდება ე.წ. კონკორდაციის კოეფიციენტის (W), გამოყენება. ის არის რანგული კორელაციის ზოგადი კოეფიციენტი ჯგუფისთვის, რომელიც შედგება m ექსპერტისგან:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2(n^3 - n)}, \tag{2.1}$$

$$\text{სადაც } S = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m x_{ij} - \frac{1}{2} m(n+1) \right)^2.$$

აღვნიშნოთ რომ სხვაობა ფრჩხილებში არის რანგების საშუალო ჯამი მიღებული i -რი ობიექტებისთვის ექსპერტების მიერ.

W -კოეფიციენტი იცვლება (0,1) შუალედში. ერთთან ტოლობა ნიშნავს, რომ ყველა ექსპერტმა მიანიჭა ერთნაირი რანგი და რაც უფრო ახლოა კოეფიციენტი ნულთან, მით უფრო ნაკლებად შეთანხმებულია მათი შეფასებები.

§ 2.2. არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის ძირითადი ცნებების და მახასიათებლების ანალიზი

ადამიანის ინტელექტის მნიშვნელოვან თვისებას წარმოადგენს არასრული და არამკაფიო ინფორმაციის პირობებში სწორი გადაწყვეტილებების მიღების უნარი, ადამიანის „მახლოებითი მსჯელობის“ შედეგების მოდელირება და მათი გამოყენება კომპიუტერულ სისტემებში წარმოადგენს მეცნიერების ერთერთ მნიშვნელოვან პრობლემას.

რთული სისტემების, მათ შორის ეკონომიკური ობიექტების, პროცესების, მოვლენების მდგომარეობის, ქცევების და სტრუქტურის ანალიზის დროს, როგორც წესი ფიგურირებს განუსაზღვრელობის განსხვავებული ფაქტორები, რომლებიც შეიძლება გავითვალისწინოთ და ადექვატურად წარმოვადგინოთ ინფორმაციულ-ლოგიკური მოდელების აგების პროცესში.

ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი წინსვლა დაფიქსირდა 70-ან წლებში, კალიფორნიის უნივერსიტეტის პროფესორის ლოტფი ა. ზადეს შრომების შედეგების გამოქვეყნების შემდეგ [19,20], როდესაც მან პირველ რიგში გააფართოვა სიმრავლის კლასიკური კანტორისეული ცნება და დაუშვა რომ მახასიათებელი ფუნქცია (ელემენტის მიკუთვნება) შეიძლება ლებულობდეს ნებისმიერ მნიშვნელობას (0;1) ინტერვალზე და არა მხოლოდ 0-ს ან 1-ს. ასეთ სიმრავლეს მან უწოდა არამკაფიო (fuzzy). შემდგომში ლინგვისტური ცვლადის შემოტანით და იმის დაშვებით, რომ მისი მნიშვნელობების (ტერამოები) რანგში გამოდის არამკაფიო სიმრავლეები, ლ. ზადემ შექმნა აპარატი ინტელექტუალურ საქმიანობასთან დაკავშირებული პროცესების აღწერისთვის, ჩანაწერის არამკაფიობის და განუსაზღვრელობის პირობებში.

შემოვიტანოთ ის ძირითადი მახასიათებლები რომლებიც განსაზღვრავენ არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის ფორმალურ წარმოდგენას.

2.2.1. განმსაზღვრელი

უნივერსალურ სიმრავლეს, რომელთან მიმართებაშიც განიხილება დაკვირვების ყველა შედეგი ქვია „განმსაზღვრელი“ სიმრავლე (განსაზღვრის არე).

მაგ., თუ ჩვენ ვაკვირდებით რომელიმე დარგში მომუშავეთა წლოვანებას, მაშინ განმსაზღვრელი - ეს იქნება ნამდვილ რიცხვთა ღერძის (16; 70) მონაკვეთი, სადაც ზომის ერთეულს წარმოადგენს ცხოვრებისეული წლები.

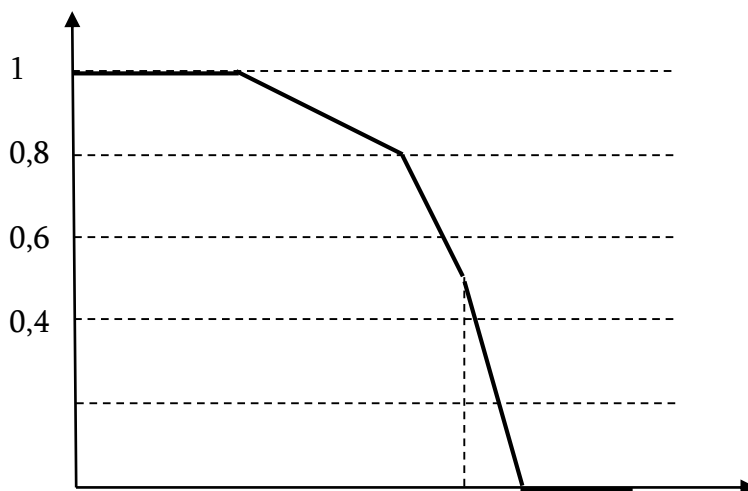
2.2.2. არამკაფიო სიმრავლე

არამკაფიო სიმრავლე A -ეს არის განმსაზღვრელის მნიშვნელობების სიმრავლე, რომლის ყოველ მნიშვნელობას მისადაგებული აქვს მიკუთვნების ხარისხი (დონე). მაგ., ლათინური ალფაბეტის ასოები X, Y, Z უპირობოდ ეკუთვნის სიმრავლეს $\text{Alphabet} = \{A, B, C, X, Y, Z\}$ და ამ მხრივ Alphabet - ცხადია, რეალურია, მკაფიოა. მაგრამ თუ გავანალიზებთ სიმრავლეს „თანამშრომლის ოპტიმალური წლოვანება“, მაშინ 50 წელი ეკუთვნის ამ არამკაფიო სიმრავლეს რაღაც μ პირობითობით, რომელსაც ჰქვია მიკუთვნების ფუნქცია.

2.2.3. მიკუთვნების ფუნქცია

$\mu_A(u)$ - არის მიკუთვნების ფუნქცია, რომლის განსაზღვრის არეა U - სიმრავლე ($u \in U$), ხოლო მნიშვნელობების სიმრავლეა ერთეულოვანი სეგმენტი $[0, 1]$. რაც უფრო მაღლაა $\mu_A(u)$, მით უფრო მაღალია U -ს მიკუთვნების ხარისხი A სიმრავლეზე. მაგ., სქემა 2.1-ზე წარმოდგენილია მიკუთვნების ფუნქცია არამკაფიო სიმრავლისთვის „ადამიანის ოპტიმალური წლოვანება“, მიღებული ექსპერტთა ჯგუფის გამოკითხვის შედეგად [20,21,22].

სქემა 2.1-დან წლოვანება 20-დან 35-მდე ექსპერტების მიერ ფასდება, როგორც უეჭველი ოპტიმალური, ხოლო 60 და ზევით - უეჭველი არაოპტიმალური. 35-დან 60-მდე - ექსპერტები დარწმუნებული არ არიან თავის კვალიფიკაციაში, და ზუსტად ასეთი მომენტი არის მიკუთვნების ფუნქციის გრაფიკზე.



0,2

0 20 30 40 50 60 70

სქემა 2.1. არამკაფიო ქვესიმრავლის „თანამშრომლის ოპტიმალური წლოვანება“ მიკუთვნების ფუნქცია

2.2.4. არამკაფიო რიცხვები, ოპერაციები არამკაფიო სიმრავლეებზე დარიცხვებზე

სიმრავლეებზე არსებული კლასიკურ მოქმედებებით (გაერთიანება და თანაკვეთა) ლ. ზადემ მიკუთვნების ფუნქციების გამოყენებით შემოიღო ოპერაციები სიმრავლეებზე. მაგ., თუ A სიმრავლე მოცემულია $\mu_A(u)$ ფუნქციით, ხოლო $B - \mu_B(u)$ ფუნქციით, მაშინ ოპერაციის შედეგს წარმოადგენს C სიმრავლე მიკუთვნების $\mu_C(u)$ ფუნქციით, თანაც: თუ $C = A \cap B$, მაშინ $\mu_C(u) = \min(\mu_A(u), \mu_B(u))$; თუ $C = A \cup B$, მაშინ $\mu_C(u) = \max(\mu_A(u), \mu_B(u))$; თუ $C = -A$ (უარყოფა), მაშინ $\mu_C(u) = \mu_A(u)$.

არამკაფიო რიცხვები ეს არის ნამდვილ რიცხვთა უნივერსალური სიმრავლის არამკაფიო ქვესიმრავლე, რომელსაც აქვს ნორმალური და ამოზნექილი მიკუთვნების ფუნქცია, ანუ ისეთი ფუნქცია, რომ: ა) არსებობს განმსაზღვრელის ისეთი მნიშვნელობა, რომელშიც მიკუთვნების ფუნქცია უდრის ერთს; ბ) თავისი მაქსიმუმიდან გადახრისას მარცხნივ ან მარჯვნივ, მიკუთვნების ფუნქცია მონოტონურია (მარცხნიდან ზრდადია, მარჯვნივ კლებადა).

განვიხილოთ ტრაპეციისმაგვარი და სამკუთხა არამკაფიო რიცხვები: .

ვთქვათ დავაფიქსირეთ სიმრავლე U . მაშინ როგორც აღნიშნული იყო არამკაფიო A სიმრავლე მოიცემა უშუალოდ მიკუთვნების ფუნქციით $\mu_A : U \rightarrow [0, 1]$. $\mu_A(u)$ მნიშვნელობა არის რიცხვი რომელიც მდებარეობს 0-სა და 1-ს შორის და გვიჩვენებს არამკაფიო A სიმრავლეზე u ელემენტის მიკუთვნების ხარისხს. $\mu_A(u) = 1$ აღნიშნავს, რომ u ნამდვილად მიეკუთვნება A

სიმრავლეს, ხოლო $\mu_A(u) = 0$, რომ u ნამდვილად არ ეკუთვნის A სიმრავლეს. როდესაც $U = R$ - ნამდვილ რიცხვთა სიმრავლეს, მაშინ საქმე გვაქვს არამკაფიო რიცხვებთან. პრაქტიკული გამოთვლებისათვის მოსახერხებელია „ვიმუშაოთ“ სპეციალური სახის არამკაფიო რიცხვებთან: სამკუთხა და ტრაპეციისმაგვარი.

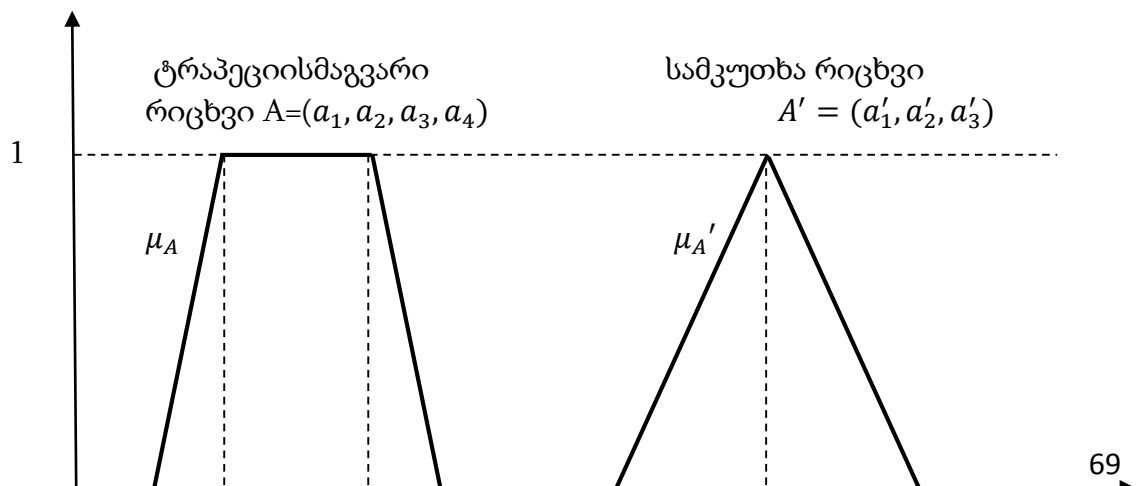
ტრაპეციისმაგვარი რიცხვი ჩვეულებრივად აღნიშნება შემდეგნაირად: $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$, იმ შემთხვევაში, როცა $a_2 = a_3$ ჩვენ ვღებულობთ სამკუთხა რიცხვს (სქემა 2.2). სამკუთხა არამკაფიო რიცხვისთვის გამოიყენება აღნიშვნა $A = (a_1, a_2, a_3)$.

ტრაპეციისმაგვარ რიცხვს აქვს შემდეგი სახის მიკუთვნების ფუნქცია:

$$\mu_A(u) = \begin{cases} 0, & u < a_1 \vee u > a_4 \\ \frac{u - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq u < a_2 \\ 1, & a_2 \leq u \leq a_3 \\ \frac{a_4 - u}{a_4 - a_3}, & a_3 < u \leq a_4 \end{cases}, \quad (2.2)$$

სადაც $a_1 \leq a_2 \leq a_3 \leq a_4$.

ნებისმიერი α რიცხვისთვის $0 < \alpha \leq 1$, A არამკაფიო სიმრავლის α -ჭრილი ეწოდება ქვესიმრავლეს $A^\alpha = \{u \in U / \mu_A(u) \geq \alpha\}$. α -ჭრილს ქვია არამკაფიო A სიმრავლის ბირთვი. უნდა აღინიშნოს, რომ არამკაფიო სიმრავლე შეიძლება ცალსახად აღდგეს თავისი ჭრილის მიხედვით [20,22,51].



$$a_1 \quad a_2 \quad a_3 \quad a_4 \quad a_1' \quad a_2' \quad a_3'$$

სქემა 2.2. ტრაპეციისმაგვარი და სამკუთხა რიცხვები

არამკაფიო რიცხვები შეიძლება შევკრიბოთ, გამოვაკლოთ, გავამრავლოთ, გავყოთ, ავიყვანოთ ხარისხში როგორც ჩვეულებრივი რიცხვები. ოპერაციები არამკაფიო რიცხვებზე განისაზღვრება გაფართოვების შემდეგი პრინციპით: ვთქვათ $C = f(a, b)$ - ნებისმიერი რიცხვითი ფუნქციაა (მაგ., შეკრების $f(a, b) = a + b$), მაშინ $C = f(A, B)$ -ს მნიშვნელობას არამკაფიო A და B რიცხვებზე აქვს მიკუთვნების ფუნქციადა გამოითვლება შემდეგი წესით:

$$\mu_C(u) = \sup_{(u, v): z=f(u, v)} \min(\mu_A(u), \mu_B(v)).$$

ამ შემთხვევაში α -ჭრილებს არამკაფიო C სიმრავლისთვის აქვს სახე:

$$C^\alpha = \{C = f(a, b) / a \in A^\alpha, b \in B^\alpha\}.$$

გაფართოების პრინციპის გამოყენებით არითმეტიკული ოპერაციების და ტრაპეციისმაგვარი არამკაფიო რიცხვების მიმართ. ჩვენ ვღებულობთ შეკრების და გამოკლების შემდეგ წესს:

$$(a_1, a_2, a_3, a_4) + (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4), \text{ ხოლო}$$

$$(a_1, a_2, a_3, a_4) - (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3, a_4 - b_4).$$

გამრავლება და გაყოფა აღარ იქნება ტრაპეციისმაგვარი, მაგრამ იქნება მრუდწირული ტრაპეციისმაგვარი და შეიძლება დავწეროთ მიახლოების ნიშანი

$$(a_1, a_2, a_3, a_4) \times (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 \cdot b_1, a_2 \cdot b_2, a_3 \cdot b_3, a_4 \cdot b_4), \text{ ხოლო}$$

$$(a_1, a_2, a_3, a_4) / (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1/b_1, a_2/b_2, a_3/b_3, a_4/b_4).$$

აქ იგულისხმება, რომ არამკაფიო რიცხვები დადებითია, ანუ $a_1 \geq 0, b_1 \geq 0$.

ხარისხში აყვანა ხდება შემდეგი წესით: $(a_1, a_2, a_3, a_4)^i \approx (a_1^i, a_2^i, a_3^i, a_4^i)$.

ტრაპეციისმაგვარ რიცხვებზე არსებულ ოპერაციებზე შეიძლება გაკეთდეს რიგი მნიშვნელოვანი მტკიცებულებები (მოგვყავს დამტკიცების გარეშე)[23]:

- ნამდვილი რიცხვი სამკუთხა არამკაფიო რიცხვის კერძო შემთხვევაა;
- სამკუთხა რიცხვების ჯამი სამკუთხაა;
- სამკუთხა (ტრაპეციისმაგვარი) რიცხვი, გამრავლებული ნამდვილ რიცხვზე სამკუთხა (ტრაპეციისმაგვარი) რიცხვია;
- ტრაპეციისმაგვარი რიცხვების ჯამი, ტრაპეციისმაგვარი რიცხვია;
- სამკუთხა და ტრაპეციისმაგვარი რიცხვების ჯამი ტრაპეციისმაგვარია.

არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიაში განმარტებულია არამკაფიო ფუნქციები და ოპერაციები მათზე, არამკაფიო მატრიცები. არამკაფიო მიმდევრობები და ა.შ. [22,23]. ამჯერად მათზე არ შევჩერდებით. საჭიროების შემთხვევაში კი მათ უფრო დეტალურად განვიხილავთ.

§ 2.3. ფირმის მდგომარეობის „ექსპრეს ანალიზის“ მრავალკრიტერიუმიანი ექსპერტული მეთოდი არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის და MathCad-ის გამოყენებით

ჩვენს მიზანს წარმოადგენს შევქმნათ (დავამუშაოთ) მეთოდური მასალა, რომლის დახმარებით შესაძლებელი იქნება ფირმის (განურჩევლად სიდიდისა და სამართლებრივი ფორმისა) „ექსპრეს-ანალიზი“, რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების გამოყენებით.

„ექსპრეს ანალიზის“ ქვეშ ნაშრომში გაგებულია ფირმის მდგომარეობის შეფასება ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლებით შედარებით შემჭიდროვებულ ვადებში [3,5,21,52].

ვიყენებთ შეფასების მრავალკრიტერიუმიან ექსპერტულ მეთოდს (შეფასების ორზე მეტი მაჩვენებელი) და არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის შესაძლებლობებს. ძირითადი გადასაწყვეტი ამოცანებია (კვლევის ალგორითმი):

- მაჩვენებელთა ხარისხობრივი და რაოდენობრივი სისტემის ფორმირება;
- შეფასების არამკაფიო შკალის დადგენა;
- მაჩვენებელთა წონების გამოთვლის პროცედურის დამუშავება;
- ექსპერტთა შეთანხმებულობის დონის დადგენის წესი;
- ექსპერტული შეფასების ფორმების დამუშავება;
- ლოკალური შეფასებების (არამკაფიო) დათვლა;

- არამკაფიო ინტეგრალური შეფასების დათვლა;
- არამკაფიო ინტეგრალური შეფასების და კომპლექსური შეფასების შედარება და შედეგების ანალიზი;
- რისკების რაოდენობრივი სახით წარმოდგენა და შედეგების ანალიზი;
- პროგრამული პროდუქტის შექმნა MathLab-ის და MS Excel-ის ბაზაზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ ფირმის მდგომარეობის შეფასება შემჭიდროვებულ ვადებში ხშირად არანაკლებ მნიშვნელოვანია, ვიდრე შემდგომი, სრული ფუნდამენტური ანალიზი. ამ ეტაპის მიზანი უნდა იყოს რაციონალურად დაასაბუთოს ფირმის ზოგადი მდგომარეობა და გაკეთდეს პროგნოზი, განვითარების ახალი პერსპექტივების შესახებ, გადაწყვეტილების მიმღები პირისთვის სამოქმედო რეკომენდაციების ფორმირების მიზნით.

აღნიშნული ანალიზური შეფასების ჩატარება შეუძლებელია ერთი მაჩვენებლის მიხედვით, ეს გადაწყვეტილებები უნდა დაეფუძნოს მრავალ მაჩვენებელს, მრავალკრიტერიუმიან შეფასებას, ანუ ეკონომიკური ერთეულის ექსპრეს-ანალიზი უნდა ჩატარდეს ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლების ერთობლივი გამოყენების საფუძველზე.

მრავალკრიტერიუმიანი პრობლემების გადაწყვეტისთვის ნაშრომში შემოთავაზებულია არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის შედეგები [21,22,23,52,54]. მას საკმაოდ გამოკვეთილი უპირატესობები გააჩნია შეფასების სხვა მეთოდებთან შედარებით: პირველ რიგში იგი საშუალებას გვაძლევს, ერთ ჭრილში განვიხილოთ და გამოვიყენოთ როგორც რაოდენობრივი, ასევე ხარისხობრივი მაჩვენებლები. მეორეს მხრივ საწყისი პარამეტრების პროგნოზის დროს, გადაწყვეტილებების მიმღები პირისგან მოითხოვება არა ზუსტი ალბათური შეფასებები, არამედ საკმარისია საპროგნოზო პარამეტრების მნიშვნელობების შესახებ საანგარიშო დიაპაზონის დაფიქსირება.

ეკონომიკური ერთეულის საქმიანობის ნებისმიერი სახის ანალიზი და მათ შორის ექსპრეს-ანალიზიც თავისი ფორმით მაჩვენებელთა სისტემის, მახასიათებლების ანალიზს წარმოადგენს. მაჩვენებელთა სისტემა, რომელიც ახასიათებს გარკვეულ ეკონომიკურ სუბიექტს ან მოვლენას, წარმოადგენს

ურთიერთდაკავშირებული სიდიდეების ერთობლიობას. ყოველი კუთხით ასახავს მოცემული სუბიექტის მდგომარეობას და განვითარების პერსპექტივებს. მაჩვენებელთა სისტემის კლასიფიკაცია მრავალი ნიშნით არის შესაძლებელი. თავისი შინაარსის მიხედვით მაჩვენებელთა სისტემა იყოფა ხარისხობრივ და რაოდენობრივ მაჩვენებლებად. ხარისხობრივი მაჩვენებლები განსაზღვრავენ შესასწავლი ობიექტების არსებით თავისებურებებს და თვისებებს, რაოდენობრივი მაჩვენებლები კი განსხვავებული განზომილების რიცხვითი მახასიათებლებია.

არსებობს ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლების ფართო ჩამონათვალი. მაგ., [1,3,5,37,54]-ში განხილულია შემდეგი სახის ხარისხობრივი მაჩვენებლები: მიზნობრივი (რომელთა შემადგენლობაც განისაზღვრება ქვეყანაში სოციალურ-ეკონომიკური სიტუაციებით); გარე და ეკოლოგიური (მოიცავს სამართლებრივ-საკანონმდებლო უზრუნველყოფას და ეკონომიკური ერთეულის „დამოკიდებულებას“ ეკოლოგიასთან);სამეცნიერო-ტექნიკური, ტექნოლოგიური (ახასიათებს სამრეწველო ფორმებში ტექნიკურ და ტექნოლოგიურ მდგომარეობას და თანამედროვეობას); საბაზრო და ა.შ.

შეფასების მაჩვენებელთა სისტემა იმით განსხვავდება მაჩვენებელთა ჩვეულებრივი ნაკრებისგან, რომ მას აუცილებლად გააჩნია რაღაც „მორგანიზებული“ საწყისი, რომელიც განაპირობებს ცალკეული მაჩვენებლის ფორმირებას და შემდეგ მათ გაერთიანებას ერთ მთლიანად, შესაბამისი კავშირებით.

ნაშრომში მაჩვენებელთა სისტემის ფორმირებისთვის ასეთ საწყისად შემოთავაზებულია ეკონომიკური სუბიექტის საქმიანობის ბიზნეს-გეგმა და მასში არსებული ძირითადი მონაცემები, ის აუცილებელი მახასიათებლები, რომლებიც ბიზნეს-გეგმის შემადგენელი განყოფილებების და მთლიანი ბიზნეს-გეგმის სრულყოფისთვის არის განმსაზღვრელი. ფინანსური ანგარიშების ის ფორმები, რომელიც პირველ თავშია წარმოდგენილი. ამ მოსაზრებიდან გამომდინარე ნაშრომში მოცემულია შეფასების ხარისხობრივი მაჩვენებლების შემდეგი სისტემა (სამაგალითო):

ფირმის ორგანიზაციულ-ტექნიკური დონე: ძირითადი მიზნების რეალიზაციას განაპირობებს მართვის ორგანიზაციული სტრუქტურა, ხოლო მისი ეფექტურ და ხარისხობრივ რეალიზაციას უზრუნველყოფს ტექნიკურ-ტექნოლოგიური და საწარმოო მახასიათებლები, მათი თანამედროვეობა.

ფირმის ეკონომიკური პოტენციალის მდგომარეობა: ეკონომიკური სუბიექტის თანამშრომელთა კვალიფიკაცია, ძირითადი საშუალებების არსებობა და მათი თავისუფალი გამოყენების შესაძლებლობა განსაზღვრავს რეალიზაციიდან მიღებულ შემოსავლებსაც და ეკონომიკური პოტენციალის მისაღებ მდგომარეობასაც.

ფინანსური მდგრადობა: ფინანსური ანალიზი ნებისმიერი ბიზნეს-გეგმის ძირითადი შემადგენელია. აქ გამოყენებული უნდა იქნეს ფინანსური ანგარიშების მონაცემები, რათა განისაზღვროს ფინანსური მდგრადობის არსებული დონე და გაუმჯობესების შესაძლებლობები.

მარკეტინგული საქმიანობის დონე: პროდუქციის კონკურენტუნარიანობის მახასიათებლები, გასაღების ბაზრების შესახებ მონაცემების, სარეკლამო საქმიანობის ხარისხის და სხვა მონაცემების დამუშავებით დგინდება მარკეტინგული საქმიანობის დონე და ფირმის შიდა სისუსტეები.

ფირმის საქმიანობის ეფექტურობის პირობები: საინვესტიციო მიმზიდველობის დონე, თვით გამოსყიდვის უნარი და ვადები, ფინანსური დაბანდებები გარკვეულწილად განსაზღვრავენ ეფექტურობის ზოგად დონეს.

რისკების დონე: ეკონომიკური საქმიანობის რისკები ბევრნაირია, მათი კვლევა უნდა მოხდეს დასახული მიზნების შესაბამისად. ნაშრომის მიზნებიდან გამომდინარე აქ ორგანიზაციულ და ეკოლოგიურ რისკებზე შეიძლება გამახვილდეს ყურადღება.

ნებისმიერი ეკონომიკური ერთეულის საქმიანობა მიმდინარეობს რისკის და ბევრი განუსაზღვრელობის პირობებში, ამიტომ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია რისკების ხარისხობრივი შეფასების პარალელურად მოვახდინოთ რისკების რაოდენობრივი შეფასებაც, რაოდენობრივი მეთოდების გამოყენებით.

მაჩვენებელთა სისტემის მოცემული ჩამონათვალი არ არის უნივერსალური და კონკრეტულ ეკონომიკურ სუბიექტთან მიმართებაში ის შესაძლებელია შეიცვალოს როგორც რაოდენობრივად ასევე შინაარსით, თუმცა მიგვაჩნია, რომ „მარგანიზებული საწყისი“ – ბიზნეს-გეგმა და მისი მონაცემები არ უნდა შეიცვალოს.

ხარისხობრივი მაჩვენებლების შეფასებას ახორციელებს კვალიფიციური ექსპერტების ჯგუფი, პრაქტიკულად გამართლებულია თუ ასეთ ჯგუფში მონაწილეობას მიიღებენ ფირმის კვალიფიციური თანამშრომლები სხვადასხვა ფუნქციური რგოლებიდან. ექსპერტთა ჯგუფში უნდა შედიოდეს არანაკლებ 10 ექსპერტი (ჩავთვალოთ, რომ ხელმძღვანელობისთვის ყველა ექსპერტი არის ერთნაირი რეიტინგის მქონე). ფირმის ხარისხობრივი შეფასებისთვის ავირჩიოთ ბაზური მაჩვენებლების სისტემა (ანუ ლინგვისტური ცვლადი „მაჩვენებლის დონე“ ხუთი არამკაფიო ქვესიმრავლით [19,21]:

- B1.* არამკაფიო ქვესიმრავლე „მაჩვენებლის ძალიან დაბალი დონე“;
- B2.* არამკაფიო ქვესიმრავლე „მაჩვენებლის დაბალი დონე“;
- B3.* არამკაფიო ქვესიმრავლე „მაჩვენებლის საშუალო დონე“;
- B4.* არამკაფიო ქვესიმრავლე „მაჩვენებლის მაღალი დონე“;
- B5.* არამკაფიო ქვესიმრავლე „მაჩვენებლის ძალიან მაღალი დონე“.

ნაშრომის მიზნებიდან გამომდინარე საჭიროა ქულებით შეფასების მაგივრად შემოვიღოთ რიცხვითი სკალა. ამისთვის გამოვიყენოთ არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის შესაძლებლობები, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს ყოველ აღწერილ შეფასებას მივუსადაგოთ ტრაპეციისმაგვარი არამკაფიო რიცხვი $[0,1]$ შუალედში (ცხრილი 2.1). ეს რიცხვები ჩავთვალოთ მახასიათებლის არამკაფიო შეფასებად. ე.ი. ხარისხობრივი მაჩვენებლის შეფასების შედეგი წარმოადგენს 0-ს და 1-ს შორის მდებარე არამკაფიო რიცხვს.

ცხრილი 2.1. შეფასების სკალა არამკაფიო რიცხვების გათვალისწინებით

	ძალიან	დაბალი	საშუალო	მაღალი	ძალიან
--	--------	--------	---------	--------	--------

	დაბალი				მაღალი
არამკაფიო შეფასება	(0;0;0.1;0.3)	(0.1;0.3;0.3;0.5)	(0.3;0.5;0.5;0.7;	(0.5;0.7;0.7;0.9;)	(0.7;0.9;1;1;)

ექსპერტები შეფასების შედეგებს აფიქსირებენ ანკეტებში, სადაც შესაფასებელ კითხვას მისადაგებული აქვს არამკაფიო შეფასება ყოველი კითხვის გასწვრივ (ცხრილი 2.2). რადგანაც შეფასებაში მონაწილეობს ბევრი ექსპერტი, აუცილებელია თითოეული მათგანის აზრის გათვალისწინება, ამიტომ უნდა განისაზღვროს თითოეული მაჩვენებლის შესაბამისი არამკაფიო რიცხვის საშუალო არითმეტიკული შეფასება.

ცხრილი 2.2. ფირმის ექსპერტული შეფასების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლები

ხარისხობრივი მაჩვენებლის დასახელება	მაჩვენებლის მახასიათებელი ძირითადი კითხვები	0;0;0,1;0,3	0,1;0,3,;0,3;0,5	0,3;0,5;0,5;0,7	0,5;0,7;0,7;0,9	0,7;0,9;1;1
1.ორგანიზაციულ-ტექნიკური დონე	მართვის ორგანიზაციული სტრუქტურა					
	ტექნიკური და ენერგეტიკული					
	აღჭურვილობა მექანიზაციის და ავტომატიზაციის ხარისხი					
	ტექნოლოგიური პროცესების პროგრესულობა					
2. ეკონომიკური პოტენციალის მდგომარეობა	თანამშრომელთა რაოდენობა და კვალიფიკაციის დონე					
	ძირითადი და დამხმარე საშუალებები					
	ძირითადი საშუალებების თავისუფალი გამოყენების ხარისხი					
	პროდუქციის რეალიზაციიდან შემოსავლების დონე					
3. ფინანსური	საკუთარი საბრუნავი					

მდგრადობა	კაპიტალის დონე					
	საკუთარი კაპიტალის შესაბამისობა ბალანსის ვალუტასთან					
	აქტივების შესაბამისობა საწესდებო კაპიტალთან					
	გრძელვადიანი ვალდებულებები					
4. მარკეტინგული საქმიანობის დონე	გასაღების ბაზრები, მომხმარებელი					
	პროდუქციის კონკურენტუნარიანობა					
	მოთხოვნის დონე (საბაზრო)					
	სარეკლამო საქმიანობა					
5. ორგანიზაციის ეფექტურობის პირობები	საინვესტიციო მიზიდველობის დონე					
	აქტივების რენტაბელობა					
	საკუთარი კაპიტალის გამოსყიდვის უნარი					
	მოკლევადიანი ფინანსური დაბანდებები					
6. რისკის დონე	გაუმართლებლად რთული ორგანიზაციული სტრუქტურა					
	კონკურენციის დონე					
	მესაკუთრეების მიერ ხელმძღვანელობის კონტროლი					
	ეკოლოგიური მდგომარეობა					
7. წარმოების საკროგნოზო მოცულობა	რაოდენობრივი					
8. ერთეულის გეგმიური თვითღირებულება	რაოდენობრივი					

შეფასებისთვის შეიძლება გამოყენებული იქნას რაოდენობრივი მაჩვენებლებიც (7 და 8 ცხრილი 2.2-ში), თუმცა აუცილებელია ანკეტის შემავსებელ

ექსპერტს მიეთითოს რაოდენობრივი მაჩვენებლის მნიშვნელობა რიცხვითი შუალედის სახით. ეს ალბათ უნდა შეასრულონ ფუნქციურმა სამსახურებმა.

ფირმის მდგომარეობის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლებით შეფასებისას წინასწარი შეფასების ეტაპზე, აუცილებელი ხდება მიღებული შეფასებების ნაკრების მიყვანა საბოლოო, ინტეგრალურ შეფასებამდე. ამისთვის მიზანშეწონილია შესრულდეს შემდეგი მოქმედებები:

შეფასებისთვის შეიძლება გამოყენებული იქნას რაოდენობრივი მაჩვენებლებიც (7 და 8 ცხრილი 2.2-ში), თუმცა აუცილებელია ანკეტის შემავსებელ ექსპერტს მიეთითოს რაოდენობრივი მაჩვენებლის მნიშვნელობა რიცხვითი შუალედის სახით. ეს ალბათ უნდა შეასრულონ ფუნქციურმა სამსახურებმა.

მნიშვნელოვანია შეფასების მაჩვენებლების წარმოდგენა მახასიათებლების ფორმით, რომელიც შეფასების შედეგების მეტ სიზუსტეს განაპირობებს.

ფირმის მდგომარეობის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლებით შეფასებისას, აუცილებელი ხდება მიღებული შეფასებების ნაკრების მიყვანა საბოლოო, ინტეგრალურ შეფასებამდე. ამისთვის მიზანშეწონილია შესრულდეს შემდეგი მოქმედებები:

1. შეფასების სკალის ფორმირება;
2. თითოეული მაჩვენებლის შეფასება არამკაფიო რიცხვებით;
3. რაოდენობრივი მაჩვენებლების ნორმირება (თუ ხდება შეფასება მათი საშუალებით);
4. მაჩვენებლების რანჟირება ყოველი ექსპერტის მიერ;
5. შეთანხმებულობის დონის დადგენა ექსპერტთა შორის;
6. ყოველი მაჩვენებლისთვის შესაბამისი წონის დადგენა;
7. მაჩვენებლების არამკაფიო შეფასებების გამოთვლა მახასიათებლების შეფასებების საშუალებით;
8. მაჩვენებლების არამკაფიო შეფასებების აგრეგირება მოცემული წონების

საშუალებით და ინტეგრალური მაჩვენებლის დადგენა;

9. კომპლექსური ცვლადის ფორმირება (მთავარი კრიტერიუმი—ეტალონი)

10. ორგანიზაციის მდგომარეობის საბოლოო შეფასება და ანალიზი.

შეფასების მაჩვენებლებისთვის წონების დათვლა წარმოადგენს საკმაოდ მნიშვნელოვან და შინაარსობრივ ეტაპს. ამ დროს ექსპერტმა უნდა გადაწყვიტოს, რომელი მაჩვენებელია უფრო მნიშვნელოვანი (პრიორიტეტული), სხვა მაჩვენებლებთან შედარებით, რაც განსაზღვრავს კიდევ შედეგის საბოლოო სახეს.

შეფასების მაჩვენებლებისთვის წონების დადგენის განსხვავებული მეთოდები არსებობს [24,52], მათ შორის სტანდარტულ მეთოდებს წარმოადგენს ანალიტიკური იერარქიის პროცესი, რომელიც შემოთავაზებული იყო საატის მიერ [21].

ნაშრომში გამოყენებულია შეფასების მაჩვენებლების წონების დათვლის მეთოდი, რომელიც [52]-შია დამუშავებული. აღნიშნული მეთოდი ეფუძნება მაჩვენებლების ჯამური რანგების შედარების შედეგებს. ჯამური რანგები გამოიყენება ექსპერტთა შეთანხმებულობის დონის დასადგენ კონკორდაციის კოეფიციენტის გამოთვლის პროცესში და თუ ექსპერტების შეთანხმებულობა დამაკმაყოფილებელია, მაშინ მისაღები იქნება წონების დათვლის ასეთი წესიც.

ექსპერტული შეფასების შეთანხმებულობის დონეს, რომელიც მიღებულია ყველა ექსპერტის მიერ მაჩვენებელთა რანჟირების შემდეგ, ახასიათებენ შეთანხმებულობის კოეფიციენტით (კონკორდაციის კოეფიციენტი) W (ფორმულა (2.1)). რაც მეტია W მით უფრო მეტად შეთანხმებულად (საიმედოდ) ითვლება შეფასებები.

$$W = \frac{12 \cdot \sum_{i=1}^n \Delta R_i^2}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}, \quad \Delta R_i = R_i - \bar{R}, \quad (2.3)$$

სადაც R_i – რანგების ჯამია i -რი მაჩვენებლებისთვის, მინიჭებული ყველა ექსპერტის მიერ; j – ნომერი შეესაბამება j -ურ ექსპერტს $j = 1, \dots, m$; m –

ექსპერტის რაოდენობა; i – შეესაბამება მაჩვენებლების ნომერს: $i = 1, 2, \dots, n$; n – შეფასების მაჩვენებლების რაოდენობა; \bar{R} – რანგების ჯამების საშუალო მნიშვნელობა; T_j – განიხილება მაშინ, როცა რომელიმე ექსპერტს აქვს თანხვედნილი შეფასებები. ჩვეულებრივად შეთანხმებულობის დონე ითვლება დამაკმაყოფილებლად, თუ $W > 0,5$ და კარგია როცა $W > 0,7$.

თუ შეთანხმებულობის დონე ექსპერტებს შორის დაბალია, მაშინ უნდა დადგინდეს ახრთა განსხვავებულობის მიზეზი. შედეგები უნდა ეცნობოს ექსპერტული კომისიის ყველა წევრს, ამის შემდეგ უნდა მოხდეს მაჩვენებლების ხელახალი გამოკვლევა და შეიცვალოს მათი შეფასებები.

ამ ეტაპზე შესაძლებელია გამოყენებული იქნას „დელფის“ მეთოდი.

შეფასებისთვის შეიძლება გამოყენებული იქნას რაოდენობრივი მაჩვენებლები, რომელთაც აქვთ, განსხვავებული განზომილების ერთეული. ამიტომ აუცილებელია მათი გადაყვანა განზომილების არ მქონე რიცხვებში. ასეთი ნორმირების მიზანია რაოდენობრივი მაჩვენებლის წარმოდგენა არამკაფიო რიცხვის სახით, რომელიც მოთავსებული იქნება $[0, 1]$ შუალედში. რაოდენობრივი მაჩვენებლების ნორმირება საშუალებას მოგვცემს რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების მიღებული არამკაფიო შეფასებები მივიყვანოთ ერთ ინტეგრალურ შეფასებამდე.

თუ მაჩვენებლის უკეთესი მნიშვნელობა არის მაქსიმალური სიდიდე, მაშინ ნორმირებას ვახდენთ შემდეგი წესით: რიცხვით დიაპაზონში მოცემულ რიცხვის ყოველ შემადგენელს ვყოფთ მათ შორის მაქსიმალურზე. ასეთ მაჩვენებლად ჩვენს შემთხვევაში შეიძლება ჩაითვალოს დასამუშავებელი პროდუქციის წარმოების საპროგნოზო მოცულობა.

თუ $B = (b_1, b_2, b_3, b_4)$ არის შეფასების რაოდენობრივი მაჩვენებლის არამკაფიო მნიშვნელობა, რომლის უკეთესი მნიშვნელობა არის მაქსიმალური სიდიდე, მაშინ ნორმირების შემდეგ შეფასების მაჩვენებელს ექნება სახე:

$$\bar{B} = \left(\frac{b_1}{b_{max}}; \frac{b_2}{b_{max}}; \frac{b_3}{b_{max}}; \frac{b_4}{b_{max}} \right), \quad (2,4)$$

სადაც $b_{max} = \max(b_1, b_2, b_3, b_4)$. თუ მაჩვენებლის უკეთესი მნიშვნელობა არის მისი მინიმალური სიდიდე, მაშინ მას ვყოფთ არამკაფიო რიცხვის ყოველ შემადგენელზე. შეფასების მაჩვენებელი შეიძლება იყოს პროდუქციის ერთეულის გეგმიური თვითღირებულება.

თუ $B = (b_1, b_2, b_3, b_4)$ არის რაოდენობრივი მაჩვენებლის არამკაფიო მნიშვნელობა, რომლის მინიმალური სიდიდეც ითვლება უფრო უკეთესად. მაშინ ნორმირების შემდეგ შეფასების მაჩვენებელი იქნება

$$\bar{B} = \left(\frac{b_{min}}{b_{ma1}}, \frac{b_{min}}{b_2}, \frac{b_{min}}{b_3}, \frac{b_{min}}{b_4} \right), \quad (2.4)^1$$

სადაც $b_{min} = \min(b_1, b_2, b_3, b_4)$. რაოდენობრივი მაჩვენებლების ფორმირებული არამკაფიო რიცხვები $(b_1^k, b_2^k, b_3^k, b_4^k)$ აკმაყოფილებენ ცხად უტოლობებს:

$$0 \leq (b_1^k, b_2^k, b_3^k, b_4^k) \leq 1, \text{ სადაც } k - \text{რაოდენობრივი მაჩვენებლების რიცხვია.}$$

ვთქვათ კვლევის ობიექტის პარამეტრების შეფასება, არამკაფიო X_1, X_2, \dots, X_n რიცხვებითაა, მაჩვენებლების შესაბამისი წონებია $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$, სადაც $\alpha_i \geq 0$ და $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$. მაშინ, ობიექტის ინტეგრალური შეფასება ტოლი იქნება:

$$X = \sum_{i=1}^n \alpha_i X_i.$$

თუ მაჩვენებლების მნიშვნელობები იქნება ტრაპეციისმაგვარი არამკაფიო რიცხვები $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, x_{i4}), i = 1, 2, \dots, n$, მაშინ:

$$X = \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i x_{i1}; \sum_{i=1}^n \alpha_i x_{i2}; \sum_{i=1}^n \alpha_i x_{i3}; \sum_{i=1}^n \alpha_i x_{i4} \right). \quad (2,4)^2$$

როგორც ვხედავთ არამკაფიო რიცხვთა მეთოდის საშუალებით ვითვალისწინებთ მაჩვენებელთა მნიშვნელობების არაცხად ფორმას, ე.ი. მაჩვენებელთა ზუსტი გეგმიური მნიშვნელობების დადგენა შეუძლებელია.

აქ ისმევა ძირითადი კითხვა: როგორ დავუკავშიროთ მიღებული ინტეგრალური არამკაფიო რიცხვი, ფორმის „შესაფასებელი მდგომარეობის“ დონეს? აქ საკითხის კვლევა გრძელდება ორი მიმართულებით: პირველი უფრო მარტივი და ზოგადია: ინტეგრალურ არამკაფიო შეფასების მიღების შემდეგ, შესაძლებელი არის მისი შესაბამისი რიცხვითი მნიშვნელობის (განზოგადო-

ებული შეფასების) გამოთვლა. არსებობს რამდენიმე განსხვავებული მეთო-
დი. მაგ., ჩიუ-პარკის, ჩანგის, კაუფტმან-გუფტის და სხვ. [22,23].

ნაშრომში წარმოდგენილია გამოსაყენებლად და გამოსათვლელად მარტივი
ჩანგის მეთოდი: თუ $X = (x_1, x_2, x_3, x_4)$ არის ინტეგრალური არამკაფიო შეფა-
სება, მაშინ ფორმულა

$$ch(x) = \frac{x_3^2 + x_3 \cdot x_4 + x_4^2 - x_1^2 - x_1 \cdot x_2 - x_2^2}{6} \quad (2.5)$$

გვადლევს შესაბამის „მკაფიო“ ნამდვილ რიცხვს. შედარებისთვის შეიძლება
გამოვიყენოთ ჩიუ-პარკის მეთოდიც:

$$Cp(A) = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4}{4} + k \cdot \frac{x_2 + x_3}{2}. \quad (2.6)$$

(2.6) ფორმულაში ხდება k პარამეტრის დაფიქსირება და ითვლება არამკაფიო
რიცხვის შესაბამისი ნამდვილი რიცხვი [23].

რადგანაც ინტეგრალური არამკაფიო რიცხვი ხვდება (0;1) შუალედში, ხოლო
არამკაფიო რიცხვი (0,7;0,9;1;1) შეესაბამება შეფასებას „ძალიან მაღალი დო-
ნეს“ („რეალური ორიენტირი“) ცხრილი 2.1-ში, ამიტომ შეიძლება (2.5)-ით მი-
სი მიყვანა განზოგადოებულ მაჩვენებელამდე – მკაფიო რიცხვამდე (ის 0,195-
ის ტოლია). (0.5;0,7;0,7;0,9) არამკაფიო რიცხვი შეესაბამება მაჩვენებლის
„მაღალ დონეს“ განზოგადებული მაჩვენებლით – 0.14 და ა.შ. ამის შემდეგ
ვასკვნით: რომელ განზოგადოებულ მაჩვენებელთანაც იქნება უფრო ახლოს
ინტეგრალური შეფასების შესაბამისი განზოგადოებული მაჩვენებელი ის
იქნება ფირმის შესაფასებელი მდგომარეობის მანიშნებელიც.

რაც შეეხება მეორე მიმართულებას, ის შემდეგში მდგომარეობს:

ნაშრომში [23] მოცემული სქემის მიხედვით ავაგოთ ახალი არამკაფიო კომპ-
ლექსური ცვლადი „ფირმის მდგომარეობა“. მთლიანი A სიმრავლე შედგება
ხუთი გადამკვეთი არამკაფიო სიმრავლისგან:

- A1. არამკაფიო ქვესიმრავლე „უკიდურესი უიმედობა“;
- A2. არამკაფიო ქვესიმრავლე „უიმედობა“;

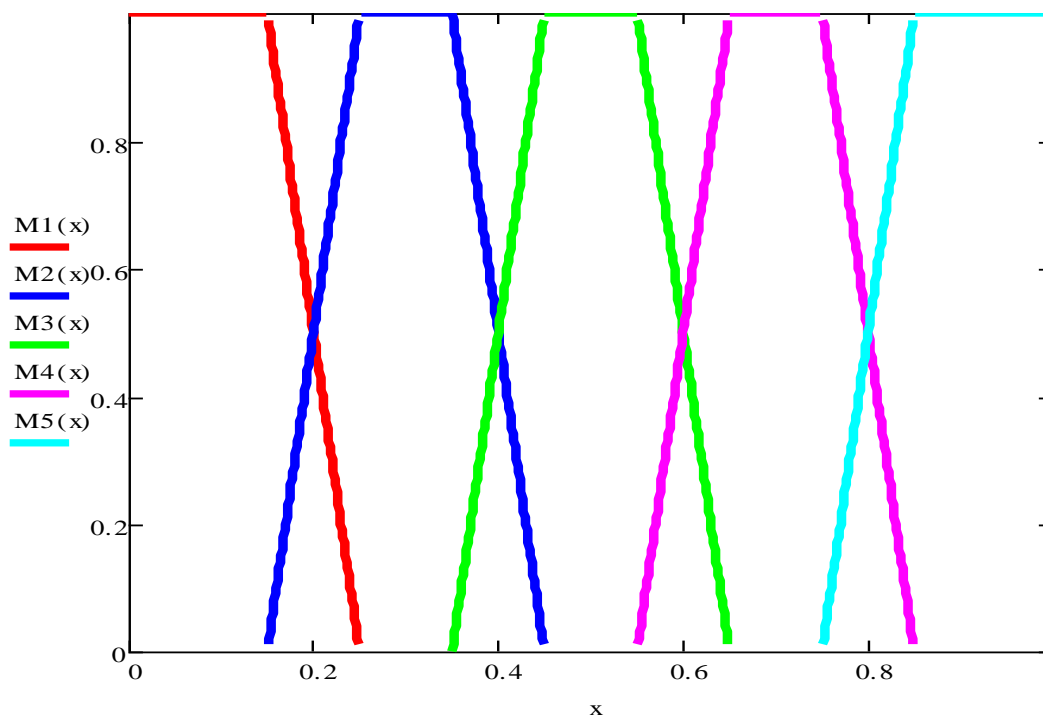
- A3. არამკაფიო ქვესიმრავლე „საშუალო დონე“;
- A4. არამკაფიო ქვესიმრავლე „შედარებითი საიმედოობა“;
- A5. არამკაფიო ქვესიმრავლე „უმაღლესი საიმედოობა“.

ყოველ ქვესიმრავლეს A_1, \dots, A_5 შეესაბამება თავისი არამკაფიო რიცხვი და მიკუთვნების ფუნქცია $M_1(NS), \dots, M_5(NS)$ (ცხრილი 2.3), სადაც NS -ით აღნიშნულია ფირმის მდგომარეობის კომპლექსური მაჩვენებელი.

ცხრილი 2.3. ფირმის მდგომარეობის შეცნობის წესი

მნიშვნელობის ინტერვალი	პარამეტრის დონის კლასიფიკაცია	მიკუთვნების ფუნქცია
$0 < NS < 0,15$	„უკიდურესი უიმედობა“	1
$0,15 < NS < 0,25$	„უკიდურესი უიმედობა“	$M_1 = 10(0,25 - NS)$
	„უიმედო“	$1 - M_1 = M_2$
$0,25 < NS < 0,35$	„უიმედო“	1
$0,35 < NS < 0,45$	„უიმედო“	$M_2 = 10(0,45 - NS)$
	„საშუალო დონე“	$1 - M_2 = M_3$
$0,45 < NS < 0,55$	„საშუალო დონე“	1
$0,55 < NS < 0,65$	„საშუალო დონე“	$M_3 = 10(0,65 - NS)$
	„შედარებითი საიმედო“	$1 - M_3 = M_4$
$0,65 < NS < 0,75$	„შედარებითი საიმედო“	1
$0,75 < NS < 0,85$	„შედარებითი საიმედო“	$M_4 = 10(0,85 - NS)$
	„უმაღლესი საიმედო“	$1 - M_4 = M_5$
$0,85 < NS < 1,0$	„უმაღლესი საიმედო“	1

მისი გრაფიკული წარმოდგენა მოცემულია სქემა 2.3-ზე.



სქემა 2.3.

არამკაფიო კომპლექსური მაჩვენებლის გრაფიკული წარმოდგენა

ამ ეტაპზე ექსპერტთა ჯგუფი კვლავ ერთვება საქმეში. ისინი ადარებენ ინტეგრალურ არამკაფიო შეფასებას – NS მოცემულ ცხრილს, აანალიზებენ შედეგების შედეგს და აკეთებენ დასკვნას ფირმის მდგომარეობის შესახებ (რაც უფრო მაღალია NS , მით უფრო „საიმედოა“ ფირმის მდგომარეობა).

არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიით რაოდენობრივად შევაფასოთ შესაფასებელი ობიექტის რისკის სიდიდე (საშუალო კვადრატული გადახრა σ). ტრაპეციისმაგვარ არამკაფიო რიცხვთან $X = (x_1, x_2, x_3, x_4)$ შეიძლება დავაკავშიროთ ორი რიცხვითი მახასიათებელი საშუალო მნიშვნელობა $E(X)$ და დისპერსია – $Var(x)$, რომლებიც გამოითვლებიან ფორმულებით:

$$E(X) = \frac{x_1 + 2x_2 + 2x_3 + x_4}{6}; \quad (2.7)$$

$$Var(X) = \frac{(x_4 - x_1)^2 + 2(x_4 - x_1)(x_3 - x_2) + 3(x_3 - x_2)^2}{24}; \quad (2.8)$$

$$\text{რის შემდეგაც } \sigma = \frac{\sqrt{Var(X)}}{E(X)}. \quad (2.9)$$

მოცემულ ფორმულებს ადგილი აქვს მაშინ, თუ მიკუთვნების ფუნქცია არის ალბათური განაწილების სიმკვრივე (არანორმირებული) და განვიხილავთ შესაბამისი შემთხვევითი სიდიდის მათემატიკურ ლოდინს და დისპერსიას.

§ 2.4. „ექსპრეს ანალიზის“ ექსპერტული მეთოდის პრაქტიკული რეალიზაცია

განვიხილოთ მაგალითი: დავუშვათ, რომ საჭიროა რაიმე ფირმის ზოგადი ანალიზის ჩატარება („ექსპრეს-შეფასება“). შეფასებას ატარებს 10 ექსპერტი (ერთნაირი რეიტინგით). §2.3-ში წარმოდგენილ მეთოდის ეტაპების თანმიმდევრობის შესაბამისად, პირველ ეტაპზე ექსპერტულმა ჯგუფმა უნდა დაამუშაოს მაჩვენებელთა სისტემა და შეფასების არამკაფიო შკალა (ცხრილებში 2.1 და 2.2 მოცემული ფორმა). შემდეგ ეტაპზე ყოველი ექსპერტი თავის მოსაზრებას გამოთქვამს მაჩვენებელთა სისტემაში (ცხრილი 2.2), მაჩვენებლების პრიორიტეტის შესახებ, ე.ი. ანიჭებს თითოეულ მაჩვენებლებს რანგს (ადგილი ჩამონათვალში აღნიშნავს მაჩვენებლის რანგს) (ცხრილი 2.4).

ცხრილი 2.4. მაჩვენებელთა სისტემის რანგების განაწილება ექსპერტთა ჯგუფით

მაჩვენებლები	ექსპერტების მიერ მაჩვენებლების რანჟირება										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	R _i
1. ფირმის ორგანიზაციულ-ტექნიკური დონე	1	2	1	3	2	3	1	3	2	2	20
2. ფირმის ეკონომიკური პოტენციალი	5	7	2	2	4	1	2	5	4	3	35
3. ფირმის ფინანსური მდგომარეობა	2	1	3	1	1	2	4	1	1	1	17
4. ფირმის მარკეტინგული საქმიანობა	6	5	4	4	5	5	3	2	3	5	43
5. ფირმის ეფექტურობის პირობები	3	4	6	5	7	6	7	4	3	6	51
6. რისკის დონე	4	3	5	6	3	4	5	6	5	4	45
7. წარმოების მოცულობა	8	8	7	7	8	8	8	7	8	8	77
8. ერთეულის გეგმიური თვითღირებულება	7	6	8	8	6	7	6	8	7	7	70

შემდეგ ეტაპზე ყოველი ექსპერტი ავსებს ბლანკს, რომელიც ცხრილი 2.2-ის

სახითაა წარმოდგენილი. ექსპერტების მიერ მიღებული ინფორმაცია თავს იყრის ერთ გასაანალიზებელ ბლანკზე. შეფასების პირველი ხარისხობრივი მაჩვენებლისთვის ბლანკის ფორმა მოცემულია ცხრილი 2.5-ში. ანალოგიურად ხდება დანარჩენი ხარისხობრივი მაჩვენებლების შეფასებაც.

ცხრილი 2.5. ხარისხობრივი მაჩვენებლის – ორგანიზაციულ-ტექნიკური დონე, ექსპერტული შეფასება

მაჩვენებლის დასახელება	ძირითადი კითხვები რომლითაც ვახასიათებთ მაჩვენებელს	პირველი მაჩვენებლის არამკაფიო შეფასება				
		(0;0;0.1; 0,3)	(0,1;0,3; 0,3;0,5)	(0,3;0,3; 0,5;0,7)	(0,5;0,7; 0,7;0,9)	(0,7;0,9; 1; 1)
ფირმის ორგანიზაციულ-ტექნიკური დონე	მართვის ორგანიზაციული სტრუქტურა			XXX	XXXX	XXX
	ტექნიკური და ენერგეტიკული აღჭურვილობა			XXXX	XXXX	XX
	მექანიზაციის და ავტომატიზაციის ხარისხი			XXXX	XXX	XXX
	ტექნიკური პროცესების პროგრესულობა			XXXX	XXXX	XXX
	მაჩვენებლის ჯამური არამკაფიო შეფასება	(0.475; 0.678; 0.7; 0.9)				

კომპიუტერული პროგრამა MathLab-ის ბაზაზე შეიქმნა პროგრამული პროდუქტი, რომელიც ცხრილი 2.4-ის მონაცემებით ადგენს ექსპერტთა შეთანხმებულობის დონეს (ითვლის კონკორდაციის კოეფიციენტ W-ს) (2.1)-ით:

$$W = \frac{12 \cdot \sum_{i=1}^n \Delta R_i^2}{[m^2(n^3-n) - m \sum_{j=1}^m T_j]} = 0.763, \quad (2.10)$$

ხოლო შემდეგ ახდენს ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლებისთვის წონების დათვლას [2]-ში მოცემული წესით (ცხრილი 2.6).

ცხრილი 2.6. მაჩვენებელთა წონები განხილული ამოცანისთვის

შეფასების მაჩვენებელი	წონა
ფირმის ორგანიზაციულ-ტექნიკური დონე	0.22
ფირმის ეკონომიკური პოტენციალი	0.12

ფირმის ფინანსური მდგომარეობა	0.26
ფირმის მარკეტინგული საქმიანობა	0.1
ფირმის ეფექტურობის პირობები	0.09
რისკის დონე	0.1
პროდუქციის წარმოების მოცულობა	0.06
ერთეულის გეგმიური თვითღირებულება	0.06

შემდეგ ეტაპზე პროგრამა ყოველი ხარისხობრივი მაჩვენებლისთვის (ცხრილი 2.5-ში), ითვლის ჯამურ არამკაფიო შეფასებას აღწერილი წესით. ყველა ექსპერტის აზრის გასათვალისწინებლად უნდა მოხდეს ჯამური არამკაფიო მაჩვენებლის საშუალო არითმეტიკულის მოძებნა. მეთოდულად მოცემული წესით არის მიღებული რაოდენობრივი მაჩვენებლების არამკაფიო შეფასებებიც. §2.3 გამოთვლების შედეგები წარმოდგენილია ცხრილი 2.7-ში. ცხრილი 2.6 და ცხრილი 2.7-ს მონაცემებით ითვლება შეფასების ინტეგრალური მაჩვენებელი. ის მიიღება მაჩვენებელთა წონების და არამკაფიო ჯამური შეფასებების წრფივი კომბინაციის გამოყენებით.

ცხრილი 2.7. ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლების ჯამური არამკაფიო შეფასება

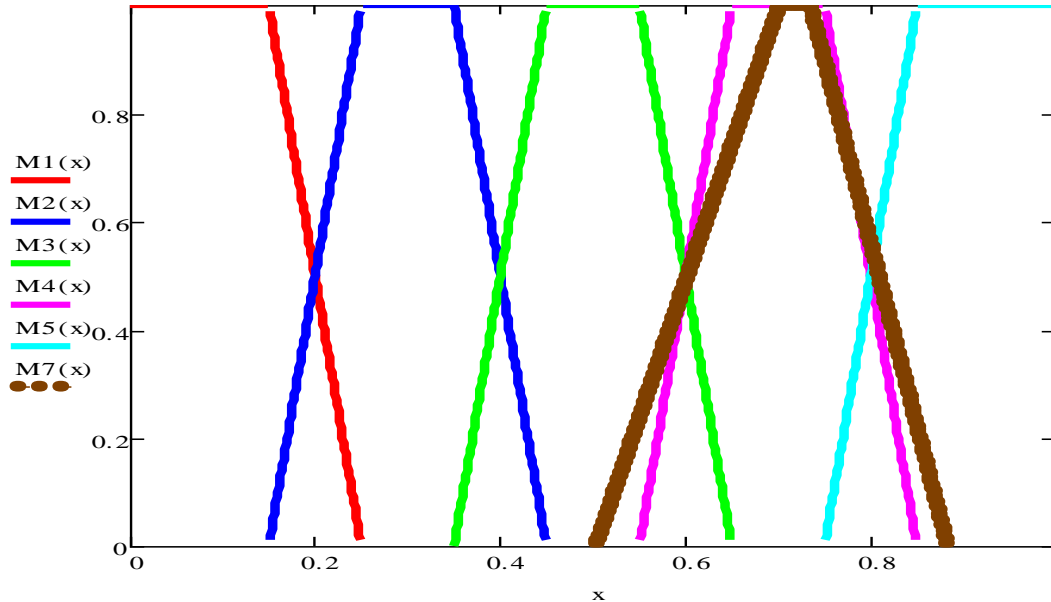
შეფასების მაჩვენებელი	ჯამური არამკაფიო შეფასება
ფირმის ორგანიზაციულ-ტექნიკური დონე	(0.475; 0.678; 0.7; 0.9)
ფირმის ეკონომიკური პოტენციალი	(0.465; 0.665; 0.688; 0.843)
ფირმის ფინანსური მდგომარეობა	(0.51; 0.71; 0.743; 0.878)
ფირმის მარკეტინგული საქმიანობა	(0.44; 0.64; 0.655; 0.825)
ფირმის ეფექტურობის პირობები	(0.465; 0.665; 0.69; 0.84)
რისკის დონე	(0.51; 0.71; 0.74; 0.88)
წარმოების მოცულობა	(0.422; 0.646; 0.785; 1)
ერთეულის გეგმიური თვითღირებულება	(0.794; 0.906; 0.951; 1)

თუ ინტეგრალურ არამკაფიო რიცხვს აღვნიშნავთ SNG-ით, მაშინ ჩვენი შემთხვევისთვის:

$$SNG = (0.503; 0.701; 0.735; 0.883). \quad (2.11)$$

მისი შესაბამისი რიცხვითი მნიშვნელობა ფორმულა (2.2)-დან იქნება

$$ch(SNG) = \frac{x_3^2 + x_3 \cdot x_4 + x_4^2 - x_1^2 - x_1 \cdot x_2 - x_2^2}{6} = 0.146.$$



სქემა 2.4. კომპლექსური და ინტეგრალური მაჩვენებლების შედარება

რიცხვითი მნიშვნელობა საკმაოდ ახლოს იმყოფება 0.194-თან, მაგრამ უფრო ახლოს არის შეფასებასთან 0.14, რომელიც შეესაბამება მდგომარეობას „მალა-ლი დონე“. რაც გვაძლევს გავაკეთოთ ზოგადი დასკვნა – ფირმას აქვს შედარებით საიმედო მდგომარეობა, თუმცა მცირე თანაკვეთა აქვს საშუალო საიმედოობასთან. ეს კი ნიშნავს ფირმის გარკვეულ სისუსტეებს, შეფასების რომელიმე მაჩვენებლის მიხედვით. ექსპერტთა ჯგუფმა უნდა გაანალიზოს ეს შემთხვევა, ცხრილი 2.6-დან გამოავლინოს შესაბამისი მაჩვენებელი ან მაჩვენებლები და ინფორმაცია მიაწოდოს გადაწყვეტილების მიმღებ პირს შემდგომი რეაგირებისთვის. რაც შეეხება მეორე მიმართულებას, ის შემდეგში მდგომარეობს: ექსპერტთა ჯგუფი ამუშავებს კომპლექსურ მაჩვენებელს NS, ცხრილი 2.3-ში მოცემული ფორმით და ადარებს მას მიღებულ არამკაფიო ინტეგრალურ მაჩვენებელს SNG (სქემა 2.5). ექსპერტები აანალიზებენ შედა-

რების შედეგს და აკეთებენ დასკვნას ფირმის მდგომარეობის შესახებ. არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიაში შესაძლებელია მოვძებნოთ სიმრავლეთა თანაკვეთა (იხილეთ §2.2).

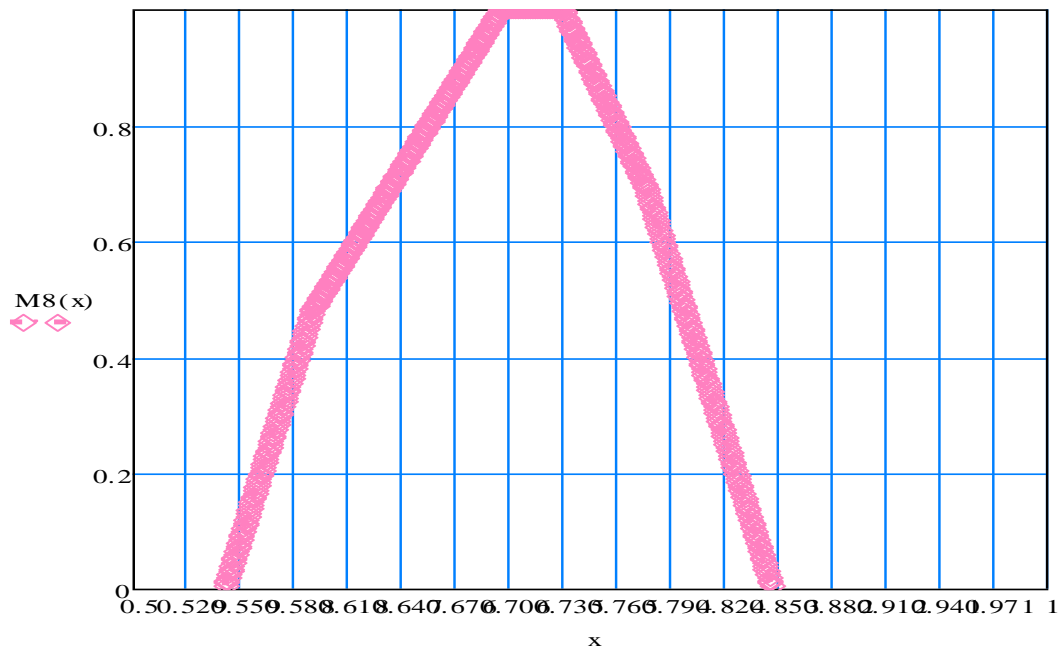
სქემა 2.5.
ფირმის
„ექსპრეს
ანალიზის“
საბოლოო
შედეგი

როგორც

სქემა 2.5-

დან ჩანს

(0.55; 0.70) და (0.73; 0.85) შუალედებში ექსპერტები დარწმუნებით ვერ აფიქსირებენ საიმედოობის დონეს, თუმცა (0.70; 0.73) შუალედში მათ



დარწმუნებით შეუძლიათ დააფიქსირონ ფირმის შედარებით საიმედო მდგომარეობა.

ზოგადად, რაც უფრო მაღალია SN_G , მით უფრო „საიმედოა“ ფირმის მდგომარეობა. რისკის რაოდენობრივი მნიშვნელობის მისაღებად დათვლილია მათემატიკური ლოდინი და დისპერსია:

$$E(X) = \frac{x_1 + 2x_2 + 2x_3 + a_4}{6} = 0,832;$$

$$Var(X) = \frac{(x_4 - x_1)^2 + 2(x_4 - x_1)(x_3 - x_2) + 3(x_3 - x_2)^2}{24} = 0,007;$$

$$\text{რის შემდეგაც მიღებულია: } \sigma = \frac{\sqrt{Var(X)}}{E(X)} = 0.102.$$

დასკვნა. ფირმის შეფასების წარმოდგენილი მეთოდიკა ექსპერტთა ჯგუფის კვალიფიკაციას და განსჯის შედეგებს ეფუძნება, რომელიც გარკვეულწილად სუბიექტურ ფაქტორებსაც შეიცავს. მნიშვნელოვანია დამუშავებულმა მოდელმა ადეკვატურად ასახოს კვლევის ობიექტის თავისებურებები და მახასიათებლები, ობიექტზე არსებული ინფორმაციულ განუსაზღვრელობისას, ამიტომ ის რაც ვიცით და როგორც ვიცით ყველაფერი ასახვას პოულობს ლოგიკურ-მათემატიკურ ფორმალიზმში, რომელზეც დაფუძნებულია მეთოდი. ვგულისხმობთ არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის „შესაძლებლობებს“, რომლის გარეშეც რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების ერთდროული გამოყენება და შესაბამისად მსგავსი მეთოდიკის ფორმირება თითქმის შეუძლებელი იქნებოდა. ეს მეთოდის უდავო უპირატესობაა.

წარმოდგენილი მეთოდი არ არის საბოლოო. შესაძლებელია მისი გაუმჯობესება სხვადასხვა მიმართულებით: პირველ რიგში ეს არის მაჩვენებელთა სისტემის სრულყოფა; მაჩვენებელთა რაოდენობის ცვლილება, სხვადასხვა „განმსაზღვრელი საწყისის“ ფორმირება, თითოეული მაჩვენებლის უფრო დეტალიზებული ანალიზი, წონების დადგენა ქვემაჩვენებლებისთვის და ინტეგრალური შეფასების მიღება ორმაგი შეჯამების გამოყენებით და ა.შ. შესაძლებელია წონების დადგენის სხვადასხვა მეთოდის გამოყენება.

დასმული ამოცანიდან გამომდინარე შეიძლება შესაბამისი მაჩვენებელთა სისტემის წინასწარი დამუშავება და გარკვეული მონაცემთა ბაზის შექმნა.

თავი 3. მარკეტინგულ ანალიზში ფასწარმოქმნის პროცესის ძირითადი შემადგენლების მოდელირება და კვლევა

§ 3.1. მარკეტინგული ანალიზის ძირითადი ამოცანები და კვლევის მეთოდები. ფასწარმოქმნა კონკურენტულ ბაზარზე

3.1.1. მარკეტინგული საქმიანობის მიზნები და კვლევის მეთოდების ანალიზი

მარკეტინგული ანალიზი ეს არის შესაბამის ბაზარზე პროცესების და მოვლენების, ასევე საკუთარი ინოვაციური და სავაჭრო სარეალიზაციო საქმიანობის შეფასება, განსაზღვრა, მოდელირება და პროგნოზირება სტატისტიკური, ეკონომეტრიკული და კვლევის სხვა მეთოდების დახმარებით.

განსაკუთრებული ინტენსივობით ვითარდება მათემატიკურ მოდელებში თანამედროვე კომპიუტერული ტექნოლოგიების და ძლიერი პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენების პროცესი [27,30,32,33,68].

ზოგადად მარკეტინგული ანალიზის მიზნებს წარმოადგენს:

- ბაზრის მდგომარეობის შეფასება და განვითარების პროგნოზირება;
- საქონლის კონკურენტუნარიანობის ანალიზი;
- კონკურენტების ქმედებების პროგნოზირება;
- კომერციული რისკების ანალიზი.

მარკეტინგულ ანალიზში გამოყოფენ ოპერატიულ (ოპერაციულ) და სტრატეგიულ ანალიზს. ოპერაციულ დონეზე ანალიზი იწყება ბაზრის კონიუნქტურის შეფასებით. შეფასება ხდება:

- წონასწორობის სიტუაციის;
- თანმიმდევრული განვითარების;
- განვითარების ტენდენციების;
- განვითარების მდგრადობის;
- განვითარების ციკლურების.

სტრატეგიულ დონეზე ხდება ბაზრის შედარებით სიღრმისეული ანალიზი, რომელიც ნიშნავს:

- ფირმის მაკრო გარემოს ანალიზს;
- მსყიდველობითი მოთხოვნის და შესაბამისი ფასების პროგნოზს;
- მომხმარებელთა ქცევების ანალიზს და მოდელირებას;
- კონკურენციულ ანალიზს.

მარკეტინგული ანალიზის რეალიზაცია გულისხმობს საკმაოდ მოცულობითი ტრადიციული მეთოდოლოგიური აპარატის გამოყენებას. მათ შორის შეიძლება გამოვყოთ [30,32,33]:

- მრავალგანზომილებიანი მეთოდები (ფაქტორული ანალიზი და კლასტერული ანალიზი) (§ 1.5).
- გადაწყვეტილებათა მიღების სტატისტიკური თეორიის მეთოდი (მასობრივი მომსახურების თეორია, თამაშთა თეორია) გამოიყენება საბაზრო სიტუაციების ცვლილებებზე მომხმარებლების რეაქციის ალბათური აღწერისთვის;
- ოპერაციათა კვლევის დეტერმინირებული მეთოდები (წრფივი და არაწრფივი პროგრამირება) გამოიყენება ოპტიმალური გადაწყვეტილების მისაღებად, როცა გვაქვს მრავალი დაკავშირებული ცვლადი;
- იმიტაციური მეთოდები გამოიყენება, როცა მარკეტინგული სიტუაციების განმსაზღვრელი ელემენტები, არ ექვემდებარება ანალიტიკურ გადაწყვეტილებებს;
- რეგრესიული და კორელაციური მეთოდები გამოიყენება იმ ცვლადებს შორის ურთიერთკავშირების დასადგენად, რომლებიც აღწერენ მარკეტინგულ საქმიანობას; აღნიშნულ მეთოდს განვიხილავთ მომდევნო პარაგრაფებში უფრო ვრცლად;

ნაშრომის ერთერთ ძირითად ამოცანას წარმოადგენს მარკეტინგულ ანალიზში ფასწარმოქმნის პრობლემის კვლევა კორელაციურ-რეგრესიული მეთოდებით, იმ დაშვებით, რომ ოპერაციული ანალიზის შედეგები მისაღებია და დროის საჭირო პერიოდის განმავლობაში არ იცვლება [33].

აღნიშნული ამოცანის გადაწყვეტა მოითხოვს სრული წარმოდგენა შევიქმნათ საბაზრო მოთხოვნა-მიწოდების ძირითად კანონებზე და მახასიათებლებზე,

ასევე მოდელირების საშუალებებზე, კერძოდ: კორელაციურ და რეგრესიული ანალიზის შესაძლებლობებზე, ეკონომეტრიკული მოდელირების თავისებურებებზე. კომპიუტერული და პროგრამული უზრუნველყოფის მიმართულებებზე. აღნიშნულ საკითხებს განვიხილავთ მომდევნო პარაგრაფებში.

3.1.2. ფასწარმოქმნის პროცესის ანალიზი და კვლევა

უნდა აღინიშნოს, რომ მოთხოვნის ფუნქციის გათვალისწინების გარეშე, მიუღებელია ბაზარზე ფასის დადგენა, ფასზე მოქმედი ზეგავლენის ფაქტორების გათვალისწინება. მიზანმიმართული საფასო პოლიტიკის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ფირმის საქონელზე დავადგინოთ ისეთი ფასები და ისე ვცვალოთ ისინი ბაზრის მახასიათებლებთან დამოკიდებულებაში, რომ შესაძლებელი გახდეს ბაზრის გარკვეული სეგმენტის დაკავება. ამასთან ერთად, უზრუნველყოფილი იქნეს დაგეგმილი მოგების მიღება და ფირმის სტრატეგიული და ოპერატიული მიზნების რეალიზება.

მაგალითად, ბევრი ფირმა მიისწრაფვის მოგების მაქსიმიზაციისაკენ, ისინი აფასებენ მოთხოვნას და დანახარჯებს ფასების სხვადასხვა დონესთან მიმართებაში და ირჩევენ ისეთ ფასს, რომელიც უზრუნველყოფს მაქსიმალური მიმდინარე მოგების მიღებას და დანახარჯების სრულად დაფარვას.

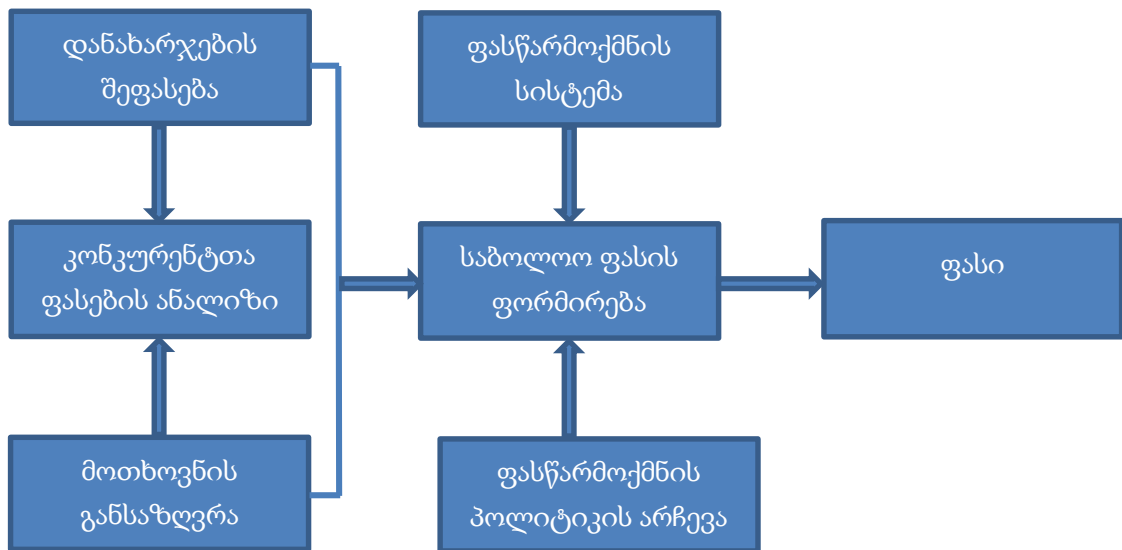
ყოველ ასეთ შემთხვევაში, ფირმებისათვის მიმდინარე ფინანსური მაჩვენებლები უფრო მნიშვნელოვანია ვიდრე გრძელვადიანი მაჩვენებლები.

სხვა ფირმებს სურვილი აქვთ გახდნენ ლიდერები ბაზრის წილის მაჩვენებლებით, იმ მოსაზრებიდან გამომდინარე, რომ ფირმას, რომელსაც ეკუთვნის ბაზრის ყველაზე დიდი წილი, შეიძლება ქონდეს ყველაზე დაბალი დანახარჯები და ყველაზე მაღალი გრძელვადიანი მოგება. ამიტომ, ასეთი ფირმები ცდილობენ დაადგინონ მაქსიმალურად დაბალი ფასები.

საბოლოო ფასის დადგენის პროცესი საკმაოდ რთულია, რადგან გარკვეული ეტაპების ანალიზს და შეფასებას საჭიროებს (სქემა 3.1) [27,68].

ფასების დადგენისთვის საჭიროა:

- დანახარჯების შეფასება;
- პოტენციური მოთხოვნების ფასზე დამოკიდებულების განსაზღვრა (სხვა თანაბარ პირობებში);
- კონკურენტების ფასების და პროდუქციის შეფასება.



სქემა 3.1. პროდუქციაზე ფასის დადგენის პროცესი

შესაძლო დანახარჯების გამოთვლის და შეფასების მრავალი მეთოდი და მოდელი არსებობს, მაგალითად [12,13,31,34]. ამიტომ მას ცალკე არ განვიხილავთ. თუმცა აუცილებელია დავაფიქსიროთ, რომ ყოველ ფირმას თვითონ, დამოუკიდებლად შეუძლია საკუთარი სრული დანახარჯების შეფასება და დარეგულირება, ასევე მიწოდების ფუნქციის აგება და მისი ფორმის დადგენა. აქედან გამომდინარე ვუშვებთ, რომ დანახარჯების სიდიდის შესახებ ინფორმაცია არსებობს და ცნობილია.

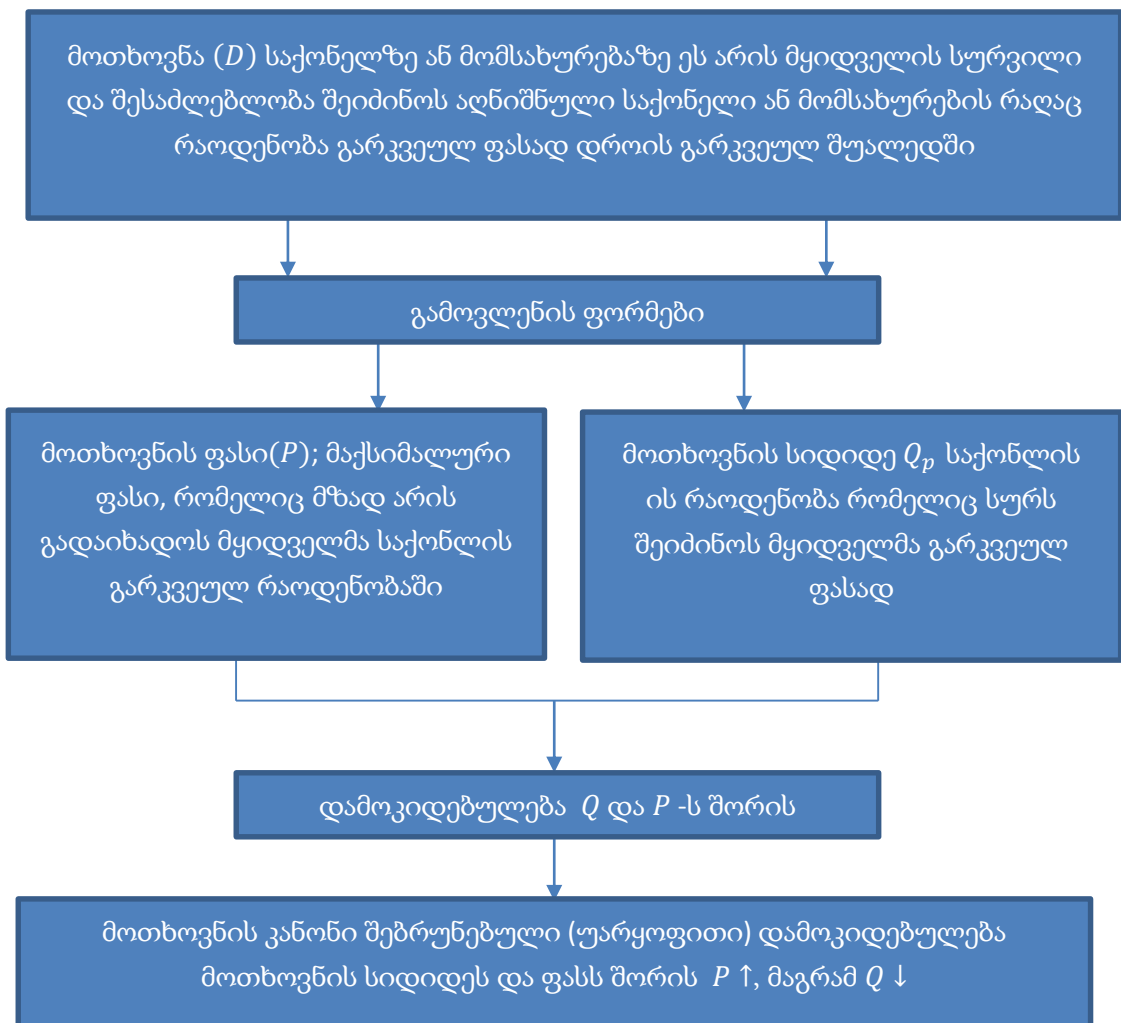
§ 3.2. მოთხოვნა, საბაზრო მოთხოვნის ძირითადი მახასიათებლების ანალიზი და კვლევა. მოთხოვნის ფასისმიერი ელასტიურობა. მიწოდების კანონი

3.2.1. მოთხოვნის კანონის არსი. მოთხოვნის მრუდი

ბაზარი ეს არის ინსტიტუტი ან მექანიზმი, რომელიც უზრუნველყოფს ცალ-

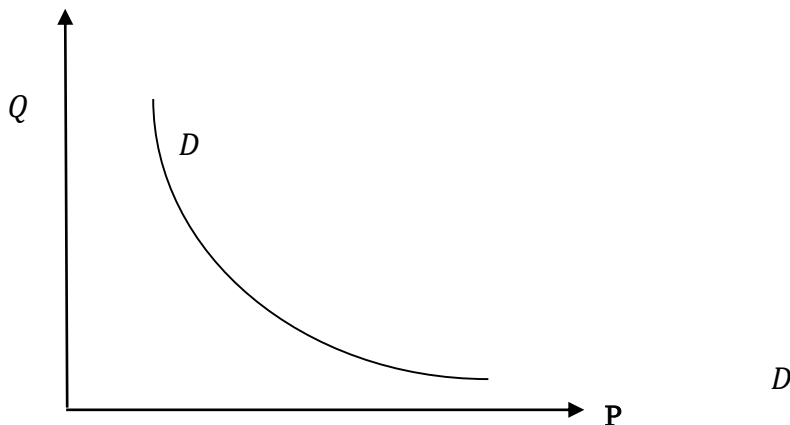
კეული პროდუქციის ან მომსახურების მყიდველების (მოთხოვნის წარმომდგენი) და გამყიდველების (მიმწოდებლების) ერთმანეთთან შეხვედრას. კონკურენტული ბაზრები გულისხმობს დიდი რაოდენობა დამოუკიდებლად მოქმედ მყიდველებს და გამყიდველებს, რომლებიც დაინტერესებულნი არიან იდენტური საქონლის გაცვლით. უფრო ზუსტად - ჩვენ განვიხილავთ ისეთ კონკურენტულ ბაზრებს როგორცაა ბირჟები. აქ წონასწორული ფასი დგინდება მომხმარებლების და მიმწოდებლების გადაწყვეტილებების შედეგად [7,9,31,34,50,68].

ტერმინი „მოთხოვნა“ გარკვეულ წილად სპეციფიკურია მეცნიერთათვის. მისი გამოსახვა შეიძლება გრაფიკის სახით და გვიჩვენებს პროდუქციის რაოდენობას, რომლის შემენაც სურს და გარკვეულ ფასად შეუძლია კიდევ მომხმარებელს დროის განსაზღვრულ პერიოდში.



სქემა 3.2. მოთხოვნის კანონის არსი

მოთხოვნის ძირითადი თვისებაა: ფასის შემცირება სხვა პარამეტრების უცვლელობის პირობებში (სხვა თანაბარ პირობებში), იწვევს მოთხოვნის სიდიდის შესაბამის ზრდას და პირიქით, ფასის ზრდა იწვევს მოთხოვნის სიდიდის შემცირებას. მოკლედ რომ ვთქვათ არსებობს უარყოფითი (შებრუნებული) კავშირი ფასს და მოთხოვნის სიდიდეს შორის (სქემა 3.2). ასეთ დამოკიდებულებას ეკონომიკაში ეწოდება მოთხოვნის კანონს. აღნიშნული უარყოფითი კავშირი პროდუქციის ფასს და მოთხოვნის სიდიდეს შორის შეიძლება გამოვსახოთ გრაფიკულად მართკუთხა კოორდინატთა სისტემაში. ფასი (P) როგორც დამოუკიდებელი ცვლადი, გადავზომოთ აბსცისთა ღერძზე, ხოლო მოთხოვნის სიდიდე (Q) ორდინატთა ღერძზე. მაშინ მოთხოვნის კანონს გრაფიკულად ექნება შემდეგი სახე (სქემა 3.3).



სქემა 3.3. მოთხოვნის სიდიდის გრაფიკული წარმოდგენა

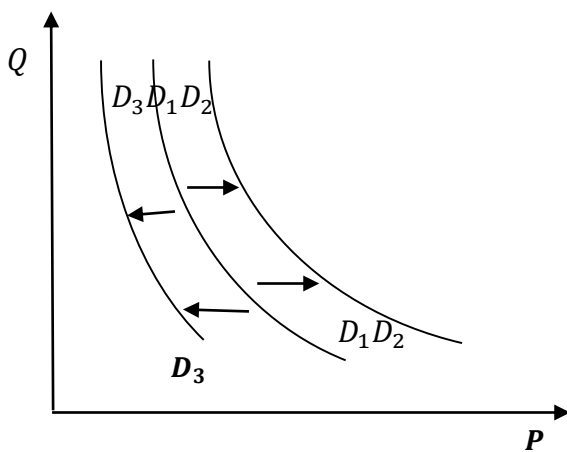
მას მოთხოვნის მრუდი ეწოდება და ხშირად ლიტერატურაში DD -ცვლადებით აღინიშნება [27,43,47,68]. აუცილებლად უნდა აღვნიშნოთ ის ფაქტი, რომ „ეკონომიკური თეორიის ტრადიციის“ მიხედვით, კოორდინატთა ღერძებზე ფასი და მოთხოვნის სიდიდე, სქემა 3.2-სგან განსხვავებით, ხშირად საპირისპიროდ არის წარმოდგენილი. აბსცისთა ღერძზე მოთხოვნის სიდიდეა გადაზომილი, ორდინატთა ღერძზე კი ფასი. ჩვენი მიზნებიდან გამომდინარე, შეიძლება გრაფიკული წარმოდგენის ორივე ფორმა დაგვჭირდეს, ამიტომ მან გაუგებრობა არ უნდა გამოიწვიოს.

აღნიშნული საკითხები განხილული იყო ერთი მომხმარებლის პოზიციიდან, რაც ცხადია სრულად ვერ ამოწურავს მოთხოვნის პრობლემას. ბაზარზე კონკურენციის არსებობა ნიშნავს ბევრი მყიდველის არსებობას (საჭიროა საბაზრო (ერთიანი) მოთხოვნის დაფიქსირება). მოთხოვნის ინდივიდუალური გაზომვებიდან საბაზრო მოთხოვნაზე გადასვლა ადვილად განხორციელებადია მოთხოვნის სიდიდეების უშუალო შეჯამებით, რომლებსაც წარმოგვიდგენს ყოველი მყიდველი სხვადასხვა შესაძლო ფასების დროს.

გრაფიკული თვალსაზრისით ეს ნიშნავს ინდივიდუალური მოთხოვნის მრუდეების შეერთებას ჰორიზონტალურად (ერთი და იგივე ფასის შემთხვევაში ყველა მომხმარებლისთვის) მოთხოვნის საერთო მრუდის მისაღებად.

3.2.2. მოთხოვნის დეტერმინანტების ანალიზი. მოთხოვნის ცვლილება

როდესაც აგებენ მოთხოვნის მრუდს, ვთქვათ ისეთს როგორც არის D_1 სქემა 3.4-ზე, გამოდიან იმ დაშვებიდან, რომ ფასი წარმოადგენს ნებისმიერი მოთხოვნილი პროდუქტის ყველაზე მნიშვნელოვან დეტერმინანტს (მოთხოვნის დეტერმინანტის ქვეშ გაიგება ფაქტორი, რომელსაც შეუძლია ზემოქმედება მოახდინოს მოთხოვნის ცვლილებაზე).

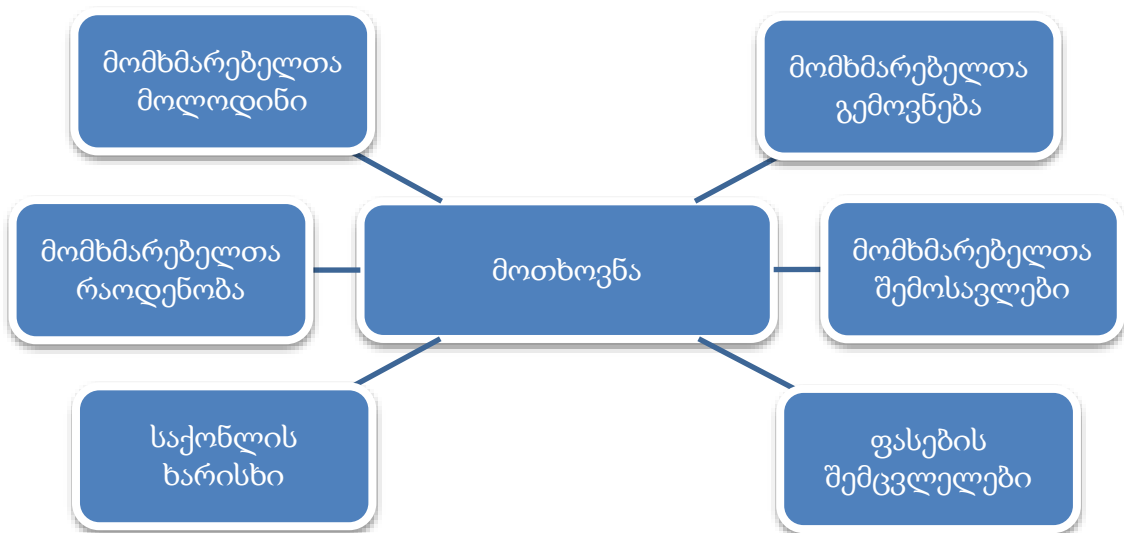


სქემა 3.4. პროდუქტიაზე მოთხოვნის ცვლილება

თუმცა ცნობილია რომ არსებობს სხვა ფაქტორებიც, რომლებსაც შეუძლიათ გავლენა მოახდინონ შესყიდვებზე და რეალურად ახდენენ კიდევაც. ასე რომ, როდესაც მოთხოვნის D_1 მრუდს აგებენ გულისხმობენ, რომ ეს ხდება „სხვა

თანაბარ პირობებში“, ანუ როცა მოთხოვნის არაფასისმიერი დეტერმინანტები უცვლელია. როცა ასეთი დეტერმინანტები რეალურად იცვლება, მოთხოვნის D_1 მრუდი გადაადგილდება მარჯვნივ (D_2) - ამ დროს მოთხოვნა იზრდება, ან გადაადგილდება მარცხნივ (D_3) - ამ დროს მოთხოვნა მცირდება. საბაზრო მოთხოვნის ძირითადი არაფასისმიერი დეტერმინანტებია:

1. მომხმარებლის რაოდენობა ბაზარზე;
2. მომხმარებელთა ფულადი შემოსავლები;
3. ფასები შემცვლელ საქონელზე;
4. საქონლის ხარისხი და ა.შ.



სქემა 3.5. მოთხოვნის არა ფასის მიერი დეტერმინანტები

მოთხოვნის დეტერმინანტებს დაწვრილებით არ განვიხილავთ, გამოვიყენებთ მხოლოდ თეორიაში კარგად ცნობილ შედეგებს:

3.2.3. მოთხოვნის ელასტიურობა. ელასტიურობის კოეფიციენტი

როგორც ვნახეთ მოთხოვნის კანონის მიხედვით საქონლის მოთხოვნილი რაოდენობა და შესაბამისი ფასი ერთმანეთთან უარყოფით დამოკიდებულებაში იმყოფებიან. მოთხოვნის სიდიდის პროგნოზირების ამოცანების გადაწყვეტის პროცესში ხშირად მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ, რამდენად

შეიცვლება მოთხოვნის მოცულობა მისი დეტერმინანტების ცვლილების საპასუხოდ, ვთქვათ ფასის ცვლილების შემთხვევაში.

ელასტიურობა ზოგადად ნიშნავს რეაგირების უნარს. აქედან გამომდინარე, მოთხოვნის ელასტიურობა ასახავს მოთხოვნილი საქონლის რაოდენობის რეაქციას ამ საქონლის ფასის ცვლილებაზე. მას მოთხოვნის ფასისმიერ ელასტიურობას უწოდებენ. მოთხოვნის ელასტიურობა ხასიათდება ელასტიურობის კოეფიციენტით - (E_D), რომელიც გამოიანგარიშება მოთხოვნის მოცულობის პროცენტული ცვლილების შეფარდებით ფასის პროცენტულ ცვლილებასთან:

$$E_D = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \% . \quad (3.1)$$

სხვადასხვა საქონელს განსხვავებული ელასტიურობა გააჩნია. მოთხოვნა პირველადი დანიშნულების საქონელზე (მაგ., კვების პროდუქტებზე), როგორც წესი ნაკლებად რეაგირებს ფასების ცვლილებაზე, ანუ ასეთი საქონელი „არაელასტიურია“. ფუფუნების საგნებზე მოთხოვნა კი უფრო მგრძობიარეა ფასების მიმართ. ასეთი საქონელი „ელასტიურია“.

თუ ფასის 1% ცვლილება გამოიწვევს მოთხოვნილი საქონლის რაოდენობის ცვლილებას 1%-ზე უფრო მეტით, მაშინ მოთხოვნა ელასტიურია (ამ დროს $E_D > 1$). თუ მოთხოვნის მოცულობის ცვლილება 1%-ზე ნაკლებია მაშინ მოთხოვნა არაელასტიურია (ამ დროს $E_D < 1$). შეიძლება რომ $E_D = 1$, როცა ფასის 1%-ით ცვლილება იწვევს მოთხოვნის სიდიდის 1%-ით ცვლილებას.

მოთხოვნის ელასტიურობის კვლევასთან და მისი კოეფიციენტის გამოთვლასთან დაკავშირებით გასათვალისწინებელია სამი მომენტი:

1. მოთხოვნის კანონის თანახმად ფასი და მოთხოვნის მოცულობა იცვლება საპირისპირო მიმართულებით, ამიტომ (3.1) გამოსახულებას განვიხილავთ მოდულში, რის გამოც ელასტიურობის კოეფიციენტი ყოველთვის დადებითია.
2. ის რომ ანგარიშებში გამოყენებულია პროცენტული და არა ფაქტიური

ცვლილება, საშუალებას იძლევა ელასტიურობის კოეფიციენტი გამოისახოს განზომილების გარეშე.

3. ფორმულები მოთხოვნის სიდიდის და ფასის პროცენტული ცვლილებების შესაბამისად არის $\Delta Q/Q$ და $\Delta P/P$. თუ მცირე პროცენტული ცვლილების დროს გამოსახულებების მნიშვნელში (Q და P) დიდ გავლენას ვერ ახდენენ ელასტიურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობაზე, $\Delta P = P_1 - P_2$ და $\Delta Q = Q_2 - Q_1$ დიდი მნიშვნელობების შემთხვევაში, $E_D = |\Delta Q/Q : \Delta P/P|$ - ფორმულის მაგივრად მიზანშეწონილია E_D -ს შემდეგი წესით გამოთვლა:

$$E_D = \frac{\Delta Q}{(Q_1 + Q_2)/2} : \frac{\Delta P}{(P_1 + P_2)/2} \quad (3,2)$$

სადაც P_1 და Q_1 არის თავდაპირველი ფასი და მოთხოვნის მოცულობა, ხოლო P_2 და Q_2 ახალი ფასი და მოცულობა.

(3.2) ფორმულას უწოდებენ მოთხოვნის ფასისმიერი ელასტიურობის კოეფიციენტის გამოსათვლელ ფორმულას [27,68].

თუ მოთხოვნის ცვლილებას განვიხილავთ სხვა დეტერმინანტების ცვლილებასთან კავშირში, მაშინაც ელასტიურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა (3.2) ფორმულით ითვლება, ოღონდ ფასის ცვლილების ΔP -ს მაგივრად ჩაიწერება სხვა დეტერმინანტის ცვლილება.

ანალოგიური სახე აქვს მიწოდების ელასტიურობის, (მიწოდების შესაძლო რეაგირება ფასის ცვლილებაზე) კოეფიციენტის გამოსათვლელ ფორმულასაც.

§ 3.3. კორელაციური და რეგრესიული ანალიზის გამოყენება მოდელირების პროცესში

3.3.1. კორელაციური და რეგრესიული ანალიზის ცნებები

სხვადასხვა სახის ამოცანების, მათ შორის მარკეტინგული ანალიზის და პროგნოზირების ამოცანების გადაწყვეტაში, ძალიან ხშირად გამოიყენება

სტატისტიკური, სხვადასხვა ანგარიშების (დათვლების) ან დაკვირვების შედეგად მიღებული მონაცემები. ამასთან, იგულისხმება რომ ეს მონაცემები წარმოადგენენ შემთხვევით სიდიდეების მნიშვნელობებს [9,31,34,37].

შემთხვევითი სიდიდე ქვია ცვლად სიდიდეს, რომელიც შემთხვევაზე დამოკიდებულებით დებულობს განსხვავებულ მნიშვნელობებს გარკვეული ალბათობით.

სხვადასხვა მაჩვენებლებს შორის (მათ შორის სტატისტიკური მონაცემებზე აგებულ ეკონომიკურ მაჩვენებლებს) ხშირად შეიმჩნევა სტოქასტიკური დამოკიდებულება, რომელიც გამოვლინდება იმაში, რომ ერთი შემთხვევითი სიდიდის განაწილების კანონის ცვლილება ხდება მეორეს ცვლილებით. სიდიდეებს შორის ურთიერთ კავშირი შეიძლება იყოს სრული (ფუნქციონალური) და არასრული. ფუნქციონალური დამოკიდებულების მაგალითია: პროდუქციის გამოშვება და მისი მოხმარება დეფიციტის პირობებში.

არასრულს წარმოადგენს დამოკიდებულება მაგალითად მუშის სამუშაო სტაჟს და მის შრომის მწარმოებლურობას შორის. ამ დროს სამუშაო სტაჟის ყოველ მაჩვენებელს (სიდიდეს) შეესაბამება შრომის მწარმოებლურობის მნიშვნელობების სიმრავლე, გამოწვეული სხვადასხვა ფაქტორებით: განათლება, გამოცდილება, ჯანმრთელობა და ა.შ.

მათემატიკური სტატისტიკის ნაწილს, რომელიც შეისწავლის შემთხვევით x და y სიდიდეებს შორის ურთიერთკავშირებს ქვია კორელაციური ანალიზი (ლათინურიდან correlation- შესაბამისობა, თანაფარდობა). კორელაციური ანალიზის ძირითად ამოცანას წარმოადგენს მოცემული მოვლენისთვის ან პროცესისთვის კავშირების ხასიათის და სიმჭიდროვის (სიმლიერის) დადგენა, დამოკიდებული (შედეგობრივ) და დამოუკიდებელ (ფაქტორულ) მაჩვენებლებს (სიდიდეებს) შორის.

კორელაციური კავშირი შეიძლება დადგინდეს კორელაციური ველის მიხედვით, ფაქტების მასიური მისადაგების შედეგად [26,35,44,49].

ფაქტორების ურთიერთ კავშირის სიმლიერე განისაზღვრება კორელაციის

კოეფიციენტის საშუალებით, რომელიც ითვლება სპეციალური წესით და მისი მნიშვნელობა დევს $[-1; 1]$ შუალედში. ამ კოეფიციენტის გამოთვლის წესს და მახასიათებლებს უფრო დაწვრილებით განვიხილავთ შემდეგ პარაგრაფებში. კორელაციური ანალიზი გამოიყენება შემთხვევით სიდიდეებს შორის კავშირების ხასიათის და სიმჭიდროვის (სიმლიერის) დასადგენად.

რეგრესიული ანალიზის მიზანს წარმოადგენს ავაგოთ, განვსაზღვროთ (შემდლოთ იდენტიფიცირება) რეგრესიის განტოლება, მისი პარამეტრების სტატისტიკური შეფასებების ჩათვლით. რეგრესიის განტოლება საშუალებას იძლევა ვიპოვოთ დამოკიდებული ცვლადის მნიშვნელობა თუ დამოუკიდებელი ცვლადის ან ცვლადების სიდიდეები ცნობილია.

პრაქტიკულად საქმე ეხება იმას, რომ გრაფიკზე წერტილების სიმრავლის ანალიზის საფუძველზე (იგულისხმება სტატისტიკური მონაცემების სიმრავლე) მოვძებნოთ მრუდი, რომელიც შეძლებისდაგვარად ზუსტად ასახავს მონაცემთა სიმრავლეში გამოხატულ კანონზომიერებებს, ესე იგი უნდა ავაგოთ რეგრესიის წირი. ფაქტორების რიცხვის მიხედვით განასხვავებენ ერთ, ორ და მრავალფაქტორიან რეგრესიის განტოლებას. კავშირის ხასიათის მიხედვით რეგრესიის ერთ ფაქტორიანი განტოლება იყოფა როგორც:

ა) წრფივი: $y = a + bx$, სადაც x ეგზოგენური (დამოუკიდებელი) და y ენდოგენური (დამოკიდებული, შედეგობრივი) ცვლადია. a და b პარამეტრებია;

ბ) ხარისხობრივი: $y = a \cdot x^b$;

გ) მაჩვენებლიანი: $y = a + b^x$;

დ) სხვა სახის.

ორ და მრავალფაქტორიან რეგრესიის განტოლებებს ნაშრომის მიზნებიდან გამომდინარე ცალკე განვიხილავთ [26,35,44,49,50].

3.3.2. წრფივი ერთ ფაქტორიანი რეგრესიის განტოლებაში ცვლადებს შორის კავშირის დადგენა. წრფივი რეგრესიის განტოლების პარამეტრების განსაზღვრა

წრფივი რეგრესიის აგების ამოცანის ფორმულირება შემდეგი სახით არის შესაძლებელი. ერთ x ცვლადზე დაკვირვების შედეგების საშუალებით უნდა შევაფასოთ და განვსაზღვროთ მეორე, y ცვლადის მოსალოდნელი მნიშვნელობები. თეორიულად, წრფივი რეგრესიის მოდელში x და y ცვლადებს შორის იგულისხმება შემდეგი სახის კავშირი:

$$y = \alpha + \beta \cdot x + \varepsilon, \quad (3.3)$$

სადაც $y \in Y$ არის დამოკიდებული ცვლადი (ლიტერატურაში შევხვდებით განსხვავებულადაც: შედეგობრივი ნიშანი, ენდოგენური ცვლადი, რეგრესანტი); $x \in X$ - დამოუკიდებელი ცვლადი (რეგრესორი, ფაქტორული ნიშანი, ეგზოგენური ცვლადი); $\varepsilon \in U$ - შემთხვევითი სიდიდე (ნაშთი ან შემთხვევითი გადახრა); α და β უცნობი პარამეტრებია. რეგრესიული მოდელი გრაფიკულად შეიძლება შემდეგნაირად წარმოვადგინოთ [26,35]:

სადაც, $Q_i = (x_i, \hat{y}_i)$, $i = 1, \bar{n}$;

$$\hat{y}_i = a + bx_i, \quad i = 1, \bar{n}; \quad (3.4)$$

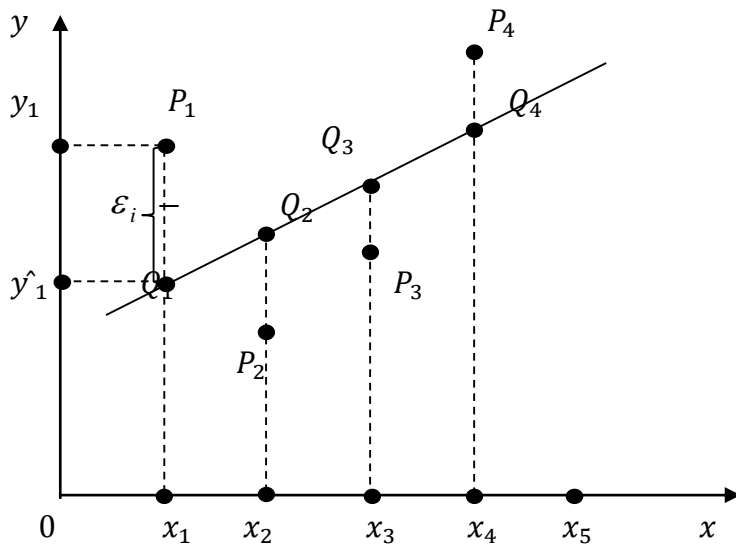
$$\varepsilon_i = y_i - \hat{y}_i, \quad i = 1, \bar{n}; \quad (3.5)$$

P_1, P_2, \dots არის x და y ცვლადების რეალური დაკვირვებით მიღებული მნიშვნელობები; Q_1, Q_2, \dots ცვლადების მნიშვნელობები ფიქსირდება, როცა გვაქვს რეგრესიის წირი [26,34,49].

(3.3) განტოლებას ქვია რეგრესიის განტოლება. რეგრესიული ანალიზის ამოცანაა: განისაზღვროს α და β უცნობი პარამეტრების შეფასებები P_i წერტილებით (სტატისტიკური მონაცემები) და შევძლოთ x და y ცვლადებით (ფაქტიური მნიშვნელობებით) წრფის მდებარეობის განსაზღვრა.

ვთქვათ, α და β შეფასებებით ავაგეთ (3.4) განტოლება $\hat{y}_i = a + bx_i$, სადაც a -

მუდმივია (α -ს შეფასება) და აღნიშნავს რეგრესიის წრფის OY ღერძთან გადაკვეთის წერტილს; b რეგრესიის კოეფიციენტია (β -ს შეფასება). ის აღნიშნავს წრფის დახრის კუთხეს და განსაზღვრავს შეფარდებას $\Delta y / \Delta x$; \hat{y} - ენდოგენური, დამოკიდებული ცვლადის თეორიული მნიშვნელობა. მიღებული (3.4) განტოლების გამოყენებით შეიძლება დავითვალოთ ℓ_i ანუ ε_i გადახრების კონკრეტული მნიშვნელობები განსახილველ ამორჩევაში (სქემა 3.6).



სქემა 3.6. რეგრესიული მოდელის გრაფიკული ინტერპრეტაცია

ვთქვათ, $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ არის დამოუკიდებელი, ეგზოგენური ცვლადის მნიშვნელობების ერთობლიობა, $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ არის დამოკიდებული ენდოგენური ცვლადის შესაბამისი მნიშვნელობების ერთობლიობა. ხოლო n არის დაკვირვებების რაოდენობა. დავუშვათ a და b შესაბამისად წარმოადგენს α და β პარამეტრების შეფასებებს (3.3) -ში.

a და b შეფასებების გამოთვლის შედარებით პოპულარულ მეთოდს წარმოადგენს უმცირეს კვადრატთა მეთოდი (უკმ). მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ კოორდინატთა სიბრტყეში (სქემა 3.6) წერტილების ფაქტიური მნიშვნელობების (მდებარეობის) საფუძველზე, ისე გავავლოთ რეგრესიის წრფე, რომ ამ წერტილებიდან ℓ_i გადახრების კვადრატების ჯამი წრფესთან მიმართებაში იყოს მინიმალური.

$$S(a,b) = \sum_{i=1}^n \ell_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2 \rightarrow \min . \quad (3.6)$$

რომ ვიპოვოთ ეს შეფასებები, უნდა გამოვთვალოთ $S(a,b)$ ფუნქციის კერძო წარმოებულები a და b არგუმენტებით, ე.ი $\frac{\partial S(a,b)}{\partial a}$ და $\frac{\partial S(a,b)}{\partial b}$ უნდა გავუტოლოთ 0-ს, რადგან ფუნქციის ექსტრემუმის არსებობის პირობაა შესაბამისი კერძო წარმოებულების 0-თან ტოლობა. ვღებულობთ სისტემას:

$$\begin{cases} \frac{\partial S(a,b)}{\partial a} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i) = 0 \\ \frac{\partial S(a,b)}{\partial b} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)x_i = 0 \end{cases} \quad (3.7)$$

ფრჩხილების გახსნის და გარდაქმნების შემდეგ, მივიღებთ ორუცნობიან წრფივ განტოლებათა სისტემას ორი განტოლებით:

$$\begin{cases} n \cdot a + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{cases} \quad (3.8)$$

პირველი განტოლების ყოველი წევრის n -ზე გაყოფით გვექნება:

$$a + b\bar{x} = \bar{y} . \quad (3.9)$$

უკმ-ს საშუალებით ვაგებთ წრფეს, რომელიც გადის წერტილებზე (\bar{x}, \bar{y}) . (2.8)

სისტემის ამოხსნის შემდეგ ვღებულობთ:

$$a = \bar{y} - b\bar{x} ; b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} , \quad (3.10)$$

სადაც $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ და $\bar{y} = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$ წარმოადგენენ შესაბამისად x

და y შემთხვევითი სიდიდეების საშუალო მნიშვნელობებს.

ნაშრომის მიზნებიდან გამომდინარე, შესაძლოა აქვე მოვიყვანოთ შემდეგი

სიდიდეების გამოსათვლელი ფორმულები.

- გადახრა საშუალო სიდიდეებიდან: $\Delta x_i = x_i - \bar{x}$; $\Delta y_i = y_i - \bar{y}$.
- დისპერსიის სიდიდე და საშუალო კვადრატული გადახრა:

$$D_x = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i^2}{n-1}; D_y = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta y_i^2}{n-1}; \sigma_x = \sqrt{D_x}; \sigma_y = \sqrt{D_y}. \quad (3.11)$$

დისპერსიის და საშუალო კვადრატული გადახრის სიდიდეები ახასიათებენ დასაკვირვებელი მნიშვნელობების გაფანტვას საშუალო მნიშვნელობების გარშემო. რაც მეტია დისპერსია მით მეტია გაფანტვა.

3.3.3. კორელაციის და დეტერმინაციის კოეფიციენტების გამოთვლა

ჩვენ განვიხილეთ კორელაციური კავშირის დადგენის შესაძლებლობა x და y -ის შესაბამის მნიშვნელობებს შორის. ამ ეტაპზე მნიშვნელოვანია დავადგინოთ, ფაქტორული ნიშნის ცვლილება როგორ გავლენას ახდენს შედეგობრივი ნიშნის ცვლილებაზე.

x და y შორის რომ არსებულიყო მკაცრად წრფივი ფუნქციონალური დამოკიდებულება, მაშინ \hat{y} -ის დასათვლელი მნიშვნელობები ზუსტად დაემთხვეოდა y -ის ფაქტიურ მნიშვნელობებს და იქნებოდა $y - \hat{y} = 0$.

სინამდვილეში დასათვლელი მნიშვნელობები გადახრილია ფაქტიურისაგან იმის გამო, რომ x და y კავშირი კორელაციურია. ურთიერთკავშირის სიძლიერის სიდიდის დასადგენად გამოიყენება კორელაციის კოეფიციენტი r_{yx} , რომელიც შემდეგი წესით გამოითვლება [24,26,35].

$$r_{yx} = \frac{M_{xy} - M_y M_x}{\sigma_x \cdot \sigma_y}, \quad (3.12)$$

სადაც $M(\cdot)$ - მათემატიკურ მოლოდინია; σ_x და σ_y გამოითვლება (2.11)-ით. x და y შემთხვევით სიდიდეებს შორის არსებული წრფივი კორელაციის ანალიზისას მიმართავენ მთელ რიგ დამოუკიდებელ ცდებს (დაკვირვებებს),

შედეგად ვლემულობთ წყვილებს (x_i, y_i) . თუ განვიხილავთ მიღებული შედეგების შესაბამის წყვილებს $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$. როგორც შემთხვევით ამორჩევას (x, y) სიდიდეების ყველა შესაძლო მნიშვნელობების ერთობლიობიდან; მაშინ შესაძლო ხდება ვიპოვოთ წრფივი კორელაციის ყველა პარამეტრის მიახლოებითი მნიშვნელობები, კერძოდ

$$Mx \approx \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, My \approx \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n};$$

$$\sigma_x^2 \approx \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}, \sigma_y^2 \approx \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1} \quad \text{და} \quad (3.13)$$

$$M(x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y}) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{n-1}. \quad (3.14)$$

რის შედეგადაც ვლემულობთ კორელაციის კოეფიციენტის მიახლოებით გამოსათვლელ ფორმულას:

$$r_{yx} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{(n-1)\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} =$$

$$= \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{(n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2) \cdot (n \cdot \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2)}} \quad (3.15)$$

r_{yx} ქვია კორელაციის ასარჩევი კოეფიციენტი. მოვიყვანთ კორელაციის კოეფიციენტის თვისებები დამტკიცების გარეშე [35,42,49].

თეორემა 3.1. კორელაციის კოეფიციენტი r_{xy} მოთავსებულია $(-1;1)$ შუალედში და აღწევს საზღვრებს მხოლოდ მაშინ, თუ x და y -ს შორის არსებობს წრფივი ფუნქციონალური დამოკიდებულება.

თეორემა 3.2. კორელაციის კოეფიციენტი დამოუკიდებელი შემთხვევითი სიდიდეების შემთხვევაში უდრის ნულს.

კორელაციის კოეფიციენტს არ აქვს განზომილება, ამიტომ ის თანაზომადია სხვადასხვა რიგის სიდიდეებისთვის. რაც უფრო ახლოა კოეფიციენტის აბსოლუტური მნიშვნელობა 1-თან, მით უფრო ძლიერია კავშირი x და y -ს შორის. ე.ი. თუ კოეფიციენტი მოდულით აღემატება 0,7-ს, $|r_{xy}| > 0,7$ მაშინ კავშირი საკმაოდ ძლიერია და არის სუსტი, თუ ის ნაკლებია 0,3-ზე: $|r_{xy}| < 0,3$.

კორელაციის კოეფიციენტის წინ ნიშანი მიუთითებს კავშირის მიმართულებას. პლიუსი - პირდაპირ დამოკიდებულებას, მინუსი კი შებრუნებულს.

შეიძლება დავითვალოთ დეტერმინაციის კოეფიციენტი R^2 , რომელიც წრფივი რეგრესიის (ერთ ფაქტორიანი) შემთხვევაში ტოლია კორელაციის კოეფიციენტის კვადრატის $R^2 = r_{yx}^2$ და აღნიშნავს, თუ რამდენი პროცენტით განსაზღვრავს x -ის ცვლილება y -ის ცვლილებას.

§ 3.4. უმცირეს კვადრატთა მეთოდის ძირითადი წინაპირობები

რეგრესიის კოეფიციენტების თვისებები დამოკიდებულია შემთხვევითი შემადგენლის თვისებებზე. იმისთვის რომ რეგრესიული ანალიზი, დაფუძნებული ჩვეულებრივ უმცირეს კვადრატთა მეთოდზე, იძლეოდეს ყველა შესაძლო შედეგებს შორის საუკეთესოს, საჭიროა შესრულდეს გარკვეული პირობები, რომელიც ცნობილია გაუს-მარკოვის პირობების სახელით [35,42,49]:

1. შემთხვევითი შემადგენლის მათემატიკური მოლოდინი ნებისმიერ დავირვებაში უნდა იყოს ნულის ტოლი. შემთხვევითი შემადგენელი ε_i შეიძლება იყოს დადებითი შეიძლება უარყოფითი, მაგრამ მას არ უნდა ახასიათებდეს სისტემატიური მონაცვლეობა დასახელებულ მიმართულებებში. პირობა ასე ჩაიწერება: $M(\varepsilon_i) = 0$.

ფაქტიურად თუ რეგრესიის განტოლება შეიცავს მუდმივ წევრს, მაშინ პირობა სრულდება ავტომატურად, რადგან მუდმივი წევრი განსაზღვრავს

y -ის სისტემურ ტენდენციებს და არ ითვალისწინებს რეგრესიის განტოლებაში ჩართულ დამოუკიდებელ ცვლადს.

2. მოდელში $y_i = a + bx_i + \varepsilon_i$, ε_i - გადახრა (ან დამოუკიდებელი ცვლადი y_i) არის შემთხვევითი სიდიდე, ხოლო x_i - არ არის შემთხვევითი. თუ ეს პირობა სრულდება, მაშინ კოვარიაცია დამოუკიდებელ ცვლადს და შემთხვევით წევრს შორის ნულის ტოლია.

3. ნებისმიერ ორ დაკვირვებაში შემთხვევითი შემადგენლის მნიშვნელობებს შორის არ არსებობს სისტემატური კავშირი. მაგალითად, თუ შემთხვევითი შემადგენელი დიდი და დადებითია ერთ რომელიმე დაკვირვებაში, მაშინ ამან არ უნდა განაპირობოს მუდმივი ტენდენცია, რომ ის დიდი და დადებითი იქნება შემდეგ დაკვირვებაშიც. შემთხვევითი სიდიდეები უნდა იყოს ერთმანეთისგან დამოუკიდებელი.

რადგან $M(\varepsilon_i) = M(\varepsilon_j) = 0$, ის შეიძლება ესეც ჩაიწეროს: $M(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$, სადაც $i \neq j$. ეს ნიშნავს, რომ ε_i და ε_j გადახრები არ არიან კორელირებული (შემთხვევითი შემადგენლის დამოუკიდებლობის პირობა).

4. შემთხვევითი შემადგენლის დისპერსია ყოველი დაკვირვებისთვის უნდა იყოს მუდმივი.

შემთხვევითი შემადგენელი შეიძლება იყოს მცირეც და დიდიც, თუმცა არ უნდა არსებობდეს აპრიორული მიზეზი ერთ დაკვირვებაში უფრო დიდი ცდომილების (გადახრის) წარმოსაშვებად, ვიდრე მეორეში. მუდმივი დისპერსია უცნობი სიდიდეა და აღინიშნება როგორც $\sigma^2(\varepsilon)$, ან σ_ε^2 , ხოლო პირობა ასე ჩაიწერება: $D(\varepsilon_i) = \sigma_\varepsilon^2$, ამიტომ რეგრესიული ანალიზის ერთერთი ამოცანაა შემთხვევითი შემადგენლის სტანდარტული გადახრის შეფასება.

გაუს-მარკოვის პირობებთან ერთად იგულისხმება, რომ შემთხვევითი წევრი განაწილებულია ნორმალურად. ეს ნიშნავს, რომ შესაბამისად ნორმალური განაწილება ექნებათ რეგრესიის კოეფიციენტებსაც.

§ 3.5. აგებული მოდელის სიზუსტის შემოწმება

3.5.1. რეგრესიის განტოლების და მისი კოეფიციენტების მნიშვნელოვნების ჰიპოთეზების სტატისტიკური შემოწმება

სტატისტიკური კვლევების ჩატარების დროს ხშირად წარმოიშვება აუცილებლობა, ზოგიერთი დასაშვები მტკიცებულების (ჰიპოთეზის) ფორმულირებისა და ექსპერიმენტული შემოწმებისა. თუ საწყისი მონაცემები ატარებენ შემთხვევით ხასიათს, მაშინ პასუხიც შეიძლება გაეცეს დარწმუნების გარკვეული ხარისხით - თუ შეცდომის ალბათობა მცირეა, მაშინ შეიძლება მსჯელობა ჩაითვალოს პრაქტიკული კუთხით მისაღებად.

სტატისტიკური ჰიპოთეზა - ეს არის დაშვება შემთხვევით სიდიდეზე, რომლის შემოწმება ხდება დაკვირვების შედეგებით. აღვნიშნოთ გამოთქმული დაშვება (ჰიპოთეზა) H ასოთი. ჩვენი მიზანია შევამოწმოთ, ხომ არ ეწინააღმდეგება ჩვენს მიერ გამოთქმული ჰიპოთეზა H ამოსარჩევ მონაცემებს.

გამოთქმული ჰიპოთეზის მისადაგების პროცედურას არსებულ შერჩევით მონაცემებთან (x_1, \dots, x_n) და მიღებული შედეგის სისწორის ხარისხის რაოდენობრივ შეფასებას, ეწოდება ჰიპოთეზების სტატისტიკური შემოწმება. ასეთი შემოწმება ხდება სტატისტიკური ჰიპოთეზის საშუალებით.

შესაბამისობის შედეგი შეიძლება იყოს უარყოფითი ან დადებითი. უარყოფით შედეგისას მონაცემები ეწინააღმდეგება გამოთქმულ ჰიპოთეზას და მასზე უნდა ვთქვათ უარი. დაკვირვების არაუარყოფითი შედეგი ნიშნავს, რომ ის არ ეწინააღმდეგება გამოთქმულ ჰიპოთეზას და ის შეიძლება მივიჩნიოთ ერთერთი დაშვების ამონახსნად. თუმცა ეს არ ნიშნავს, რომ ჩვენს მიერ გამოთქმული ჰიპოთეზა უკეთესია და არის ერთადერთი მისაღები.

არსებობს ბევრი განსხვავებული სტატისტიკური კრიტერიუმი, თუმცა ყველა მათგანი შეიძლება აიგოს ერთნაირი ლოგიკური სქემით, რომელიც შემდეგნაირად შეიძლება აღიწეროს:

ა) ისმება ჰიპოთეზა H_0 , რომელსაც ეწოდებათ „ძირითადი“ ან „ნულოვანი“.

ბ) მოიცემა მნიშვნელოვნების დონის მაჩვენებელი γ . შესაძლებელია, რომ H_0 ჰიპოთეზა იქნას უარყოფილი, მაშინ, როცა სინამდვილეში ის სამართლიანია. ეს არის ე.წ. I რიგის ცდომილება ალბათობით α . შეიძლება მოხდეს პირიქითაც: რაღაც β -ს ტოლი სიდიდით შეიძლება მივიღოთ ჰიპოთეზა მაშინ, როცა ის სინამდვილეში მცდარია, სამართლიანი აღმოჩნდება რომელიღაც ალტერნატიული H_1 ჰიპოთეზა. მას უწოდებენ II რიგის ცდომილებას. ასარჩევი მონაცემების ფიქსირებული მოცულობისას, ამ ცდომილებიდან ერთერთის ალბათობის სიდიდე აირჩევა თვითნებურად, წინასწარ.

ჩვეულებრივად α სიდიდე ნიშნავს შესამოწმებელი H_0 ჰიპოთეზის მცდარ წარმოსახვას. ამ ალბათობას უწოდებენ მნიშვნელოვნების დონეს ან კრიტერიუმის ზომას. როგორც წესი იყენებენ მნიშვნელოვნების დონის ზოგიერთ სტანდარტულ სიდიდეს ($\alpha = 0,1; 0,5; 0,025; 0,01; 0,005; 0,001$). უფრო გავრცელებულია $\alpha = 0,05$. ის აღნიშნავს, რომ საშუალოდ ასიდან ხუთ შემთხვევაში ჩვენ შეცდომით უარვყოფთ H_0 ჰიპოთეზას, მოცემული სტატისტიკური კრიტერიუმის მრავალჯერადი გამოყენების დროს [34,42,44].

გ) მოიცემა კრიტიკული სტატისტიკა დაკვირვების შედეგებზე დაფუძნებული ფუნქციის სახით. ის თვითონ არის შემთხვევითი სიდიდე და H_0 ჰიპოთეზის სამართლიანობის დაშვების შემთხვევაში, ექვემდებარება განაწილების რომელიმე კარგად შესწავლილ კანონს.

დ) განაწილების შესაბამისი ცხრილებიდან პოულობენ კრიტიკულ წერტილებს, რომელიც მოცემული სტატისტიკის თეორიული მნიშვნელობის არეს ყოფს სამ ნაწილად: მნიშვნელობების არაცხადი მცირე, არაცხადი დიდი და ცხადი(დამაჯერებელი) არე (H_0 ჰიპოთეზის სამართლიანობის პირობებში).

ე) ითვლიან კრიტიკულ რიცხვით მნიშვნელობას, ამოსარჩევი მონაცემების შესაბამის ფუნქციაში ჩასმით. თუ გამოთვლილი მნიშვნელობები ეკუთვნის სარწმუნო მნიშვნელობების არეს, მაშინ ითვლება, რომ H_0 ჰიპოთეზა არ

ეწინააღმდეგება ასარჩევ მონაცემებს. წინააღმდეგ შემთხვევაში, თუ გამოთვლილი მნიშვნელობა საკმაოდ მცირეა ან საკმაოდ დიდი, მაშინ კეთდება დასკვნა, რომ გამოთქმული H_0 ჰიპოთეზა მცდარია და ის უნდა უარყოთ ალტერნატიული ჰიპოთეზის სასარგებლოდ.

რეგრესიულ ანალიზში სტატისტიკური მნიშვნელოვნების შემოწმებას ექვემდებარებიან რეგრესიის და კორელაციის კოეფიციენტები. აქ გამოიყენებენ t -სტატისტიკას და F -სტატისტიკას, შემდეგი პროცედურის შესრულებით:

1. წამოვაყენებთ „ნულოვან“ ჰიპოთეზას იმის შესახებ, რომ რეგრესიის b კოეფიციენტი უმნიშვნელოა $H_0 : b = 0$, ან ვთვლით, რომ მთლიანად განტოლება უმნიშვნელოა $r^2 = 0$;
2. განისაზღვრება შესაბამისი კრიტერიუმის ფაქტიური მნიშვნელობა;
3. დარდება მიღებული ფაქტიური მნიშვნელობა ცხრილურს;
4. თუ გამოყენებული კრიტერიუმის ფაქტიური მნიშვნელობა აღემატება ცხრილურს, ხდება H_0 ჰიპოთეზის უარყოფა და $(1 - \alpha)$ ალბათობით მიიღება ალტერნატიული ჰიპოთეზა, რეგრესიის კოეფიციენტის ან მთლიანად განტოლების სტატისტიკურ მნიშვნელოვნებაზე.

თუ t კრიტერიუმის ფაქტიური მნიშვნელობა ნაკლებია ცხრილურზე, მაშინ ამბობენ, რომ არ არის ნულოვანი ჰიპოთეზის უარყოფის საფუძველი.

3.5.2. რეგრესიის განტოლების ხარისხის შეფასება

რეგრესიის მოდელის ხარისხს უკავშირებენ დაკვირვების (ემპირიულ) მონაცემებს. რეგრესიული მოდელის ადეკვატურობის შემოწმება (ანუ შესაბამისობა) დაკვირვების მონაცემებთან მიმდინარეობს ℓ_i გადახრების (შემთხვევითი სიდიდის მნიშვნელობა, ნაშთი) ანალიზის საფუძველზე.

რეგრესიის განტოლების აგების შემდეგ, ჩვენ შეგვიძლია y -ის მნიშვნელობა ყოველ დაკვირვებაში დავყოთ ორ შემადგენლად \hat{y}_i და ℓ_i

$$\hat{y}_i = y_i + \ell_i \quad (3.16)$$

ℓ_i - ნაშთი წარმოადგენს დამოკიდებული ცვლადის ფაქტიური მნიშვნელობის გადახრას მისი გამოთვლილი მნიშვნელობისგან $\ell_i = y_i - \hat{y}_i$, $i = \overline{1, n}$.

თუ $\ell_i = 0$, $i = \overline{1, n}$, მაშინ ყოველი დაკვირვებისთვის $y_i = \hat{y}_i$ გრაფიკულად ეს ნიშნავს, რომ რეგრესიის თეორიული წრფე ($\hat{y}_i = \hat{a} + \hat{b}x_i$) გადის კორელაციური ველის ყოველ წერტილზე, რომელიც შესაძლებელია მხოლოდ მკაცრი ფუნქციონალური დამოკიდებულების შემთხვევაში. აქედან, შედეგის მაჩვენებელი y მთლიანად განპირობებულია x ფაქტორის გავლენით (სქემა 3.5).

პრაქტიკაში კი, როგორც წესი, ადგილი აქვს კორელაციური ველის გარკვეულ გაბზევას (გაფანტვას) რეგრესიის წირთან მიმართებაში, ანუ ემპირიული მონაცემების გადახრებს თეორიულისგან ე.ი. $\ell_i \neq 0$. ზუსტად ამ გადახრების სიდიდე, მათი არსებობა იძლევა საფუძველს რეგრესიის განტოლების ადეკვატურობის (ხარისხის შესაბამისობის) განსაზღვრისთვის.

რეგრესიის მოდელის ხარისხის ანალიზის დროს გამოიყენება დისპერსიული ანალიზის ძირითადი წესები [35,42,50,52], რომლის მიხედვითაც დამოკიდებული y_i ცვლადის მისი საშუალოსგან (\bar{y}) გადახრების კვადრატების მთლიანი ჯამი, შეიძლება გაიშალოს ორ შემადგენლად -რეგრესიის ცნობილ და უცნობ განტოლებებად:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 + \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2, \quad (3.17)$$

სადაც \hat{y}_i არის y -ის მნიშვნელობა, რომელიც $\hat{y}_i = a + bx_i$ მოდელით გამოითვლება. თუ გავყოფთ (3.17)-ის ორივე მხარეს $\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ -ზე მივიღებთ:

$$1 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} + \frac{\sum_{i=1}^n \ell_i^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}. \quad (3.18)$$

(3.18)-დან შეგვიძლია მივიღოთ R^2 დეტერმინაციის კოეფიციენტი:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \ell_i^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}. \quad (3.19)$$

დეტერმინაციის კოეფიციენტი აღნიშნავს შედეგის სიდიდის ვარიაციის ნაწილს, რომელიც იმყოფება შესასწავლი ფაქტორების ზემოქმედების ქვეშ. რაც უფრო ახლოა R^2 ერთთან, მით უფრო მაღალია მოდელის ხარისხი.

რეგრესიული მოდელის ხარისხის შესაფასებლად მიზანშეწონილია ასევე გამოვიყენოთ მრავლობითი კორელაციის კოეფიციენტი (კორელაციის ინდექსი) R , რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^n \ell_i^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}. \quad (3.20)$$

მოცემული კოეფიციენტი უნივერსალურია, რადგან ის ასახავს მოდელში კავშირების სიმძლიერეს დამის სიზუსტეს. ის შეიძლება გამოყენებული იქნას ცვლადებს შორის ნებისმიერი კავშირის შემთხვევაში.

რეგრესიის მარტივი მოდელისთვის კორელაციის ინდექსი ტოლია კორელაციის კოეფიციენტის: $R = |r_{yx}|$.

ცხადია, რომ რაც ნაკლებია გაუთვალისწინებელი ფაქტორების გავლენა, მით უფრო მეტად შეესაბამება მოდელი ფაქტიურ მონაცემებს.

რეგრესიული მოდელის შეფასებისთვის ასევე გამოიყენება აფროქსიმაციის საშუალო ფარდობითი ცდომილება:

$$E_{\text{ფარდ}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \bar{y}_i|}{y_i} \cdot 100\% = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{|\ell_i|}{y_i} \cdot 100\%. \quad (3.21)$$

რაც უფრო ნაკლებია ემპირიული წერტილების გაბნევა(გაფანტვა) თეორიული წრფის მახლობლობაში, მით ნაკლებია აფროქსიმაციის საშუალო

ცდომილება. $E_{\text{ფარდ}} < 7\%$ მიუთითებს მოდელის კარგ ხარისხზე.

იმის შემდეგ, რაც რეგრესიის განტოლება აიგება, ხდება მიღებული მთლიანი განტოლების და მისი ცალკეული პარამეტრების შემოწმება.

ჯერ უნდა შეფასდეს რეგრესიის განტოლების მნიშვნელოვნობა, ანუ დადგინდეს მათემატიკური მოდელის შესაბამისობა, რომელიც გამოხატავს x -სა და y -ს შორის შესაბამისობას ფაქტიურ მნიშვნელობებს და მოდელში ჩართული x ცვლადების საკმარისობა y ცვლადების აღწერისთვის.

რეგრესიის განტოლების მნიშვნელოვნების შეფასება საშუალებას იძლევა გავიგოთ, ვარგისია თუ არა რეგრესიის განტოლება პრაქტიკაში გამოსაყენებლად (მაგალითად, პროგნოზირებისთვის).

რეგრესიის განტოლების მნიშვნელოვნების შესამოწმებლად გამოიყენება ფიშერის F -კრიტერიუმი, რომელიც გამოითვლება როგორც საწყისი სტატისტიკური რიგის დისპერსიის შეფარდება გადახრების (ნაშთის) ჩაუნაცვლებელ დისპერსიასთან.

თუ დასათვლელი მნიშვნელობა $\gamma_1 = k$ და $\gamma_2 = n - k - 1$ თავისუფლების ხარისხით მეტია ცხრილურ მნიშვნელობაზე (k -მოდელში ჩართული ფაქტორების რაოდენობა), წინასწარ მოცემული α მნიშვნელოვნების დონის დროს, მაშინ მოდელი ითვლება ხარისხიანად, ერთფაქტორიანი მოდელისთვის. ფიშერის კოეფიციენტი:

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} (n - 2) = \frac{r_{yx}^2}{1 - r_{yx}^2} (n - 2). \quad (3.22)$$

სიზუსტის საზომად გამოიყენება ნარჩენი კომპონენტის დისპერსიის σ_ϵ^2 -ის ჩაუნაცვლებელი შეფასება S_ϵ^2 , რომელიც წარმოადგენს დანარჩენი კომპონენტის (გადახრის) სიდიდეების ℓ_i -ს კვადრატების ჯამის შეფარდებას $(n - k - 1)$ სიდიდესთან. ასეთი სიდიდიდან კვადრატულ ფესვს ჰქვია სტანდარტული ცდომილება:

$$S_\ell = \sqrt{\frac{1}{n-k-1} \cdot \sum_{i=1}^n \ell_i^2}. \quad (3.23)$$

ერთფაქტორიანი მოდელისთვის $S_\ell = \sqrt{\frac{1}{n-2} \cdot \sum_{i=1}^n \ell_i^2}.$

ასევე აუცილებელია $y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i$ მარტივი რეგრესიის მოდელის პარამეტრების სტატისტიკური მნიშვნელოვნების ანალიზი.

y_i -ს მნიშვნელობები რომლებიც x_i მონაცემებით განისაზღვრება, α და β თეორიული სიდიდეების დროს, არიან შემთხვევითი. შემთხვევით იქნება მათი საშუალებით დათვლილი a და b კოეფიციენტების მნიშვნელობებიც.

a -ს და β -ს მიღებული შეფასებების იმედიანობა დამოკიდებულია შემთხვევითი გადახრების (ცდომილებების) დისპერსიაზე. ეს გადახრები და შესაბამისად მათი დისპერსია ამორჩევის მონაცემებით არ ფასდება. გამოთვლებში გამოიყენება $\ell_i = y_i - a - bx_i$, $i = \overline{1, n}$ სიდიდე, რომელიც არის გადახრა, y_i დამოკიდებული ცვლადისა \widehat{y}_i -ს მნიშვნელობიდან.

რადგან ℓ_i ცდომილებები ნორმალურადაა განაწილებული, ამ ვარიაციის გასაზომად გამოიყენება ცდომილებების საშუალო კვადრატული გადახრა.

კოეფიციენტების საშუალო კვადრატული გადახრა ცნობილია, როგორც კოეფიციენტების სტანდარტული ცდომილებები:

$$S_\alpha = \frac{S_\ell \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}} = \sqrt{\frac{S_\ell^2 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2}{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} \quad (3.24)$$

$$S_\beta = \frac{S_\ell \cdot \sqrt{n}}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n (x_i)^2}} = \sqrt{\frac{S_\ell^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}$$

სადაც \bar{x} არის x დამოუკიდებელი ცვლადის საშუალო მნიშვნელობა. S_ℓ სტანდარტული ცდომილებაა, რომელიც (2.23) ფორმულით გამოითვლება.

რეგრესიის ცალკეული კოეფიციენტების მნიშვნელოვნების შემოწმება დაკავშირებულია რეგრესიული განტოლების კოეფიციენტებისათვის t -კრიტერიუმის (t -სტატისტიკა) რიცხვითი მნიშვნელობების განსაზღვრასთან. კერძოდ:

$$t_{\alpha \text{ რიგბ}} = \frac{|a|}{S_{\alpha}}; \quad t_{\beta \text{ რიგბ}} = \frac{|b|}{S_{\beta}}. \quad (3.25)$$

ამის შემდეგ რიცხვითი მნიშვნელობები $t_{\text{რიგბ}}$ დარდება $t_{\text{ცბრ}}$ - ცხრილურს. კრიტერიუმის ცხრილური მნიშვნელობა განისაზღვრება $(h-2)$ -თვის. თავისუფლების ხარისხის (h - დაკვირვებების რიცხვი) და α -ს შესაბამისი მნიშვნელოვნების პირობებში [26,34,42,49].

თუ t კრიტერიუმის დასათვლელი მნიშვნელობა $(n-k-1)$ თავისუფლების ხარისხით მეტია მის ცხრილურ სიდიდეზე, მნიშვნელოვნების მოცემულ დონისათვის, რეგრესიის კოეფიციენტი ითვლება მნიშვნელოვნად, წინააღმდეგ შემთხვევაში, ფაქტორი რომელიც შეესაბამება ამ კოეფიციენტს, უნდა ამოვარდეს მოდელიდან და მოხდეს დანარჩენი პარამეტრების გადათვლა.

§ 3.6. პროგნოზირება რეგრესიის განტოლების გამოყენებით. ნდობის ინტერვალების ანალიზი

რეგრესიული მოდელი შეიძლება გამოყენებულ იქნას დამოუკიდებელი ცვლადის მნიშვნელობების პროგნოზირებისთვის.

y ცვლადის პროგნოზული მნიშვნელობა მიიღება რეგრესიის განტოლებაში x ფაქტორის მოსალოდნელი მნიშვნელობის ჩასმით:

$$\hat{y}_{\text{პროგნ}} = a + b \cdot x. \quad (3.26)$$

მოცემულ პროგნოზი წერტილოვანია. დამოუკიდებელი ცვლადის $x_{\text{პროგნ}}$ მნიშვნელობა საგრძნობლად არ უნდა განსხვავდებოდეს ამორჩევაში შემავალი იმ მნიშვნელობისგან, რის მიხედვითაც აიგო რეგრესიის განტოლება.

თეორიულად წერტილოვანი პროგნოზის რეალიზაციის ალბათობა ნულის

ტოლია, ამიტომ გამოითვლება პროგნოზის საშუალო ცდომილება ანუ ნდობის ინტერვალი, საკმაოდ დიდი იმედიანობით.

ნდობის ინტერვალები დამოკიდებულია შემდეგ პარამეტრებზე:

1. სტანდარტული ცდომილება s_ℓ , რომლის გამოთვლა ხდება (3.23) ფორმულით;
2. $x_{\text{პროგნ}}$ დაშორება თავისი საშუალო მნიშვნელობისგან \bar{x} ;
3. დაკვირვებების რიცხვი;
4. პროგნოზის მნიშვნელოვნების დონე α .

(3.26) ფორმულით გამოსათვლელი $y_{\text{პროგნ}}$ -ის მომავალი მნიშვნელობა, $(1 - \alpha)$ ალბათობით მოხდება შემდეგ ნდობის ინტერვალში:

$$y_{\text{პროგნ}} \in \left[\hat{y}_{\text{პროგნ}} - S_\ell \cdot t_\alpha \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_{\text{პროგნ}} - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}; \hat{y}_{\text{პროგნ}} + S_\ell \cdot t_\alpha \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_{\text{პროგნ}} - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} \right] \quad (3.27)$$

ნდობის ინტერვალის საზღვრები გვიჩვენებს, რომ დამოკიდებული ცვლადის მისაღები მნიშვნელობის პროგნოზი რეგრესიის განტოლების მიხედვით კარგია იმ შემთხვევაში, თუ x ფაქტორის მნიშვნელობა არ გადის ამორჩევის ფარგლებიდან. ანუ რეგრესიის განტოლების მიხედვით ექსტრაპოლაციამ შეიძლება მიგვიყვანოს მნიშვნელოვან ცდომილებამდე.

§ 3.7. მოთხოვნის ფუნქციის რეგრესიული მოდელის აგება.

ოპტიმალური სარეალიზაციო ფასის ფორმირების პროცესის კვლევა

3.7.1. მოთხოვნის ფუნქციის რეგრესიული მოდელის აგება და კვლევა

როგორც §3.1-ში გვქონდა აღნიშნული, ფასწარმოქმნის პროცესის მნიშვნელოვან ეტაპს წარმოადგენს მოთხოვნის ფუნქციის აგება და მოთხოვნის ფასზე დამოკიდებულების ანალიზი, ამიტომ §§3.1–3.6 მასალის გამოყენებით ავაგოთ და გამოვიკვლიოთ მოთხოვნის მოდელი, ფასწარმოქმნის პროცესში მისი გამოყენების მიზნით.

მოთხოვნის ფუნქცია ხშირად გვხვდება სამეცნიერო ლიტერატურაში. მოთხოვნის და მოთხოვნის ფუნქციის შესახებ გარკვეული წარმოდგენა შეგვექმნა §3.2-ის დამუშავების დროს, მაგრამ განმარტებული არ გვექონდა როგორ შეიძლება მისი მიღება. ირკვევა, რომ ემპირიული მონაცემებით მისი მიღება და შეფასება მარტივად არის შესაძლებელი [37,48,60,61].

მარკეტინგში გამოკითხვის მეთოდი ინფორმაციის მიღების ერთერთ საშუალებაა. მისი საშუალებით მარტივად შეიძლება მოსალოდნელი მოთხოვნის სიდიდის გარკვევა. აქ უბრალოდ ფიქსირდება, როგორი მაქსიმალური ფასის გადახდა შეუძლია მომხმარებელს გარკვეულ პროდუქციაში.

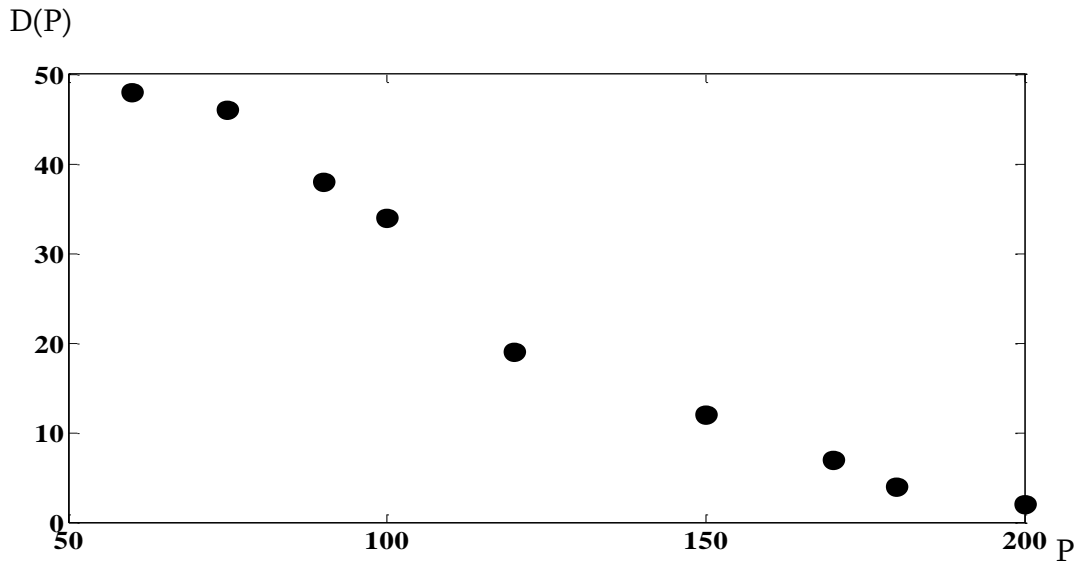
ვთქვათ, გამოკითხვის შედეგად დაფიქსირდა ფასის n სხვადასხვა მნიშვნელობა (n -ელემენტური დაკვირვება) $P = (P_1, P_2, \dots, P_n)$, სადაც P შემთხვევითი სიდიდეა შესაბამისი მნიშვნელობებით. ფასების მიღებული მნიშვნელობები (P_1, P_2, \dots, P_n) და მათი გამეორების მაჩვენებლები (სიხშირე) $N_i, i = \overline{1, k}$ წარმოვადგინოთ სტატისტიკური მწკრივით (ცხრილი 3.1).

ცხრილი 3.1. დასახელებული ფასების შესაბამისი მოთხოვნის სიდიდეები

N	P_i	N_i	$D(P_i)=D_i$
1	P_1	N_1	D_1
2	P_2	N_2	D_2
3	P_3	N_3	D_3
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
k	P_k	N_k	D_k

პირველ სვეტში განსხვავებული ფასების რიცხვია (გადაწომვრით); მეორე სვეტში - გამოკითხვის შედეგები (ფასები ზრდის მიხედვით) $P_i, i = \overline{1, k}$; მესამე სვეტში - ფასების გამეორებების რიცხვის N_i სიხშირეები; მეოთხე სვეტში - P_i ფასის შესაბამისი მოთხოვნის სიდიდეები $D(P) = (D(P_1), \dots, D(P_k))$ (სიმარტივისთვის $D(P_i) \equiv D_i$), რომელიც ივსება ბოლოდან და $D_i = N_i + D_{i+1}$

$i = k, k-1, \dots, 1$ (იგულისხმება, რომ $D_{k+1} = 0$). შემთხვევითი იქნება $D(P)$ -ც.



სქემა 3.7. სტატისტიკური მონაცემების კორელაციური ველი

მოთხოვნის ფასზე დამოკიდებულება (თანაბარ პირობებში) აქ ნიშნავს მეოთხე სვეტის დამოკიდებულებას მეორე სვეტზე და გვაძლევს k რაოდენობის წერტილებს (P_i, D_i) , $i = \overline{1, k}$. თუ ფასს P გადავზომავთ აბსცისთა ღერძზე, ხოლო მოთხოვნის სიდიდე D_i - ორდინატზე, მივიღებთ (P_i, D_i) , $i = \overline{1, k}$ წერტილების სიმრავლეს, რომელსაც ვუწოდებთ კორელაციურ ველს.

რადგანაც P_i და D_i არიან შემთხვევითი სიდიდეები და კორელაციურ კავშირში იმყოფებიან, მიზანშეწონილია, მოთხოვნის ფუნქციის ასაგებად და გამოსაკვლევად გამოვიყენოთ წინა პარაგრაფების შედეგები (ძირითადი ფორმულები), თუ §3.3-ში მოცემულ დაკვირვებაში x დამოუკიდებელი ცვლადის მაგივრად ვიგულისხმებთ $P = (P_1, \dots, P_k)$ ფასს, ხოლო y დამოკიდებულ ცვლადს შევცვლით $D(P) = (D_1, \dots, D_k)$, მაშინ ანალოგიით, კორელაციის კოეფიციენტი ორი $(P, D(P))$ ცვლადისთვის შეიძლება ასე ჩავწეროთ:

$$r_{D(P),P} = \frac{1}{n-1} \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P}) \cdot (D(P_i) - \bar{D}(P_i))}{S_P \cdot S_{D(P)}}, \quad (3.28)$$

სადაც $(P_1, D(P_1)), \dots, (P_n, D(P_n))$ შესაბამისად P და $D(P)$ შემთხვევითი სიდიდეების ფაქტიური მნიშვნელობებია, ხოლო

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i; \quad \overline{D(P)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D(P_i). \quad (3.29)$$

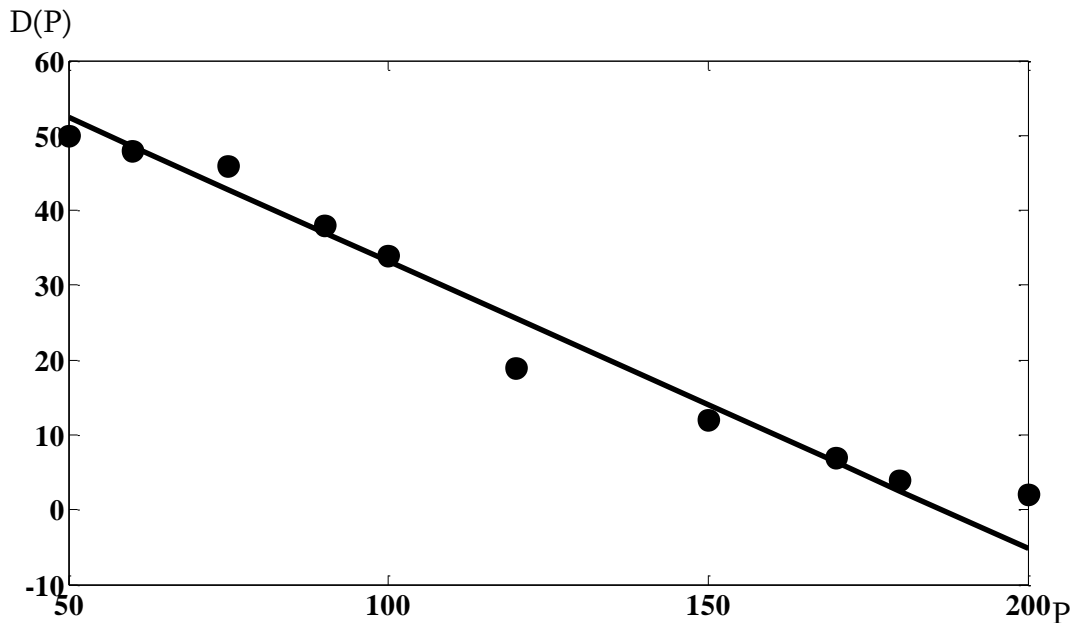
ცვლადების შესაბამისი საშუალო სიდიდეებია. S_p და $S_{D(P)}$ აღნიშნავენ P და $D(P)$ შემთხვევითი სიდიდეების დისპერსიების შეფასებებს და ახასიათებენ მათი მნიშვნელობების გაფანტვის ხარისხს, თავისი საშუალო მნიშვნელობების \bar{P} და $\overline{D(P)}$ -ს მიმართ:

$$S_p^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2, \quad S_{D(P)}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (D(P_i) - \overline{D(P)})^2.$$

დეტერმინაციის კოეფიციენტი $R^2 = r_{(D(P_i), P_i)}^2, i = \overline{1, n}$ მიუთითებს P_i -ს ცვლილებით განპირობებული $D(P_i)$ -ს ცვლილების წილს. დაკვირვების შედეგი სრულ წარმოდგენას არ იძლევა ფასის შესაძლო მნიშვნელობებზე, ოპტიმალური ან წონასწორული ფასის არსებობაზე და სხვ., ამიტომ მიზანშეწონილია აღვადგინოთ მოთხოვნის ფუნქცია ფასის ყველა მნიშვნელობისთვის. ასეთი მოდელის ასაგებად საჭიროა რეგრესიული ანალიზის შედეგების გამოყენება (§3.3). რეგრესიის ამოცანა, როცა რეგრესორის (დამოუკიდებელი ცვლადის) როლში გამოდის $P_i, i = \overline{1, n}$, ხოლო დამოკიდებული ცვლადი არის მოთხოვნა $D(P_i)$, ნიშნავს

$$D(P_i) = \alpha + \beta P_i + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n} \quad (3.29)^1$$

სახის მოდელის აგებას, სადაც α მუდმივი სიდიდეა (მოდელში თავისუფალი წევრი); β -რეგრესიის კოეფიციენტია, რომელიც წრფის დახრას განსაზღვრავს (ჩვენს შემთხვევაში $\beta < 0$); ε_i შემთხვევითი შემადგენელია და აღნიშნავს იმ ფაქტს, რომ $D(P_i)$ სრულად არ აღიწერება P_i -ს ცვლილებისას. სხვა სიტყვებით ეს ნიშნავს, რომ ფასის გარდა მოთხოვნაზე ზემოქმედებენ სხვა ფაქტორებიც (§3.2).



სქემა 3.8. კორელაციური ველის წრფივი რეგრესია

(უკმ) შესაძლებელს ხდის აიგოს არაწრფივი ან მრავალფაქტორიანი რეგრესიული მოდელებიც. თუმცა ნაშრომის მიზნებიდან გამომდინარე, გვანტერესებს უფრო მოთხოვნის ფასისმიერი მოდელის აგება და არა მისი სირთულე. ამიტომ ვიყენებთ ერთფაქტორიან მოდელს „მუდმივობის კოეფიციენტის“ შემოწმების შესაბამისად (§3.4).

მიღებული $\hat{D}(P_i) = a + bP_i$, $i = \overline{1, n}$ „ცხადი“ განტოლების საშუალებით ხდება კორელაციური ველის აფროქსიმაცია.

ჩვეულებრივად α და β პარამეტრებს აფასებენ უმცირეს კვადრატთა მეთოდით (უკმ) (§3.3). a და b -ს შეფასებები (a -თი და b -თი აღნიშნულია შესაბამისად α -ს და β -ს შეფასებები) გამოითვლება კვადრატების ჯამის მინიმიზაციის პირობიდან

$$S(a, b) = \sum_{i=1}^n (D(p_i) - \hat{D}(p))^2 = \sum_{i=1}^n (D(p_i) - a - bp_i)^2 \xrightarrow{a, b} \min. \quad (3.30)$$

α და β -ს ყველა შესაძლო მნიშვნელობისთვის და დაკვირვების მოცემული $P = (P_1, \dots, P_n)$ და $D(P) = (D(P_1), \dots, D(P_n))$ მონაცემების პირობებში. პრობლემა

დაიყვანება ორი ცვლადის ფუნქციის მინიმუმის წერტილების მოძებნის მათემატიკურ ამოცანაზე. ამისთვის ნულს უნდა გაუტოლდეს $f(a, b)$ ფუნქციის კერძო წარმოებულები:

$$\begin{cases} \frac{\partial S(a,b)}{\partial a} = 0 \\ \frac{\partial S(a,b)}{\partial b} = 0 \end{cases} \quad (3.31)$$

წინა პარაგრაფის (3.7) და (3.8) ფორმულების გამოყენებით ვღებულობთ a და b -ს მნიშვნელობებს:

$$\begin{cases} b = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot D(P_i) - n \cdot \bar{P} \cdot \overline{D(P)}}{\sum_{i=1}^n P_i^2 - n\bar{P}^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (D(P_i) - \overline{D(P)}) \cdot (P_i - \bar{P})}{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2} \\ a = \overline{D(P)} - b\bar{P} \end{cases} \quad (3.32)$$

ამ დროს იდენტიფიკაციის პირობას ექნება სახე:

$$\sum_{i=1}^n P_i^2 - n\bar{P}^2 = \sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2 \neq 0. \quad (3.33)$$

რის შემდეგ მივიღებთ მოთხოვნის წრფივ მოდელს.

$$\hat{D}(P_i) = a + bP_i, i = \overline{1, n}.$$

სადაც $b < 0$ და ნიშნავს რომ, ფასის ერთი ერთეულით შემცირება იწვევს მოთხოვნის გაზრდას b სიდიდით.

3.7.2. მოთხოვნის წრფივი მოდელის პარამეტრების მნიშვნელოვნობის შემოწმება

მარტივი რეგრესიული მოდელის შეფასებისთვის იყენებენ დეტერმინაციის კოეფიციენტს, რომელიც (3.19)-ით გამოითვლება. კორელაციის ინდექსი უდრის მარტივი რეგრესიისთვის კორელაციის კოეფიციენტს (3.28).

რეგრესიული მოდელის შეფასებისთვის ასევე გამოიყენება აფროქსიმაციის საშუალო ფარდობითი ცდომილება (3.21), რომელიც აქ მიიღებს სახეს:

$$E_{\text{ფარდ}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|D(P_i) - \bar{D}(P)|}{D(P_i)} \cdot 100\% = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|\ell_i|}{D(P_i)} \cdot 100\% , \quad (3.34)$$

სადაც $\ell_i = D(P_i) - \bar{D}(P)$, $i = 1, n$. $E_{\text{ფარდ}} < 7\%$ აჩვენებს მოდელის კარგ ხარისხს.

მოდელის მნიშვნელოვნების დასადგენად გამოითვლება ფიშერის კრიტერიუმი (3.22)-ს მიხედვით:

$$F = \frac{r_{(D(p),p)}^2}{1 - r_{(D(p),p)}} \cdot (n - 2) . \quad (3.35)$$

თუ დასათვლელი მნიშვნელობა $\gamma_1 = 2$ და $\gamma_2 = n - 2$ თავისუფლების ხარისხით მეტია ცხრილურ მნიშვნელობაზე, მოცემული α -სთვის, მაშინ მოდელი ითვლება მნიშვნელოვნად. სტანდარტული ცდომილება ტოლია:

$$S_\ell = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum \ell_i^2} . \quad (3.36)$$

(3.24)-ით a და b კოეფიციენტების სტანდარტული ცდომილებები იქნება:

$$S_\alpha = \sqrt{\frac{S_\ell^2 \sum p_i^2}{n \sum (p_i - \bar{p})^2}} \quad \text{და} \quad S_\beta = \sqrt{\frac{S_\ell^2}{\sum (p - \bar{p})^2}} , \quad (3.37)$$

სადაც \bar{P} არის P დამოუკიდებელი ცვლადის საშუალო მნიშვნელობა; S_e - სტანდარტული ცდომილება. (3.25)-ით t -სტატისტიკის მნიშვნელობებია:

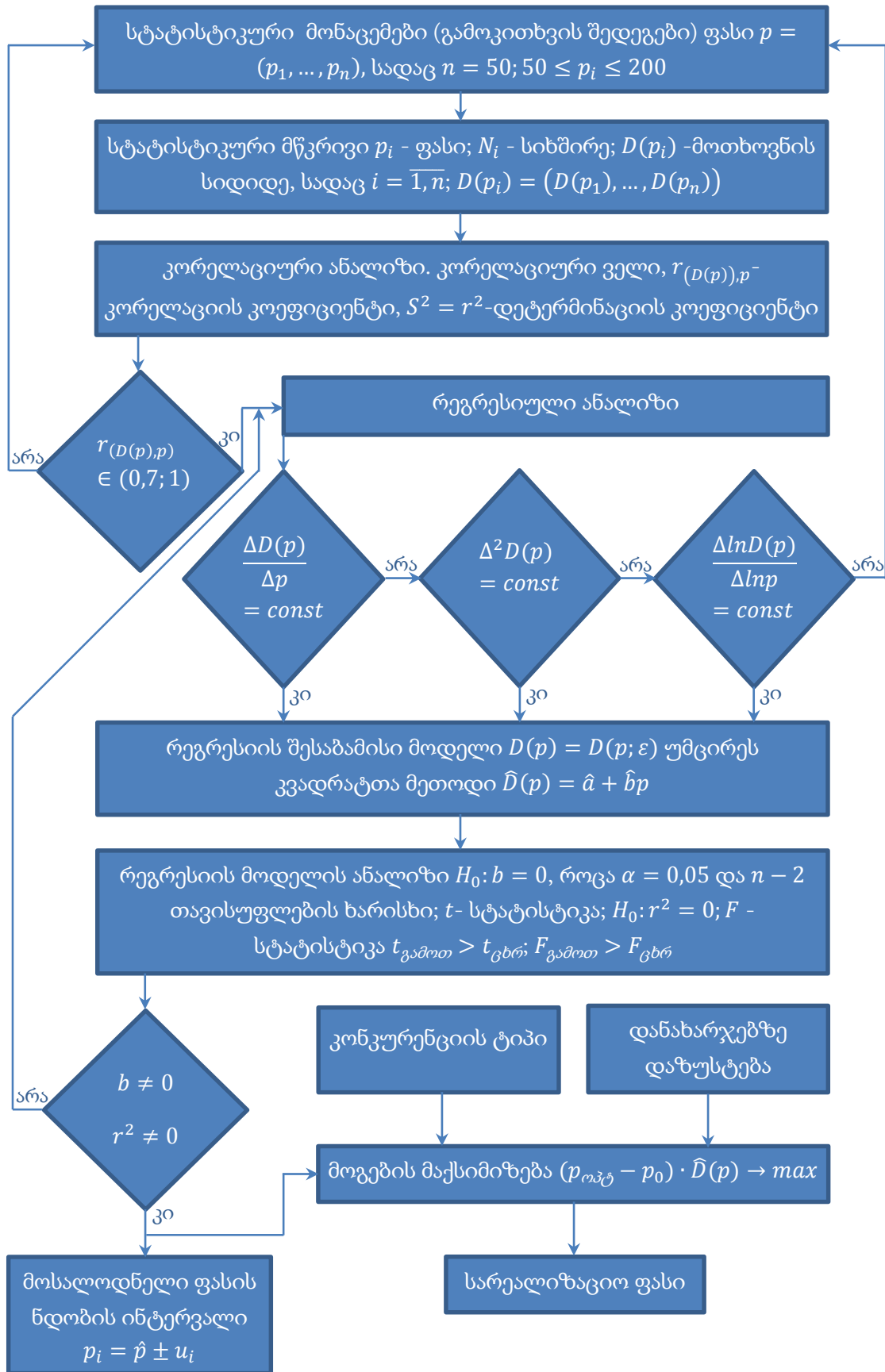
$$t_a = \frac{|a|}{S_\alpha}; \quad t_b = \frac{|b|}{S_\beta} . \quad (3.38)$$

ამის შემდეგ t_a და t_b დარდება ცხრილურ მნიშვნელობებს $t_{\text{ცხრ}}$, რომელიც განისაზღვრება α -ს მნიშვნელობით და $(h - 2)$ თავისუფლების ხარისხით.

თუ $t_a > t_{\text{ცხრ}}$ და $t_b > t_{\text{ცხრ}}$, მაშინ რეგრესიის შესაბამისი კოეფიციენტი ითვლება მნიშვნელოვნად. შესაბამისად ნდობის ინტერვალების გამოთვლა შესაძლებელია (3.27) ფორმულების საშუალებით.

§ 3.8. პარამეტრების ფორმირება მოთხოვნის ფუნქციისთვის. მოთხოვნის რეგრესიული მოდელის აგება

წინა პარაგრაფების შედეგების გათვალისწინებით დამუშავდა ალგორითმი, რომელითაც სტატისტიკური მონაცემებით (მომხმარებელთა გამოკითხვით) ავსებთ მოთხოვნის რეგრესიული მოდელი და მისი საშუალებით მოვძებნოთ მისაღები მაქსიმალური სარეალიზაციო ფასი (ფასის ზედა ზღვარი) (სქემა 3.9). განვიხილოთ მიღებული ალგორითმის ეტაპების თანმიმდევრობა კონკრეტული სიტუაციისთვის: ვთქვათ 50 მომხმარებლის გამოკითხვის შედეგად მივიღეთ 50 პასუხი კითხვაზე: საქონელზე რა მაქსიმალური ფასის გადახდისთვის არის მზად მომხმარებელი? ვთქვათ ფასი მერყეობს 50-დან 200 ლარამდე: 50; 120; 200; 75; 100; 90; 100; 120; 90; 100; 180; 100; 150; 100; 170; 100; 60; 100; 75; 60; 90; 150; 120; 75; 100; 75; 100; 170; 100; 100; 90; 75; 120; 200; 100; 75; 150; 120; 100; 75; 150; 120; 170; 75; 100; 180; 120; 120; 100; 150; 50. გამოკითხვის შედეგები დავალაგოთ ცხრილი 3.1-ის შესაბამისად. პირველ სვეტში ჩავწეროთ ზრდის მიხედვით ფასების მნიშვნელობები (i); მეორეში დასახელებული ფასები (P_i); მესამეში - დასახელების სიხშირე N_i .

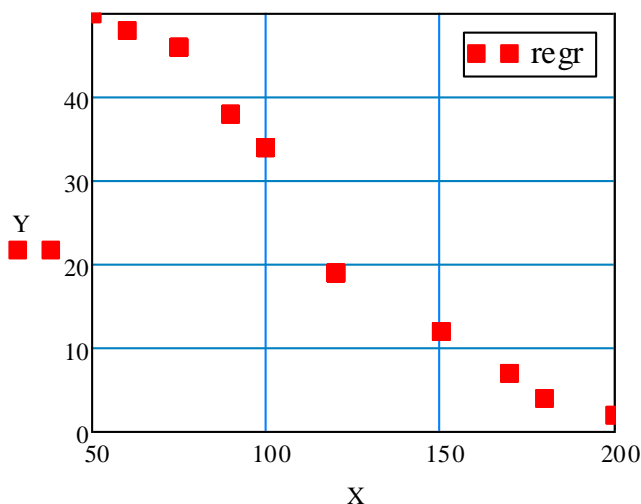


სქემა 3.9. მოთხოვნის რეგრესიული მოდელის აგების და კვლევის პროცესი

ცხრილი 3.2. გამოკითხვის შედეგების ვარიაციული მწკრივი

	ფასი $P = \{P_i\}$	სიხშირე N_i	მოთხოვნა $D(p)=\{D(P_i)\}$
1	50	2	50
2	60	2	48
3	75	8	46
4	90	4	38
5	100	15	34
6	120	7	19
7	150	5	12
8	170	3	7
9	180	2	4
10	200	2	2

როგორც ცხრილი 3.2-დან ჩანს 50-მა მომხმარებელმა დააფიქსირა P_i ფასის 10 მნიშვნელობა (მაქსიმალურად დასაშვები). დასახელების სიხშირე N_i , $i = \overline{1, n}$ მერყეობს 2-დან 15-მდე. მიღებული ვარიაციული მწკრივის საფუძველზე შეგვიძლია მოთხოვნის ასარჩევი ფუნქციის $D(P_i)$ -ს აგება (ცხრილი 3.2-ის მე-4 სვეტი), რომელიც ივსება ქვევიდან ზევით ამ წესით: $D(p_i) = N_i + D(p_{i+1})$; $i = 10, 9, \dots, 1$. მიღებული სტატისტიკური მონაცემები – ფასი P მოთხოვნა $D(P)$ დაფუძნებულია გამოკითხვის შედეგებზე, ამიტომ ისინი წარმოადგენენ შემთხვევით სიდიდეებს და იმყოფებიან კორელაციურ კავშირში. შესაბამისი კორელაციური ველი მოცემულია სქემა 3.10-ზე.



სქემა 3.10. შემთხვევითი სიდიდეების კორელაციური ველი

შუალედური გამოთვლების ცხრილი 3.3-ს გამოყენებით გამოითვლება კორელაციის კოეფიციენტი $r_{D(P),P} = -0.975$, ხოლო (3.29)-დან დამხმარე სიდიდეები $\bar{P} = 119.5$; $\bar{D}(P) = 26$; $S_p = 52,93$, $S_{D(P)} = 18.65$. კორელაციის კოეფიციენტი $|r_{D(P),P}| \in (0.7; 1.0)$, ე.ი ცვლადებს შორის კავშირი საკმაოდ ძლიერია. $r_{D(P),P} < 0$, ამიტომ კავშირი უარყოფითია, რაც სრულად ასახავს მოთხოვნის კანონის არსს. დეტერმინაციის კოეფიციენტი $R^2 = r_{D(P),P}^2 = 0.96$ და რადგანაც $R_{P,P(P)} > 0.8$, ამიტომ გამოთვლების გაგრძელება შესაძლებელია. დეტერმინაციის კოეფიციენტი გვიჩვენებს, რომ მოთხოვნის სიდიდის ცვლილება 96%-ით განპირობებულია ფასის ცვლილებით, ხოლო დარჩენილი 4% გამოწვეულია სხვა ფაქტორების გავლენით. მართალია ფასის გარკვეული მნიშვნელობებისთვის მოვძებნეთ შესაბამისი მოთხოვნის სიდიდე, მაგრამ არ ვიცით როგორი იქნება მოთხოვნა ფასის სხვა მნიშვნელობებისთვის. ოპტიმალური სარეალიზაციო ფასი დაემთხვევა არსებულ მონაცემებს, თუ მიიღებს სხვა მნიშვნელობას. ამიტომ მიზან შეწონილია აღვადგინოთ მოთხოვნის ფუნქცია (მოთხოვნის მოდელი), ფასის ყველა შესაძლო მნიშვნელობისთვის. „მუდმივობის კოეფიციენტის“ შემოწმებით დადგინდა, რომ ცხრილ 3.3-ში $\frac{\Delta D(p)}{\Delta p} = const$ მნიშვნელობები მერყეობს 0,2–0,4 შუალედში. ბლოკ-სქემაში შესამოწმებელ სხვა პირობებთან შედარებით ის უკეთესია, ამიტომ ვიყენებთ წრფივ მიახლოებას.

ცხრილი 3.3. შუალედური გამოთვლების შედეგები

N	P _j	D(P _j)	P _j - \bar{P}	D(P _j)- $\bar{D}(P)$	(P _j - \bar{P}) ²	(P _j - \bar{P})(D(P _j)- $\bar{D}(P)$)	(D(P _j) - $\bar{D}(P)$) ²
1	50	50	-69.5	24.6	4830.3	-1.7097	576
2	60	46	-59.5	20.6	3540.2	-1.2257	484
3	75	44	-44.5	18.6	1980.3	-0.8277	400
4	90	37	-29.5	11.6	870.2	-0.3422	144
5	100	33	-19.5	7.6	380.2	-0.1482	64
6	120	19	0.5	-6.4	0.3	-0.0032	49
7	150	12	30.5	-13.4	930.3	-0.4087	196
8	170	7	50.5	-18.4	2550.3	-0.9292	361
9	180	4	60.5	-21.4	3660.3	-1.2947	484
10	200	2	80.5	-23.4	6480.2	-1.8837	576
Sum		260			25222.5	-8991.5	3334
Sash	119.5	26					

ცხრილი 3.4. წრფივი რეგრესიის კოეფიციენტების გამოთვლა

	P_i	N_i	$D(P_i)$	$P_i N_i$	$D(P_i) N_i$	$P_i^2 N_i$	$D(P_i) P_i N_i$	$\widehat{D}(P_i)$
1	50	2	50	100	100	5000	5000	52.3644
2	60	2	48	120	96	7200	5760	48.5281
3	75	8	46	600	368	45000	27600	42.7738
4	90	4	38	360	152	32400	13680	37.0194
5	100	15	34	1500	510	150000	51000	33.1831
6	120	7	19	840	133	100800	15960	25.5107
7	150	5	12	750	60	112500	9000	14.0019
8	170	3	7	510	21	86700	3570	6.3294
9	180	2	4	360	8	64800	1440	2.4932
10	200	2	2	400	4	80000	800	-5.1793
Σ		50		5540	1452	678600	131970	
საშ				110.8	29.04			

რეგრესის ამოცანა, ნიშნავს (3.30) სახის $D(P_i) = \alpha + \beta P_i + \varepsilon_i, i = \overline{1, n}$ მოდელის აგებას, სადაც $\hat{D}(P_i) = a + bP_i, i = \overline{1, n}$ -ს ქვია რეგრესიის „ცხადი“ განტოლება. მისი საშუალებით ხდება კორელაციური ველის აფროქსიმაცია. რეგრესიული მოდელის კოეფიციენტების კომპიუტერის გარეშე გამოსათვლელად აუცილებელია შუალედური გამოთვლების ჩატარება (ცხრილი 3.4). უმცირეს კვადრატთა მეთოდის და (3.32) ფორმულების გამოყენებით ვღებულობთ მოდელის პარამეტრების მნიშვნელობებს:

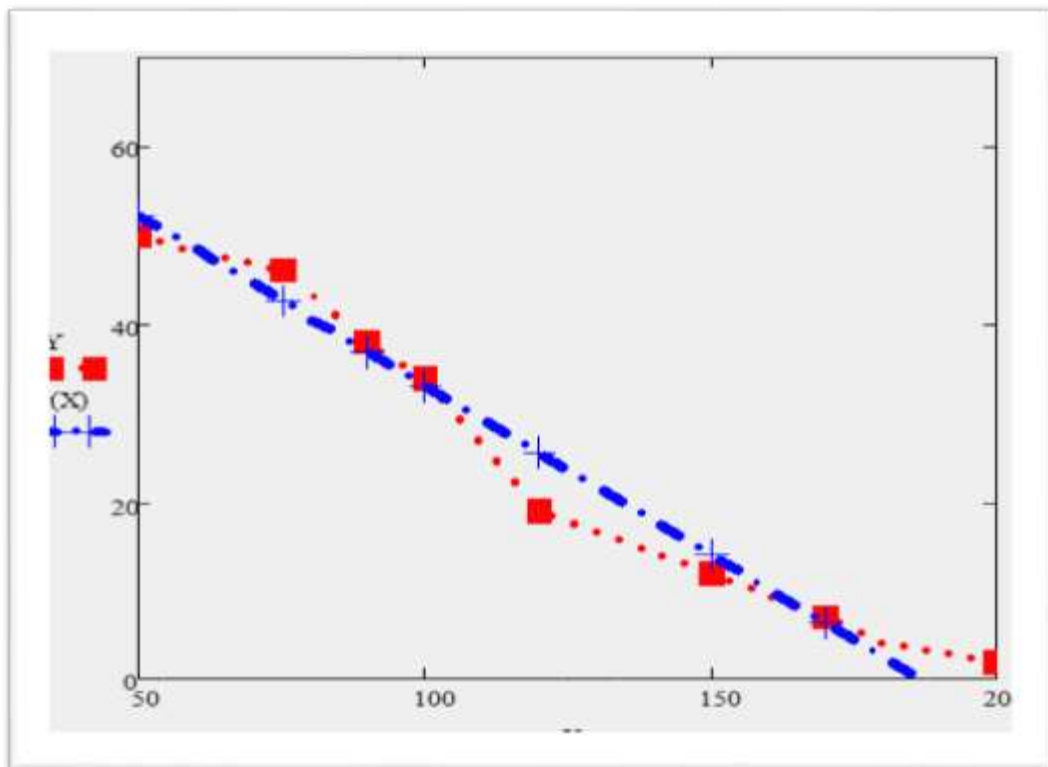
$$b = \frac{133810 - \frac{1}{50} 5540 \cdot 1452}{684402 - 50 \times 110,8^2} = 0.38362;$$

$$a = D(P) - b \cdot P = 29.04 - (0.38362) \times 110.8 = 71.54$$

მოთხოვნის საძიებელ მოდელს ექნება სახე:

$$\hat{D}(p_i) = (-0.38362) \cdot p_i + 71.54; \quad (3.39)$$

ეს ნიშნავს, რომ ფასის ერთი ერთეულით გაზრდა 0.3836-ით ამცირებს მოთხოვნის სიდიდეს და ის შემდეგი სახით აღადგენს კორელაციურ ველს.



სქემა 3.11. კორელაციური ველის რეგრესია მოთხოვნის წრფივი მოდელით

შემდეგი ეტაპი არის მიღებული განტოლების და ცალკეული პარამეტრების მნიშვნელოვნების შემოწმება. რეგრესიულ ანალიზში სტატისტიკური მნიშვნელობების შემოწმებას ექვემდებარება რეგრესიის და კორელაციის კოეფიციენტები. ამისთვის გამოიყენება შესაბამისად t -სტატისტიკა და F -სტატისტიკა, ასევე §3.5-ში განხილული პროცედურები [26,35,42,60].

რეგრესიის კოეფიციენტის მნიშვნელოვნობა მოწმდება სტიუდენტის t -კრიტერიუმის მიხედვით. ამისთვის გამოიყენება ცხრილი 3.4-ის მონაცემები და პირველ რიგში განისაზღვრება ნარჩენი კომპონენტის კვადრატების ჯამი:

$$S^2 = \sum_{i=1}^n (D(P_i) - \hat{D}(P_i))^2 = \sum_{i=1}^n e_i^2 = 534.6.$$

შემდეგ მისი საშუალო კვადრატული გადახრა:

$$S_e = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum e_i^2} = 3.37 \quad (3.40)$$

რომელსაც უწოდებენ სტანდარტულ ცდომილებას. შემდეგ ითვლება რეგრესიის კოეფიციენტების სტანდარტული ცდომილებები [24,27,42]:

$$S_a = \sqrt{\frac{S_e^2 \sum_{i=1}^n P_i^2}{n \sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}} = 0.21, \quad S_b = \sqrt{\frac{S_e^2 \sum_{i=1}^n P_i^2}{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}} = 0.002, \quad (3.41)$$

სადაც \bar{P} არის დამოუკიდებელი P ცვლადის საშუალო მნიშვნელობა. S_e სტანდარტული ცდომილება გამოთვლილია (3.40) ფორმულით. t -კრიტერიუმის მნიშვნელობები კოეფიციენტებისათვის გამოითვლება შემდეგნაირად:

$$t_a = \frac{|\hat{a}|}{S_a} = 1.83, \quad t_b = \frac{|\hat{b}|}{S_b} = \frac{0.3836}{0.002} = 19.18 \quad (3.42)$$

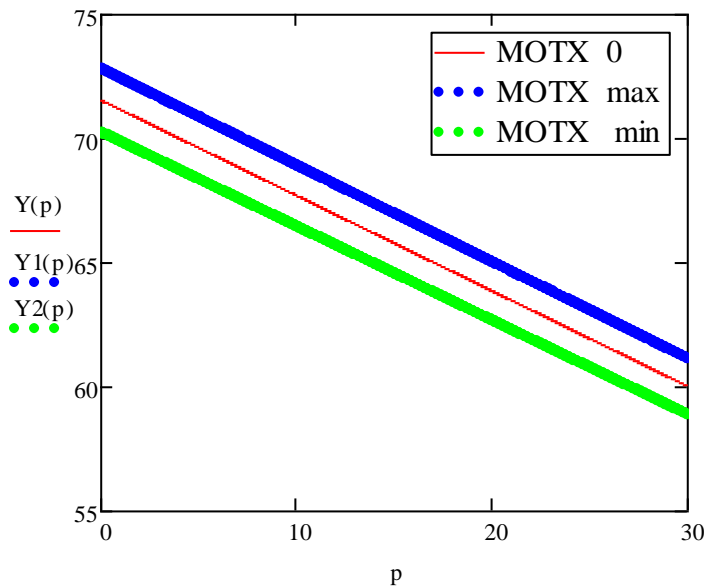
b კოეფიციენტის შემთხვევაში $t_{0.05} = 1.96, \alpha = 0.05$ მნიშვნელობისთვის და $n - 2 = 48$ თავისუფლების ხარისხისთვის. რადგანაც $t_b > t_{0.05}$. ამიტომ b კოეფიციენტის და x რეგრესორის ვარგისიანობა და ხარისხი ექვს არ იწვევს.

მოდელის ხარისხის დასადგენად გამოვიყენოთ ფიშერის კრიტერიუმი (3.22) მიხედვით. რადგანაც $r_{D(p),p}^2 = 0.974$, ამიტომ დასათვლელი მნიშვნელობა

$$F = \frac{r_{D(p),p}^2}{1 - r_{D(p),p}^2} \cdot (n - 2) = \frac{0.96}{1 - 0.96} \times 48 = 1152, \quad (3.43)$$

ხოლო ცხრილური მნიშვნელობა $\gamma_1 = 2$ და $\gamma_2 = n - 2$ თავისუფლების ხარისხის დროს, როცა $\alpha = 0.05$ ტოლია $F_{\text{მომ}} = 3.23$. რადგანაც $F > F_{\text{მომ}}$, ამიტომ აგებული რეგრესიული მოდელი ითვლება მნიშვნელოვნად. მოთხოვნის ფუნქციის ნდობის ინტერვალები შეიძლება ვიპოვოთ შემდეგნაირად:

$$\widehat{D}(P_i)_{\text{მომ}} = (-0.38362)P_i + 71.54 \pm 1.96 \cdot S_e \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(P_i - \bar{P})^2}{\sum_{i=1}^n P_i^2 - n\bar{P}^2}}$$



სქემა 3.12. მოთხოვნის ფუნქციის ნდობის ინტერვალი

მიღებული გამოსახულებიდან ვღებულობთ

$$\widehat{D}(90)_{\text{მომ}} = 37.01 + 0.936 = 38.03$$

$$\widehat{D}(90)_{\text{მომ}} = 37.01 - 0.936 = 36.03$$

ასე რომ, როცა $P = 90$ ფ.ე, პროდუქციას შეიძენს 36-38 ადამიანი, ხოლო თუ $P = 125$ ფ.ე, მაშინ 23-25 ადამიანი.

§ 3.9. მოთხოვნის არაწრფივი რეგრესიული მოდელის აგება და კვლევა

თუ მოთხოვნის ფუნქცია არ არის წრფივი გამოკითხვის შედეგების ანალიზისათვის არსებობს ორი მიდგომა: პარამეტრული და არაპარამეტრული. პირველ შემთხვევაში, ვირჩევთ ფუნქციის მისაღებ ერთობას (ჯგუფს) და დაკვირვების (გამოკითხვის) მონაცემებით შევაფასებთ პარამეტრებს. ვთქვათ,

ფუნქციათა ასეთ მისაღებ ჯგუფს აქვს ხარისხობრივი ფუნქციების სახე:

$$D(p) = a \cdot p^b, \quad (3.44)$$

სადაც a და b კოეფიციენტებია; $p = (p_1, \dots, p_n)$ არის გამოკითხვის შედეგად მიღებული ფასები (n -ელემენტის დაკვირვება) ის შემთხვევითი სადედეა; $D(p) = (D(p_1), \dots, D(p_n))$ არის მოთხოვნა დამოკიდებული ფასზე (სხვა თანაბარ პირობებში); a და b რეგრესიის კოეფიციენტებია და მათ მოსაძებნად საჭიროა (3.44) დავიყვანოთ წრფივ სახემდე. ამისთვის იგი გავალოგარიტმით:

$$\ln D(p) = \ln(a \cdot p^b) = \ln a + \ln p^b = \ln a + b \ln p. \quad (3.45)$$

შემოვიღოთ შემდეგი აღნიშვნები: $\ln D(p) \equiv D$, $\ln p \equiv p'$, $\ln a \equiv \hat{a}$.

მიღებული აღნიშვნებიდან გამომდინარე ვღებულობთ წრფივ განტოლებას:

$$D' = \hat{a} + bp'. \quad (3.46)$$

ხარისხობრივი ფუნქციის პარამეტრების შეფასების ამოცანა დავიყვანეთ წრფივი ფუნქციის კოეფიციენტების შეფასების ამოცანამდე. პარამეტრები \hat{a} და b უნდა გამოითვალოს დაკვირვების ცხრილის საშუალებით (ცხრილი 3.5).

ცხრილი 3.5. დაკვირვების შედეგების მნიშვნელობები

P	P_1	P_2	...	P_n
$D(P)$	$D(P_1)$	$D(P_2)$...	$D(P_n)$

რადგანაც (3.46) განტოლება წრფივი რეგრესიაა, მისი პარამეტრების მოძებნა უმცირეს კვადრატთა მეთოდით ჩვენ უკვე შეგვიძლია. თუმცა აუცილებელია დაკვირვების მონაცემების გალოგარიტმება (ცხრილი 3.6).

ცხრილი 3.6. დაკვირვების ლოგარიტმული მნიშვნელობები

$\ln P$	$\ln P_1$	$\ln P_2$...	$\ln P_n$
$\ln D(P)$	$\ln D(P_1)$	$\ln D(P_2)$...	$\ln D(P_n)$

შემდეგ, აუცილებელია შევასრულოთ (უკმ)-ის უკვე ნაცნობი პროცედურები და ვღებულობთ $\hat{a} = \hat{a}_1$ და $b = \hat{b}$ მნიშვნელობებს და (3.46) ასე გადაიწერება:

$$\hat{D} = \hat{a}_1 + \hat{b}p.$$

შევიტანოთ შესაბამისი აღნიშვნები (3.45)-ში და მივიღებთ:

$\ln D(p) = \ln a + \hat{b} \ln p$. მოვახდინოთ პოტენციურობა:

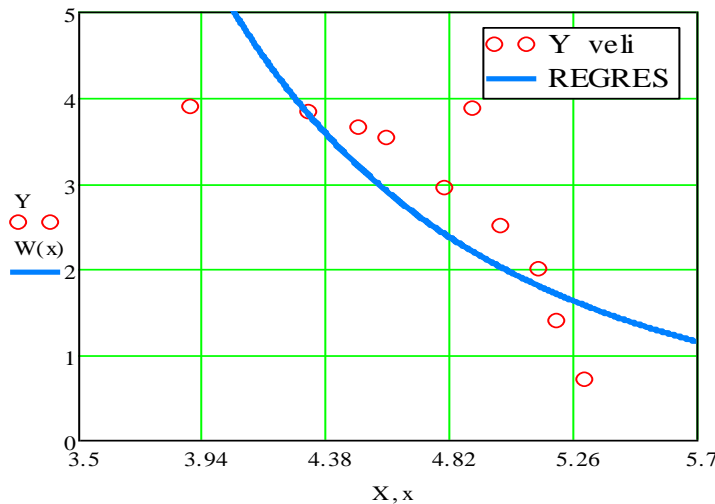
$$\ell^{\ell_n D(p)} = \ell^{\ell_n a + \hat{b} \ell_n p} \Rightarrow D(p) = a \cdot p^{\hat{b}} = \ell^{\hat{a}_1} \cdot p^{\hat{b}}, a = \ell^{\hat{a}_1},$$

სადაც \hat{a}_1 წარმოადგენს (3.47)-ში a კოეფიციენტის უკმ შეფასებას, ხოლო \hat{b} - შესაბამისად, b კოეფიციენტის შეფასებას $\hat{b} \leq 0$. საბოლოოდ, ხარისხობრივი რეგრესიის მოდელი მიიღებს სახეს:

$$D(p) = \ell^{\hat{a}_1} \cdot p^{\hat{b}}. \tag{3.46'}$$

თუ ცხრილი 3.6-ში შევიტანთ საწყისი სტატისტიკური მონაცემების გალოგარითმულ მნიშვნელობებს, შესაძლებელი იქნება პროგრამამ მოგვცეს შესაბამისი კორელაციური კოეფიციენტი, არაწრფივი რეგრესიის მოდელიც და შესაბამისი გრაფიკული წარმოდგენაც (სქემა 3.13).

DAT1 := $\begin{pmatrix} 3.9 & 4.9 & 4.32 & 4.5 & 4.6 & 4.8 & 5 & 5.14 & 5.2 & 5.3 \\ 3.9 & 3.87 & 3.83 & 3.64 & 3.53 & 2.94 & 2.5 & 2 & 1.4 & 0.7 \end{pmatrix}$



$a = 2100.953$
 $b = -4.316$
 $W(x) := a \cdot x^b$
 $\text{corr}(W(X), Y) = 0.687$

სქემა 3.13. არაწრფივი რეგრესიის მოდელი

სქემიდან ჩანს, რომ არაწრფივი რეგრესია არ არის უკეთესი ვიდრე წრფივი. ამას უჩვენებს კორელაციის გამოთვლილი მნიშვნელობების შედარებაც.

§ 3.10. ოპტიმალური ფასის დადგენის მოდელი დროის მოკლე პერიოდისთვის

როგორც აღვნიშნეთ მოთხოვნა, განსაზღვრავს მაქსიმალურ ფასს, რომელიც

ფირმას შეუძლია მოითხოვოს თავის საქონელში, მინიმალური ფასი კი განისაზღვრება ფირმის დანახარჯებით. ამიტომ, ცნობილი მოთხოვნის ფუნქციის §3.7 და არსებული სრული დანახარჯების პირობებში (ზღვრული დანახარჯების დათვლა ყოველთვის შესაძლებელია) შესაძლებელია ოპტიმალური სარეალიზაციო ფასის დადგენა მოგების მაქსიმიზაციის პირობიდან. ვთქვათ, მოთხოვნის მოდელი წარმოდგენილია (3.34) წრფივი ფუნქციის სახით $\hat{D} = a + bp$, $a > 0$, $b < 0$ და ყოველი ერთეულის წარმოებაზე გაწეული ზღვრული დანახარჯები არის p_o . თუ p -თი აღვნიშნავთ ერთეული პროდუქციის სარეალიზაციო ფასს, მაშინ $(p - p_o)$ იქნება ზღვრული მოგება. ცხადია, უნდა სრულდებოდეს პირობა

$$p - p_o \geq 0 \Rightarrow p \geq p_o, \quad (3.47)$$

რომელსაც რენტაბელობის პირობა შეიძლება ვუწოდოთ. ის ნიშნავს, რომ ფირმის ფუნქციონირებას მაშინ აქვს აზრი, როცა (3.47) სრულდება.

ასეთ პირობებში:

$$(p - p_o) \cdot \hat{D} = (p - p_o)(a - bp) \xrightarrow{p} \max \quad (3.48)$$

იქნება ფირმის პროდუქციის რეალიზაციის შედეგად მიღებული მოგება p ფასის, p_o დანახარჯებისა და $(a - bp)$ მოთხოვნის (რეალიზაციის) დროს.

ოპტიმალური ფასის მოსაძებნად (ფასი, რომლის დროსაც (2.40)-მოგება აღწევს მაქსიმუმს), საჭიროა (3.40) გამოსახულების მაქსიმუმის პოვნა p -ს მიმართ. ამისთვის, მიღებული გამოსახულება უნდა გავაწარმოოთ p ცვლადით და გავუტოლოთ ნულს:

$$\frac{d}{dp}(p - p_o)(a + bp) = \frac{d}{dp}(ap + bp^2 - ap_o - bpp_o) = 2bp_{opt} - bp_o + a = 0,$$

$$\text{აქედან } p_{opt} = \frac{p_o}{2} - \frac{a}{2b}, \quad a > 0, \quad b < 0. \quad (3.49)$$

როგორც (3.49)-დან ჩანს, $a > 0$ და $b < 0$ პირობებში (კოეფიციენტები მოთხოვნის მოდელში) დანახარჯებზე დამოკიდებულებით იცვლება ოპტიმალური სარეალიზაციო ფასიც, მაგრამ ორჯერ უფრო ნელია.

ახლა შესაძლებლობა გვაქვს გამოვთვალოთ ოპტიმალური ფასი P_0 დანახარჯების განსხვავებული მნიშვნელობებისთვის. ეს პროცესი გაცილებით მარტივდება, როცა ზუსტად ვიცით $a > 0$ და $b < 0$ სიდიდეები. რამდენადაც ჩვენი შემთხვევისთვის $b = -0.3836$, ხოლო $a = 71.54$, ამიტომ:

$$P_{opt} = \frac{P_0}{2} + \frac{71,54}{2(-0,38362)} = \frac{P_0}{2} + 93,24. \quad (3.50)$$

როგორც წრფივი შემთხვევისთვის არაწრფივი მოდელისთვისაც შეგვიძლია განვსაზღვროთ მაქსიმალური სარეალიზაციო ფასი P_{opt} , დანახარჯების განსხვავებული მნიშვნელობისთვის, ე.ი უნდა ამოვხსნათ ამოცანა

$$(p - p_o) \cdot D(p) \xrightarrow{p} \max \Rightarrow (p - p_o)a \cdot p^{-b} \rightarrow \max ; \quad (3.51)$$

უნდა აღვნიშნოთ, რომ მაქსიმუმის წერტილი არ იცვლება, თუ ფუნქციას მუდმივაზე გადავამრავლებთ. ამიტომ (3.51) ასე გადაიწერება:

$$(p - p_o)p^{-b} = f(p) \xrightarrow{p} \max ; \quad (3.52)$$

მაქსიმუმის მისაღებად მისი პირველი რიგის წარმოებული გავუტოლოთ 0-ს

$$\frac{\partial f(p)}{\partial p} = p_{opt}^{-b} + (p_{opt} - p_o)(-b)p_{opt}^{-b-1} = 0 .$$

საერთო მამრავლის გადატანის შემდეგ:

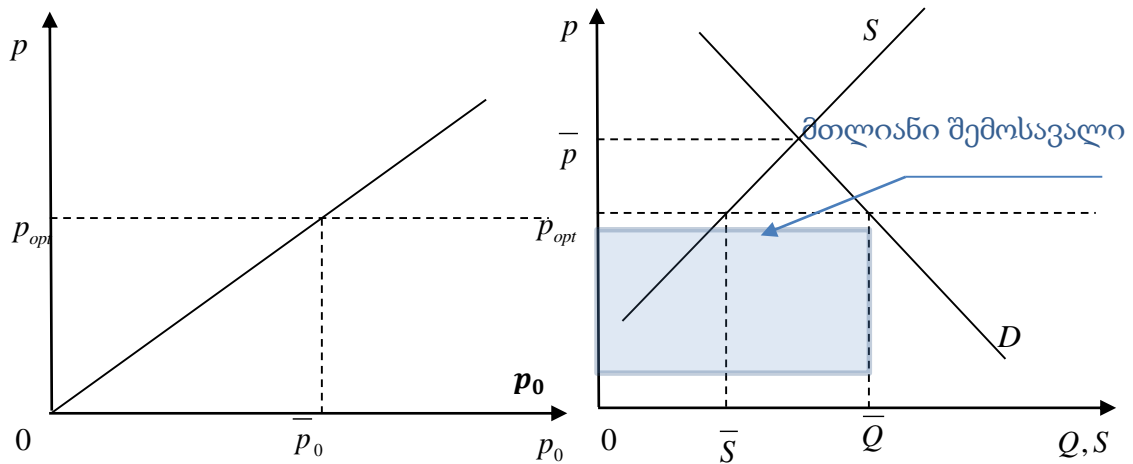
$$p_{opt}^{-b-1}[p + (p - p_o)(-b)] = 0 \Rightarrow p + (p - p_o)(-b) = 0 \Rightarrow p_{opt} - b p_{opt} + p_o b = 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow (1 - b)p_{opt} = -p_o b .$$

აქედან ვღებულობთ p_{opt} მნიშვნელობას:

$$P_{opt} = \frac{-p_o \cdot b}{1 - b} . \quad (3.53)$$

(3.49) ფორმულის ინტერპრეტაციაა: ფირმის სტრატეგიული და ტაქტიკური

გეგმებიდან გამომდინარე, სრული დანახარჯების და გაყიდვების მოსალოდნელი მოცულობაზე ინფორმაციის არსებობა საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ პროდუქციის ფასი ისე, რომ მოცემული მონაცემებისთვის უზრუნველყოფილი იყოს საჭირო შემოსავლები და მოგებაც (სქემა 3.14).



სქემა 3.14. დანახარჯებს და ოპტიმალურ ფასს შორის კავშირი

სადაც \bar{p}_o ოპტიმალური ფასის შესაბამისი დანახარჯებია, ხოლო \bar{s} და \bar{q} მიწოდება და მოთხოვნა. დაშტრიხული ნაწილი წარმოადგენს შემოსავლის სიდიდეს (აქედან ითვლება მაქსიმალური მოგება); \bar{p} -წონასწორული ფასია.

სხვაობა ფასების ზედა ზღვარს და ქვედა ზღვარს შორის, წარმოადგენს იმ არეს, რომელშიც უნდა მოხვდეს საბოლოო ფასი (სქემა 3.14).

რადგანაც (3.49) განსაზღვრავს და ითვალისწინებს სრულ დანახარჯებს და მოთხოვნას, აუცილებელი ხდება კონკურენტების ფასების და პროდუქციის ანალიზი. ნაშრომში აღნიშნულ ანალიზს არ ვაკეთებთ, უბრალოდ, აღვნიშნავთ, რომ ის საკმაოდ რთული პროცესია და ბაზრის კონკურენტული ტიპისთვის (სრული კონკურენციის ბაზარი, მონოპოლისტური კონკურენციის ბაზარი, ოლიგოპოლია, წმინდა მონოპოლიური ბაზარი) ფასწარმოქმნის პროცესი სრულიად განსხვავებულია.

§ 3.11. ფასწარმოქმნა წონასწორულ ბაზარზე. ობობასქსელისმაგვარი დინამიკური მოდელის აგება და ანალიზი

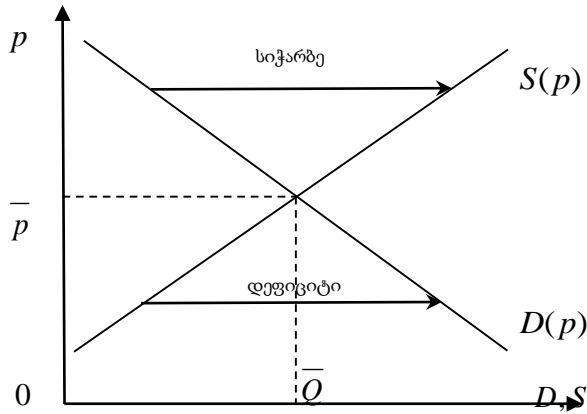
ჩვენ განვიხილავდით მოთხოვნის მრუდს და მის მახასიათებლებს. თუმცა სპეციალური აღნიშვნის გარეშე, მივიჩნევდით, რომ მოთხოვნის და მიწოდების მრუდები კონკურენტულ ბაზარზე, ჯერ ერთი, იკვეთებიან და მეორეც, გადაკვეთის წერტილი დადებითი ფასისა და რაოდენობის შესატყვის არეში ძევს. ანუ არსებობს ეკონომიკურად აზრიანი საბაზრო წონასწორობა.

წონასწორობა შეიძლება არსებობდეს და განსაზღვრულიც იყოს, მაგრამ იქნება თუ არა მიღწევადი, გადაჭრით ამის თქმა მაინც შეუძლებელია. ან თუკი წონასწორობა უკვე არსებობს, აღდგება თუ არა იგი შემთხვევითი გადახრების შემდეგ? ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად, საჭიროა ბაზრის მონაწილეთა რეაქციების განხილვა დროში. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, უნდა ჩატარდეს ე.წ. დინამიკური ანალიზი.

ნაშრომში მიღებული შედეგები ძირითადად განსაზღვრული იყო დროის გარკვეული მომენტისათვის. რაც ნიშნავს, რომ ოპტიმალური ფასიც და მოთხოვნაზე მოქმედი სხვა ფაქტორებიც შესაბამის პერიოდში უნდა იქნას გათვალისწინებული. დროის გარკვეული პერიოდისთვის გამოყენებული კვლევის და ანალიზის მეთოდებს უწოდებენ სტატისტიკურ ან შედარებით სტატისტიკურ მეთოდებს. წონასწორობისაკენ მოძრაობის პროცესი, რომლის განხილვასაც გვერდს უვლიან სტატისტიკური ანალიზის დროს წარმოადგენს დინამიკური ანალიზის საგანს.

სტაბილურია თუ არა წონასწორობა, ე.ი. კვლავ მიიღწევა თუ არა „ძველი“ წონასწორობა მისი შემთხვევითი დარღვევის შემდეგ, ან დამყარდება თუ არა ახალი წონასწორობა მოთხოვნისა და მიწოდების მოთხოვნის მრუდების გადანაცვლების შემდეგ, დამოკიდებულია არაწონასწორულ სიტუაციაზე მოქმედ პირთა რეაგირებაზე. ამასთან, მნიშვნელოვანია, თუ როგორ არის ერთმანეთისადმი განლაგებული მოთხოვნის და მიწოდების მრუდები.

განსაზღვრება 3.1. მიწოდებისა და მოთხოვნის ნორმალური დინამიკის პირობებში, წონასწორობის (\bar{p}) ფასის ზემოთ, ადგილი აქვს მიწოდების სიჭარბეს, ხოლო ქვემოთ - მოთხოვნის სიჭარბეს (დეფიციტი).



სქემა 3.15. მოთხოვნა მიწოდების ნორმალური დინამიკა

როგორც აღვნიშნეთ, მოთხოვნა და მიწოდება ასახავდა ბაზარზე მდგომარეობას ერთი და იგივე დროის პერიოდში. თუმცა, როგორც მოთხოვნა, ასევე მიწოდება შეიძლება რეაგირებდნენ დაგვიანებით. რაც განსაზღვრავს შესაბამისი მოდელის დინამიკას. დისკრეტულ ანალიზში დინამიკური მოდელი მოიცავს მიწოდების უცვლელ ჩამორჩენას დროის ერთი ინტერვალით. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, საქონლის მიწოდება დროის მოცემულ t მომენტში განისაზღვრება $(t - 1)$ პერიოდის ფასით, ხოლო მოთხოვნა მოცემულ t პერიოდში განისაზღვრება მოცემული დროის ფასით. ანუ გვაქვს:

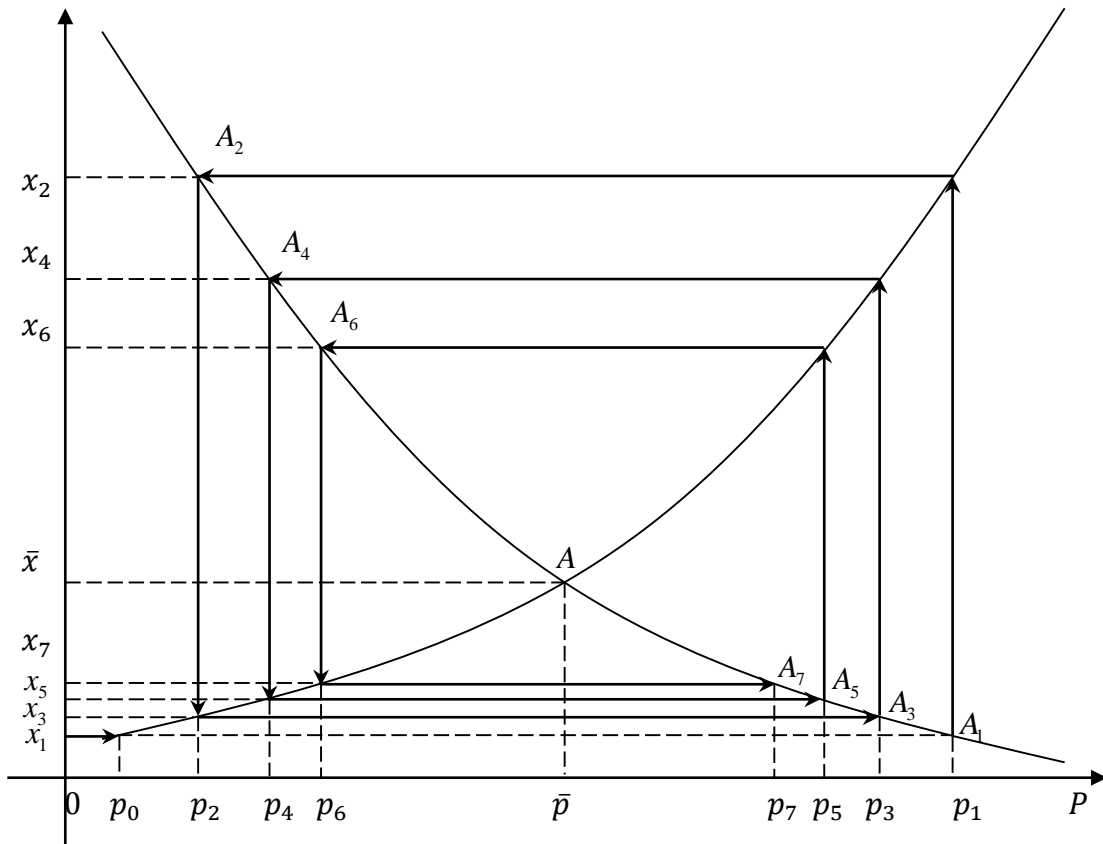
$$D_t = D(p_t), \text{ მაგრამ } S_t = S(p_{t-1}). \quad (3.54)$$

მწარმოებლებისთვის ეს რეალური სიტუაციაა, რადგან პროდუქციის წარმოებისთვის სულ მუდამ მოითხოვება დროის რაღაც ინტერვალი.

მოცემულ სიტუაციაში ბაზარი ფუნქციონირებს შემდეგი წესით: წინა პერიოდში მოცემული p_{t-1} ფასის მიხედვით $S_t = S(p_{t-1})$ მიწოდების სიდიდე და შესაბამისი p_t ფასი უნდა დადგინდეს ისეთი, რომ მომხმარებელმა შეიძინოს შეთავაზებული პროდუქცია მთლიანად. თუ ყიდვა-გაყიდვის მოცულობას აღვნიშნავთ X_t -ით, მაშინ უნდა შესრულდეს

$$\bar{X}_t = D(p_t) = S(p_{t-1}) \quad (3.55)$$

მოდელის მოქმედება გრაფიკულად ასე წარმოვადგინოთ (სქემა 3.16).



სქემა 3.16. წონასწორულ ბაზარზე მოქმედების წესი

ვთქვათ, დროის საწყის მომენტში ფასი ტოლია p_0 . მისი შესაბამისი A_0 წერტილი S მიწოდების მრუდზე აფიქსირებს მიწოდების X_1 მოცულობას საწყის პერიოდში. საქონელი იყიდება p_1 ფასად, რომელიც აღინიშნება A_1 წერტილით მოთხოვნის D მრუდზე. მას იგივე ორდინატი აქვს რაც A_0 . ფასი ყოველ პერიოდში დგინდება მოთხოვნისა და მიწოდების გაწონასწორებით. დროის მეორე პერიოდში ხდება მოძრაობა A_1 -დან ზევით მიწოდების მრუდის გადაკვეთამდე და აღინიშნება ახალი მიწოდება X_2 , შემდეგ მოძრაობა გრძელდება ჰორიზონტალურად D -ს გადაკვეთამდე და ვადგენთ p_2 ფასს და ა.შ. თანმიმდევრულად განისაზღვრება A_1, A_2, \dots წერტილები, რომლებიც იკრიბებიან A წონასწორობის წერტილისაკენ. მოცემული პროცესის გრაფი-

კი გვაძლევს გარკვეულ ზადეს (ქსელს). ამიტომ მოდელს ობობასქსელი-სმაგვარი ეწოდება.

განვიხილოთ ობობასქსელისმაგვარი მოდელის კერძო შემთხვევა, როდესაც მოთხოვნა და მიწოდება მოცემულია ფასის წრფივი ფუნქციებით:

$$D = a_o + a_1 p, \quad a_1 < 0$$

$$S = b_o + b_1 p, \quad b_1 > 0$$

მაშინ წონასწორობის სიტუაციისთვის მივიღებთ, რომ

$$\bar{X} = a_o + a_1 \bar{p} = b_o + b_1 \bar{p} \quad (3.56)$$

სადაც, \bar{X}, \bar{p} არის მოცულობის და ფასის მნიშვნელობა. ვპოულობთ წონასწორულ ფასს \bar{p}

$$a_o + a_1 \bar{p} = b_o + b_1 \bar{p}; \quad a_o - b_o = b_1 \bar{p} - a_1 \bar{p} = (b_1 - a_1) \bar{p}; \quad \bar{p} = \frac{a_o - b_o}{b_1 - a_1}. \quad (3.57)$$

ყიდვა-გაყიდვის მოცულობის \bar{X} გამოსათვლელად წონასწორობის წერტილში (3.56) გვექნება: $\bar{X} = a_o + a_1 \bar{p}$. შევიტანოთ \bar{p} (3.57)-დან და მივიღებთ:

$$\bar{X} = a_o + a_1 \frac{a_o - b_o}{b_1 - a_1}.$$

აქედან,

$$\bar{X} = \frac{a_o b_1 - a_1 b_o}{b_1 - a_1}. \quad (3.58)$$

(3.57) და (3.58) შესაბამისად წარმოადგენენ წონასწორობის წერტილის კოორდინატებს (\bar{p}, \bar{X}). დისკრეტული დინამიკური მოდელის მოსაცემად განვიხილოთ მოთხოვნის და მიწოდების შემდეგი ფუნქციები:

$$D = a_o + a_1 p_t, \quad S = b_o + b_1 p_{t-1}, \quad \text{მაშინ}$$

$$X_t = a_o + a_1 p_t = b_o + b_1 p_{t-1}. \quad (3.59)$$

წონასწორობის წერტილში $p_t = \bar{p}$ და $X_t = \bar{X}$ ყოველი t -თვის, აქედან

$$\bar{X} = a_0 + a_1 \bar{p} = b_0 + b_1 \bar{p}. \quad (3.60)$$

მისი ამოხსნით ვლებულობთ (3.57) და (3.58) ანალოგიურ მნიშვნელობებს.

ასე, რომ თუ რომელიმე პერიოდში არსებობდა საბაზრო წონასწორობის განმსაზღვრელი ფასი და რაოდენობა, მაშინ (3.59) დინამიკურ მოდელში ისინი შენარჩუნებული იქნება მომდევნო პერიოდებშიც. თუ (3.59)-ს გამოვაკლებთ (3.60)-ს მივიღებთ:

$$X_t - \bar{X} = a_1(p_t - \bar{p}) = b_1(p_{t-1} - \bar{p})$$

რომელიც აღწერს გადახრას წონასწორობის სიტუაციიდან.

ვთქვათ, $X_t - \bar{X} = X_t^*$ და $p_t - \bar{p} = p_t^*$, მივიღებთ:

$$X_t^* = a_1 p_t^* = b_1 p_{t-1}^*. \quad (3.61)$$

(3.61) ანალოგიურია (3.59)-ის და წარმოადგენს პირველი რიგის სხვაობიან განტოლებას (ერთ ინტერვალთან ჩამორჩენა) [11].

ვთქვათ, $b_1 / a_1 \equiv c$ და ჩავსვათ ის (3.56)-ში:

$$p_t^* = c p_{t-1}^*, \quad (3.62)$$

სადაც $c < 0$. აქ უნდა გამოვიყენოთ სასრული სხვაობები, რომელსაც ზოგად შემთხვევაში ასეთი სახე აქვს: $\nabla Y_k = f(X_k) - f(X_{k-1})$.

(3.62) განტოლებისთვის გვაქვს საწყისი პირობები, როცა $t=0$ ფასი $p_1^* = p_0$.

ამ განტოლების კერძო ამოხსნა არის ცხადი ფუნქცია, რომელიც განსაზღვრულია $t=0,1,2,\dots$ -თვის და აკმაყოფილებს როგორც თვითონ განტოლებას ასევე საწყის პირობებს. იტერაციული გზით მივიღებთ:

$$p_0^* = p_0;$$

$$p_1^* = c p_0^* = c p_0;$$

$$p_2^* = c p_1^* = c \cdot c p_0 = c^2 p_0$$

...

$$p_t^* = c^{t-1} p_{t-1} \dots = c^t p_o$$

ანუ ამოხსნას აქვს სახე:

$$p_t^* = p_o c^t. \quad (3.63)$$

დავუშვათ, რომ $r = |c| = (b_1 / -a_1) > 0$, აქედან $p_t^* = p_o (-1)^t r^t$, ხოლო ფასების თანმიმდევრობა ასე ჩაიწერება:

$$p_o, -p_o r, p_o r^2, -p_o r^3, \dots \quad (3.64)$$

ნიშნების მონაცვლეობა შეესაბამება იმას, რომ A_c წერტილები განსახილველ შემთხვევაში განლაგდებიან წონასწორობის წერტილის ზევით და ქვევით.

(3.64) მიმდევრობის კრებადობის პირობას წონასწორობის \bar{p} ფასისკენ წარმოადგენს უტოლობა $-1 < r < 1$, ანუ $|r| < 1$; როცა $t \rightarrow \infty$.

გამოთვლითი პროცესის ორგანიზების დროს უნდა გავითვალისწინოთ, რომ შეიძლება წონასწორობის წერტილში ზუსტად ვერ მოვხვდეთ, ამიტომ უნდა ჩავთვალოთ პროცესი გადაიხარა თუ $|p_t^* - p_{t-1}^*| < \varepsilon$, სადაც $\varepsilon > 0$ უსასრულოდ მცირეა. ობობასქსელისმაგვარი მოდელი შესაძლებლობას იძლევა ვაჩვენოთ, რომ ფასი p_t შეიცვლება დეფიციტის და სიჭარბის (სქემა 3.15) პირობებში.

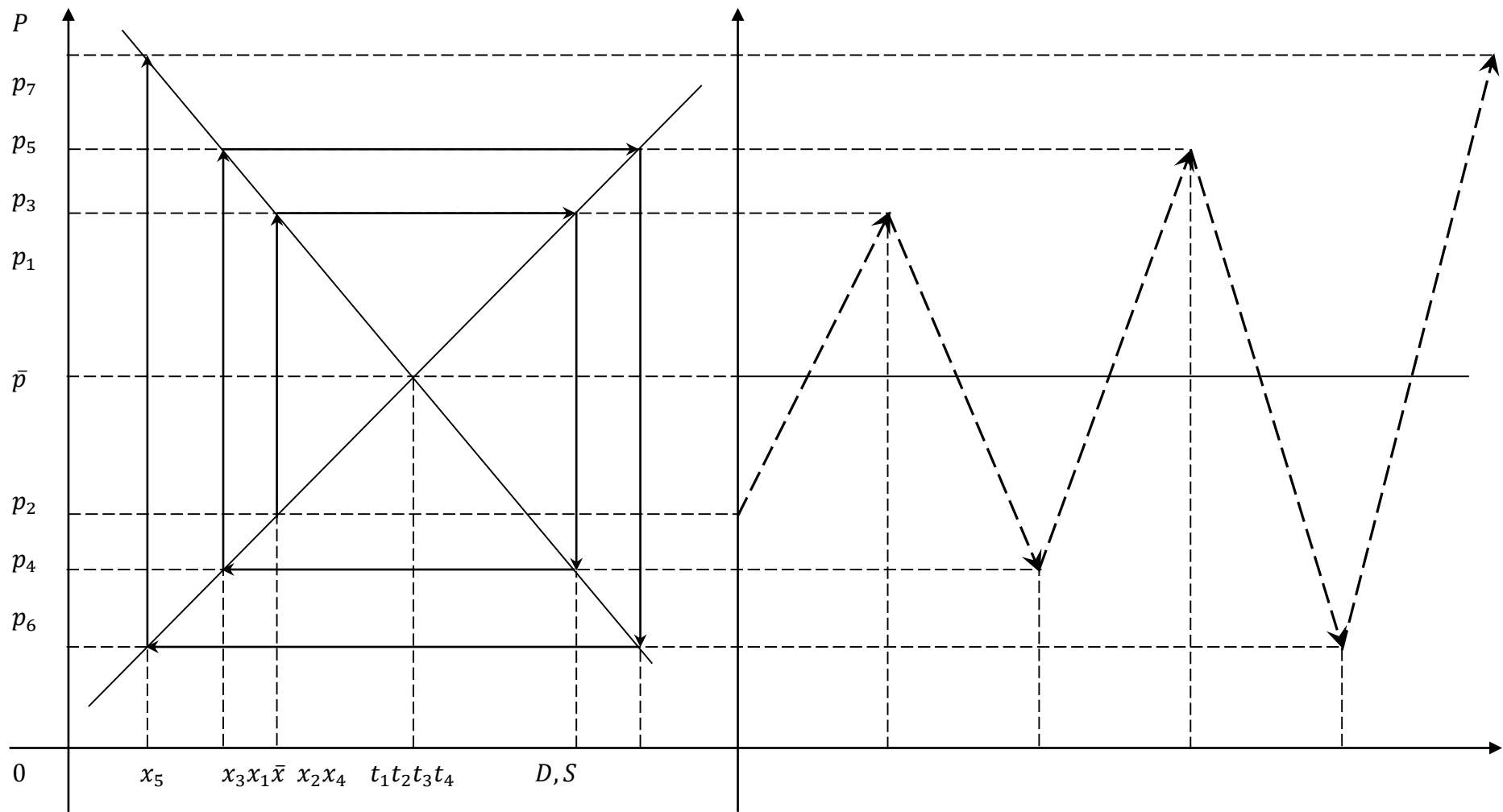
ობობასქსელისმაგვარ მოდელს შეიძლება ქონდეს რამდენიმე ვარიაცია:

1. $b > (-a_1)$ მიწოდების მრუდის S დახრის კუთხე აბსცისთა ღერძის მიმართ მეტია ვიდრე D მრუდის დახრის კუთხე, მაშინ $r > 1$, ხოლო ფასთა მიმდევრობა მიისწრაფვის $(\pm\infty)$ -კენ. გვაქვს მკვეთრი რხევები, რომლის ქვეშაც მოიაზრება მოძრაობა წირის გასწვრივ, რომლის ორდინატიც უწყვეტად იზრდება და მიდის უსასრულობისკენ (არასტაბილური წონასწორობა). (სქემა 3.17)
2. $b_1 < (-a_1)$, მოთხოვნის D მრუდის დახრა მეტია ვიდრე მიწოდების S მრუდის. მაშინ $r < 1$, ფასების აბსოლუტური მნიშვნელობა მცირდება,

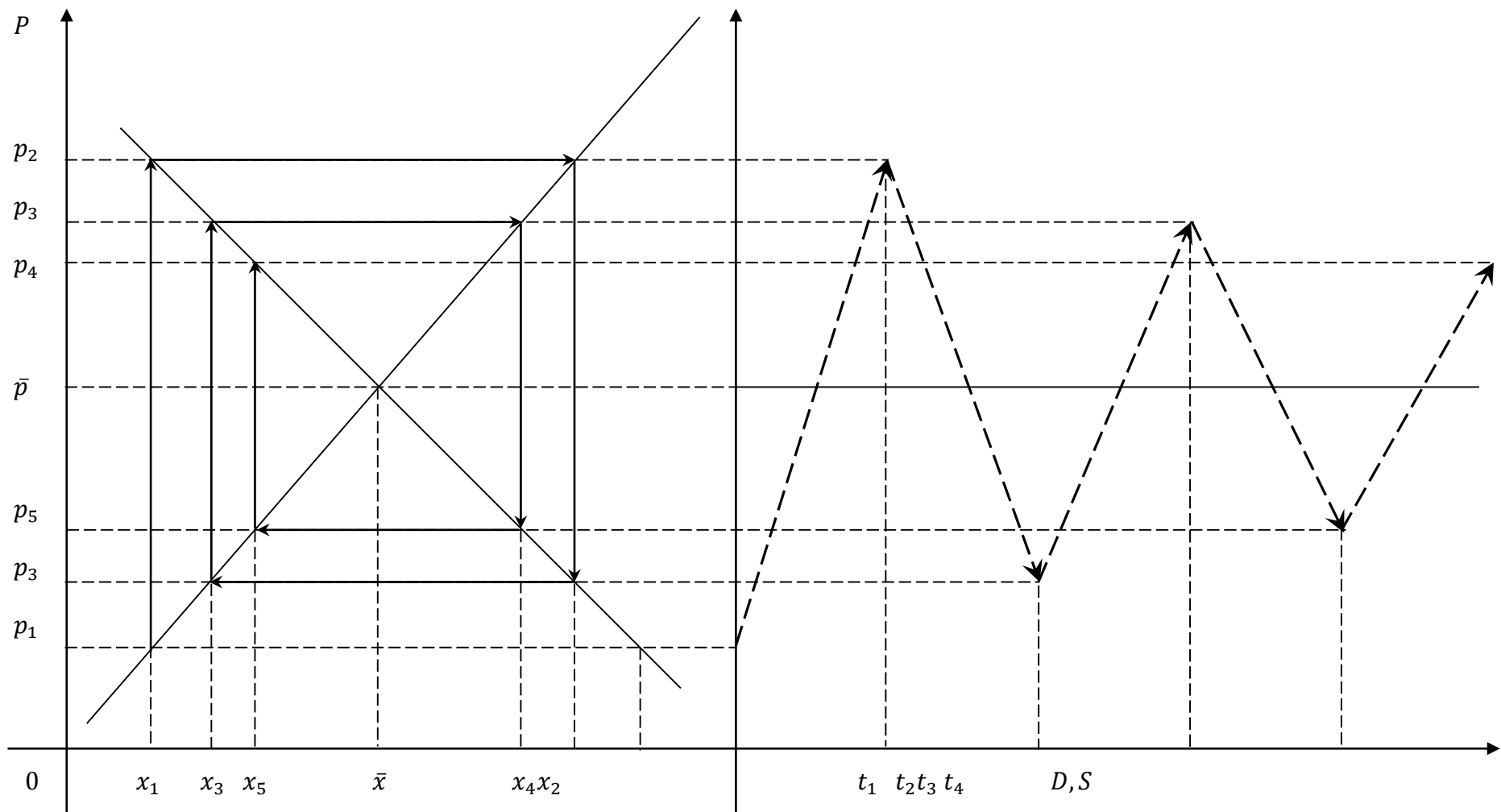
ანუ ფასების მიმდევრობა იკრიბება წონასწორული \bar{p} ფასისკენ და მით უფრო სწრაფად მოხდება ეს, რაც უფრო $a_1 > b_1$, საქმე გვაქვს მიღევად რხევებთან და სტაბილურ წონასწორობასთან (სქემა 3.18).

3. $b_1 = (-a_1) \cdot S$ და D მრუდეების დახრის კუთხეები ერთმანეთის ტოლია. მაშინ $r = 1$, ხოლო ფასების თანმიმდევრობა წარმოდგენილი იქნება რიგით $p_o, -p_o, p_o, \dots$, ამიტომ ფასი იქნება წონასწორულ \bar{p} ფასზე მონაცვლეობით მეტი და ნაკლები, ოღონდ გადახრის საწყისი $p_o - \bar{p}$ სიდიდით. ამ დროს გვაქვს არასტაბილური წონასწორობა რეგულარული რხევებით.

ასეთ მდგომარეობაში სისტემას დიდხანს ყოფნა არ შეუძლია. არსებობს მიღევადი რხევების შემთხვევის მარტივი განვითარების შესაძლებლობა, რომელიც საშუალებას იძლევა p_t ფასის მოძრაობა განვიხილოთ როგორც დროში განგრძობადი რხევები. ამისთვის დროში უცვლელი მოთხოვნის და მიწოდების მრუდეების მაგივრად განვიხილოთ მრუდები, რომლებიც გარე ფაქტორების გავლენით იცვლებიან დროში რეგულარულად, ციკლურად, შემთხვევით ან სხვა წესით, მაშინ რხევების შეწყვეტამდე (სქემა 3.17) რაიმე წანაცვლებას S და/ან D -თვის მივყავართ ახალ მდგომარეობამდე და რხევები წარმოიქმნება თავიდან.



სქემა 3.17. არასტაბილური წონასწორობის მოდელი. ზრდადი ამპლიტუდით



სქემა 3.18. სტაბილური წონასწორობის მოდელი მიღევადი ამპლიტუდით

დასკვნა

სარეალიზაციო ფასს და დანახარჯებს შორის კავშირი კარგად არის ცნობილი და შესწავლილი. მასზეა დაფუძნებული ფასწარმოქმნის ზოგიერთი მეთოდიც. თუმცა ოპტიმალური სარეალიზაციო ფასის მოძებნის ყოველი მცდელობა და შესაბამისი კვლევები მუდამ რჩება ინტერესის სფეროში. აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ ნაშრომი მომხმარებლის გამოკითხვის მონაცემებზეა დაფუძნებული, რაც რეალური შედეგების მიღების საფუძველი შეიძლება იყოს (გარკვეულ შეზღუდვებში). მართალია შედეგები დროის მოკლე, ფიქსირებულ პერიოდზეა გათვლილი, მაგრამ სწორი და დროული ფასწარმოქმნის ტაქტიკა, ხშირად მოკლევადიანი პერიოდის პრობლემების გადაწყვეტასაც უზრუნველყოფს და მოქმედების გრძელვადიან ტენდენციებსაც განსაზღვრავს. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ის ფაქტი, რომ ნაშრომში დამუშავებული ალგორითმი რეალიზებულია პროგრამული პაკეტი MathCad-ის გამოყენებით და გამოთვლების მთლიანი პროცესი მიმდინარეობს ავტომატურ რეჟიმში. ეს საშუალებას იძლევა შესაბამის ამორჩევაში დავამუშაოთ დიდი მოცულობის სტატისტიკური მონაცემები, ანუ გავზარდოთ გამოკითხულ მომხმარებელთა რიცხვი, რაც საგრძნობლად გაზრდის შედეგების სიზუსტეს.

საბოლოო დასკვნები: დამუშავებულია ობიექტის მდგომარეობის შეფასების ექსპერტული მოდელი, რომელიც წარმოადგენს „ექსპრეს ანალიზის“ თანმიმდევრულ, გამჭოლ მეთოდოლოგიას და მკვლევარს საშუალებას აძლევს შემჭიდროვებულ ვადებში, ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლებით შეაფასოს ორგანიზაციის ზოგადი მდგომარეობა და დასაბუთებული რეკომენდაციები მიაწოდოს გადაწყვეტილების მიმღებ პირს. კერძოდ:

1. დამუშავებულია მაჩვენებლების სისტემა – ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლების და მათი მახასიათებლების ერთობლიობა, რომელთა საშუალებით ხდება კვლევის ობიექტის სხვადასხვა თვისების ან შემადგენლის შეფასება. „ექსპრეს ანალიზი“ – შესაძლებელია განხორციელდეს სხვადასხვა ობიექტისთვის, პროცესისთვის ან პროექტისთვის

- შესაბამისი მაჩვენებელთა სისტემის დამუშავების პირობებში;
2. ფორმირებულია მაჩვენებლების შეფასების შკალა არამკაფიო რიცხვების და შესაბამისი მიკუთვნების ფუნქციების გამოყენებით მიღებულია შეფასების არამკაფიო შკალა (0.1) შუალედში;
 3. დამუშავებულია და MathLab-ის საშუალებით რეალიზებულია ალგორითმი, რომელიც:
 - ექსპერტების მიერ რანჟირებული მაჩვენებლების ანალიზის საფუძველზე ადგენს ექსპერტების შეთანხმებულობის დონეს;
 - ითვლის მაჩვენებლების წონებს;
 - ახდენს რაოდენობრივი მაჩვენებლების ნორმირებას (0;1) შუალედზე;
 - ახდენს მახასიათებლების არამკაფიო შეფასებების პირდაპირ შეჯამებას რომლის შედეგად მიიღება თითოეული მაჩვენებლების შესაფასებელი ტრაპეციისმაგვარი არამკაფიო რიცხვი;
 - აგებს ინტეგრალურ ტრაპეციისმაგვარ არამკაფიო შეფასებას, მაჩვენებლების მიღებული არამკაფიო შეფასების და შესაბამისი წონების წრფივი კომბინაციის საშუალებით.
 4. დამუშავებულია კომპლექსური არამკაფიო მაჩვენებელი – „ფირმის მდგომარეობა“, რომელსაც დარდება მიღებული ინტეგრალური მაჩვენებელი, „ექსპრეს ანალიზის“ შედეგების ანალიზისათვის და საბოლოო მდგომარეობის დასაფიქსირებლად;
 5. დამუშავებულია მეთოდოლოგია, რომელიც საშუალება იძლევა განვსაზღვროთ ფირმაში ფასწარმოქმნის პროცესის ძირითადი შემადგენლები და მათ შორის კავშირები. ამ მიზნით დამუშავებულია ალგორითმი და შექმნილია შესაბამისი პროგრამული პროექტი MathCad-ის ბაზაზე, რომელიც სტატისტიკური მონაცემების (მომხმარებელთა გამოკითხვის შედეგები) საფუძველზე ახდენს:

- სტატისტიკური მონაცემების შესაბამისი კორელაციური ველის აგებას;
 - ითვლის კორელაციის და დეტერმინაციის კოეფიციენტებს, რის საფუძველზეც დგინდება ცვლადებს შორის კავშირის სიძლიერე და დამოუკიდებელი ცვლადის წილი, დამოკიდებული ცვლადის განსაზღვრულობაში;
 - იგება მოთხოვნის წრფივი და ხარისხობრივი რეგრესიის მოდელები უმცირეს კვადრატთა მეთოდის საშუალებით. მოწმდება რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტების და მთლიანად განტოლების ვარგისიანობა შესაბამისად t -სტატისტიკის და F -სტატისტიკის საშუალებით.
6. მოთხოვნის პროგნოზის მიზნით იგება ნდობის ინტერვალები სხვადასხვა ფასისთვის;
 7. მოგების მაქსიმიზაციის პირობიდან, ცნობილი მოთხოვნის პირობებში ითვლება ოპტიმალური სარეალიზაციო ფასი, დანახარჯების სიდიდეზე დამოკიდებულებით;
 8. ხდება დისკრეტული დინამიკური მოდელის გამოკვლევა მოთხოვნის და მიწოდების წრფივი ფუნქციისთვის, როცა მოთხოვნის ფუნქცია ცნობილია. დგინდება, რომ თუ რომელიმე პერიოდში არსებობდა წონასწორული ფასები და მოცულობა, მაშინ დინამიკურ მოდელში შესაძლებელია მათი შენარჩუნება შემდგომ პერიოდებშიც.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Минюк С.А. Материалические методы и модели в экономике; Учеб. пособие - МН. Тетра системс, 2002, 432с.
2. Вородулин А.Н., Кузнецов В.Н., Мельник М.В., Теория экономического анализа: под. проп. М.В. Мельник. Тверь: ТГТУ, 2006, 148с.
3. Тинякова В.И. Математические методы обработки экспертной информации. Воронеж, 2006, 70с.
4. Экономический анализ: Учебник для вузов/ под ред. А.Т. Гиляровекой.

- 2-ე изд., доп.-М.: юнити -Дана, 2004, 615с.
5. Баканов М.И., Мельник М.В., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа. Учебник/ Под ред. М.И. Баканова - 5е изд. - М.: Финансы и статистика, 2005, 536с.
 6. Бровина Т.М. Теория экономического анализа. Учебное пособие -2-изд. - Архангельск: Изд-ва АТТУ 2006, 149с.
 7. Чечевицына Л.Н. Практикум по экономике предприятия - Ростов н/Д: Феникс, 2009, 250с.
 8. Ковалев В.В., Волкова О.Н. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. Учебник -М.: 000 "ТК Велди", 2002, 424с.
 9. Чернов В.П. Математические модели и методы в экономике и менеджменте: СПб, Изд-во СПбГУЭР; 2010, 235с.
 10. Родионов Н.В. Методология применения нечетких множеств в инновационном проектировании. Аудит и Финансовый анализ Н2, 2011
 11. Ласунский А.В. Разностные уравнения. Мет. пособие. НГУ. 2011, 62с.
 12. ფიშერი ს., დონბუში რ., შმაღენი რ. ეკონომიკა. თბილისი:1997 ტ.2, გვ. 526.
 13. ჭილაძე ი. დანახარჯების აღრიცხვის სისტემები. „მერანი“- 2009, გვ. 59
 14. Шадрина Т.В. Экономический анализ: практикум, тесты МГУЭСИ-М., 2007.
 15. Савицкая Г.В. Теория анализа хозяйственной деятельности. Учеб. пособие -М.: ИНФРА-М, 2007, 288с.
 16. Макиловекий Р.Г. Бизнес план. Методические материалы. -М.: Финансы и статистика, 2004.
 17. Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учеб. пособие. - М.: вузовский учебник, 2007, 365с.
 18. Дьяконов В. Mathematica 5.1/5.2/6 в математических и научно-технических расчетах / В. Дьяконов. – Солон-пресс, 2008, 744 с.
 19. Nedosekin A. Fuzzy Financial Management. Russia, Moscow. AFA Library, 2003.
 20. Рыжков А.П. Элементы теории нечетких множеств и ее приложения.
 21. მჭედლიშვილი ნ., ხუციშვილი ს., ხუციშვილი ლ. პროექტების შეფასების მრავალკრიტერიუმანი ექსპერტული მეთოდი სრულყოფის ზოგიერთი საკითხი, ბიზნეს-ინჟინერინგი-სამეცნიერო ჟურნალი N 3.თბ.: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2012, გვ. 126-128.
 22. Леоненко А.В. Нечеткое моделирование в среде MathLab. fuzy ТЕСН-БХВ-Петербург 2005, 736с.

23. Недосекин А.О., Максимов О.Б. Новый комплексный показатель оценки финансового состояния предприятия- Аудит и финансовый анализN2,2001.
24. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование; в 3-хт. -2 т: экспертные оценки. М: Изд-во МГТУ им Н.Е Баумана, 2009.
25. Стариков А.В., Кушева И.С. Экономико-математическое и компьютерное моделирование. Учеб. пособие. ГУ ВПО "ВГЛТА" - Воронеж, 2008, 132с.
26. Тарасевич А.С., Гребенников П.И. Микроэкономика. Учебник, - 4-е изд.- М.: Юрайт-Издат. 2005, 374с.
27. Бабешко Л.О Основы эконометрического моделирования: Учебное пособие, -М. Комкнига,2006.
28. სიჭინავა ა. ინვესტიციები (თეორია, ანალიზი, ორგანიზაცია, მართვა) სს და მართვის ქართულ ბრიტანული უნივერსიტეტის გამომცემლობა 06.2010.
29. სიჭინავა ა., როდონაია გ., საინვესტიციო პროექტების ეფექტიანობის შეფასების მეთოდები, ეკონომიკური პოლიტიკა და ბიზნესის პროცესების მართვა. სსპკ., 05.2011,გვ. 145-150.
30. Белявский И.К. Маркетинговые исследование: Учебное пособие. МГУ ЭСИ-М.:2004, 414с.
31. ბაკაშვილი ნ., მესხიშვილი დ., ბიბიჩაძე დ. ფირმის ეკონომიკა (სახელმძღვანელო) თბილისი, 2011.
32. ბარათაშვილი ე., ბაკაშვილი ნ. და სხვ. თანამედროვე ბიზნეს სტრატეგიები (სახელმძღვანელო),თბილისი, 2011.
33. მუნჯიშვილი მ. ინდივიდუალური ფასწარმოქმნის პროცესი <http://strategy.ge/page> 4.07.2012.
34. Корещкая И.М. Экономико-математические модели, Оренбург:2009, -94
35. Орлов А.И Эконометрика – М.: Экзамен. 2004.
36. Мурлин А.Г. Компьютерное моделирование. Краснодар. 2007.
37. Меньшова Т.В. Методы и модели в Экономике Воекресенок2011.
38. Малыхин В.И. Высшая математика: Учеб. Пособие -2-е изд.: ИНФРА 2009, 365 с.
39. Дьяконов В. Mathematica 5.1/5.2/6 в математических и научно-технических расчетах / В. Дьяконов. – Солон-пресс, 2008, 744 с.
40. Гандер В. Решение задач в научных вычислениях с применением Maple и MathLab / В. Гандер, И. Гржебичек. – Москва: Вассамедина, 2005, 520 с.
41. Тарасевич Ю.Ю. Информационные технологии в математике / Ю.Ю. Тарасевич. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2003, 144 с.
42. Режим доступа: <http://www.matsoft.ru>. – Дата доступа: 22.11.2008.

43. Режим доступа: <http://www.wolfram.com>. – Дата доступа: 22.11.2008.
44. Режим доступа: <http://nitki.nnm.ru/> – 25.11.2008.
45. CIT Forum. – Режим доступа: <http://www.citforum.ru/>. – Дата доступа: 20.11.2008.
46. Википедия. – 2008. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/>. – Дата доступа: 01.12.2008.
47. Wright E.M. On the coefficients of power series having exponential singularities / E.M. Wright // J. London Math. Soc. – 1933. – №8 – P.71-79.
48. ულრის ფელი, პეტერ ობერენდერი მიკროეკონომიკის საფუძვლები, თბილისი. „ხელოვნება“, 1998.
49. ედიბერიძე ა. ალბათობის თეორიის და მათემატიკური სტატისტიკის ელემენტები, თბილისი თსუ-ს გამომცემლობა, 1975.
50. Корецкая И.М.- Экономика. Математические модели: тексты, лекции; Оренб. гос. Ин-т менеджмента, 2009, 94с.
51. მჭედლიშვილი ნ., ხუციშვილი ს., ამილახვარი გ. ფირმის საქმიანობის წინასწარი შეფასების მრავალკრიტერიუმიანი ექსპერტული მეთოდი, არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის და MathLab-ის ბაზაზე. ბიზნეს-ინჟინერინგი, სამეცნიერო ჟურნალი N4. თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2012.
52. მჭედლიშვილი ნ., ხუციშვილი ს., ბეჭვანია ა. საინვესტიციო პროექტების წინასწარი შერჩევის და შეფასების ზოგიერთი საკითხი. შრომები მართვის ავტომატიზებული სისტემები. N2 (11). სტუ. თბილისი 2011.
53. ამილახვარი ნ., ამილახვარი გ. სისტემები შეზღუდული შეღწევადობით (არასრულ შეღწევადი). თბილისი: საერთაშორისო სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენცია „მართვის ავტომატიზებული სისტემები და თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიები“. 2011 წელი, მოხსენებათა თეზისები, გვ. 129-130.
54. Гулуа Д.В., Баиашвили З.А., Мания С.Р., Приоритетное обслуживание замещения в технических системах. Грузинский технический университет, Труды, #1(459), 2006.
55. Khurodze R., Kakubava R., Gulua D., Priority queuing system for replacement and renewal. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, 172, #1, 2005.
56. Gulua D., Optimization of Priority Queuing Replacement System by Economical Criterion, Georgian National Academy of Sciences, 172, №3, 2005.
57. Khurodze R., Kakubava R., Gulua D. Analysis of Priority queuing system for replacements and renewals, Georgian National Academy of Sciences, vol.3,#2, 2009.

58. Плис А.И., Сливина Н.А. MathCad математический практикум для экономистов и инженеров. Учеб. Пособие – М.: Финансы и статистика 2007 656 с.
59. Макаров Е Инженерные расчеты в MathCad 15: Учебный курс –СПб; Питер 2011, 400с.
60. www.aup.ru, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 12.05.2013.
61. www.iis.ru, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 12.05.2013.
62. www.infocity.kiev.ua, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 12.05.2013.
63. www.ccc.ru, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 12.05.2013.
64. www.internetbook.ru, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 12.05.2013.
65. www.oeconomicus.ru, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 12.05.2013.
66. www.management.com.ua, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 12.05.2013.
67. www.globalconsulting.com.ua, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 12.05.2013.
68. www.markbook.chat.ru, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 12.05.2013.
69. www.marketing-mix.ru, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 12.05.2013.
70. www.marketing.spb.ru, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 12.05.2013.
71. Амилахвари Г., Гулуа Д., Пипиа Г. Построение модели и анализ системы М/М/4+3, თბილისი: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2011 წელი, შრომები N 1(479), გვ. 46-50.
72. გულუა დ., ამილახვარი გ. ორი ტიპის ოპერაციის არა პრიორიტეტული მომსახურების სისტემის სტოქასტიკური მოდელი. თბილისი: თბილისის დამოუკიდებელი სასწავლო უნივერსიტეტი. 2012 წელი, სამეცნიერო ძიებანი VIII ტომი, გვ. 29-32.
73. მჭედლიშვილი ნ., ხუციშვილი ს., ამილახვარი გ. სარეალიზაციო ფასის ოპტიმიზაციის ამოცანა კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზის და MathLab-ის ბაზაზე. თბილისი: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2013 წელი, ISSN 1512-3979, შრომები მართვის ავტომატიზებული სისტემები N 1(14), გვ. 59-65.
74. გულუა დ., ამილახვარი გ., ამილახვარი ნ. რთულ სისტემებში რეზერვის არსებობის დასაბუთების მათემატიკური მოდელი. თბილისი: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2013 წელი, შრომები მართვის ავტომატიზებული სისტემები N 2(15), გვ. 15-19.