

სიმონ გელაშვილი

შესავალი სტატისტიკურ
კრონოზირებაში

თბილისი 2019

სახელმძღვანელოში განხილულია სტატისტიკური პროგნოზირების თეორიული და მეთოდოლოგიური საფუძვლები, კერძოდ: სტატისტიკური პროგნოზირების ძირითადი ცნებები და კატეგორიები, პროგნოზირების კონკრეტული მეთოდები, პროგნოზირების ძირითადი სტადიები, სტატისტიკური პროგნოზების კლასიფიკაცია სხვადასხვა ნიშნების მიხედვით, ამ დარგის განვითარების თანამედროვე დონე საზღვარგარეთის ზოგიერთ ქვეყანაში და სხვადასხვა მოვლენის პროგნოზის გაანგარიშების პრაქტიკული წესები.

სახელმძღვანელო გათვალისწინებულია უმაღლესი სასწავლებლების ბაკალავრიატის საფეხურის სტუდენტებისა და სხვა დაინტერესებული პირებისათვის.

რედაქტორი: ასოც. პროფ. მერაბ ხმალაძე

რეცენზენტები: ასოც. პროფ. მარინე მუჩიაშვილი
ასოც. პროფ. რუსუდან ქინქლაძე

იბეჭდება ივ. ჯავახიშვილის სახ. თსუ-ს ეკონომიკისა და ბიზნესის ფაკულტეტის ეკონომიკური სტატისტიკის დარგობრივი სარედაქციო კოლეგიის დადგენილებით (ოქმი №4, 21.03.2019).

© სიმონ გელაშვილი, 2019

© გამომცემლობა „უნივერსალი“, 2019

საავტორო უფლებები დაცულია მოქმედი კანონმდებლობით.

ISBN

Simon Gelashvili

Introduction to Statistical Forecasting

Tbilisi 2019

105

ამ წიგნს ვუძღვნი ჩემს მეცნიერ-
ხელმძღვანელს ბიკენტი გაბიაშვილს პროფესორ
და მეცნიერ-

კონსულტანტს - აკადემიკოს ვასილ (ლასლო)
სიმჩერას, რომელთა რჩევებითაც მე, ჯერ კიდევ
ასპირანტურაში სწავლის დროს, დავიწყე
სტატისტიკური პროგნოზირების მიმართულებით
კვლევა.

შინაარსი

წინასიტყვაობა

10

თავი 1. რა არის სტატისტიკური პროგნოზირება?

- 1.1. ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესები, როგორც სტატისტიკური პროგნოზირების ობიექტი -----
15
- 1.2. სტატისტიკის როლი ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების პროგნოზირებაში ----- 17
- 1.3. სტატისტიკური პროგნოზირების ძირითადი სტადიები -----
20
- 1.4. სტატისტიკური პროგნოზირების ინფორმაციული უზრუნველყოფა -----
31
- 1.5. სტატისტიკური ექსპერიმენტი, როგორც ინფორმაციის წყარო -----
35
- 1.6. სტატისტიკური პროგნოზების თანამედროვე კლასიფიკაცია -----
39
- 1.7. სტატისტიკური პროგნოზირების მეთოდების სისტემა -----
43
- 1.8. დეტერმინირებული და სტოქასტური მეთოდები სტატისტიკურ პროგნოზირებაში ----- 42
- 1.9. ტესტები ----- 44

თავი 2. სტატისტიკური პროგნოზირების თანამედროვე პრაქტიკა საქართველოში და საზღვარგარეთ

- 2.1. პროგნოზირების პრაქტიკა თანამედროვე საქართველოში -
45
- 2.2. პროგნოზირების ორგანიზაცია და პრაქტიკა აშშ-ში -----
47
- 2.3. სტატისტიკური პროგნოზირების საერთაშორისო გამოცდილება (გფრ-ის და საფრანგეთის მაგალითზე) -----
53

2.4. პროგნოსტიკის საერთაშორისო ორგანიზაციები -----	
60	
2.5. ტესტები -----	
65	

**თავი 3. ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების დინამიკის
სტატისტიკური პროგნოზირების საფუძვლები**

3.1. დროითი მწკრივის ტენდენცია და ტრენდი -----	
67	
3.2. ტრენდის გამოვლენის სტატისტიკური მეთოდები -----	71
3.2.1. ტრენდის გამოვლენა მარტივი სტატისტიკური მეთოდების გამოყენებით -----	
71	
3.2.2. ტრენდის გამოვლენა აბსოლუტური მატებისა და ზრდის ტემპის კოეფიციენტების გამოყენებით -----	
75	
3.3. ტრენდის გამოვლენის მათემატიკური ხერხები -----	
79	
3.3.1. ტრენდის გამოვლენა წრფივი ფუნქციის გამოყენებით ----	
79	
3.3.2. ტრენდის გამოვლენა პარაბოლური ფუნქციის გამოყენებით -----	84
3.4. ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების დინამიკის პროგნოზირება მარტივი სტატისტიკური მოდულებით -----	87
3.5. ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირება წრფივი ერთფაქტორიანი მოდულით -----	
91	
3.6. ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირება მრავალფაქტორიანი მოდულების გამოყენებით -----	
-----	93
3.7. კორელაციური ანალიზი ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების დინამიკის სტატისტიკურ პროგნოზირებაში ---	96
3.8. ზოგიერთი ახალი მეთოდოლოგიური მიდგომა სტატისტიკურ პროგნოზირებაში -----	
-----	99

3.9. ტესტები -----
106

**თავი 4. მოვლენათა სტრუქტურის სტატისტიკური
პროგნოზირების ელემენტები**

4.1. ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების სტრუქტურა,
როგორც სტატისტიკური პროგნოზირების ობიექტი -----
----- 111

4.2. სტატისტიკური დაჯგუფების მეთოდის გამოყენება
ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების სტრუქტურის
პროგნოზირებაში -----
112

4.3. რეგრესიული ანალიზი ეკონომიკური და ბიზნეს
პროცესების სტრუქტურის სტატისტიკურ პროგნოზირებაში ---
----- 116

4.4. მოვლენათა სტრუქტურის პროგნოზირება რეგრესიული
მოდელების საფუძველზე -----
123

4.5. ტესტები ----- 125

**თავი 5. მოვლენათა ურთიერთკავშირის სტატისტიკური
პროგნოზირების საფუძველები**

5.1. მოვლენათა ურთიერთკავშირის სახეები და ფორმები ----
129

5.2. მოვლენათა ურთიერთკავშირის გამოვლენის
სტატისტიკური მეთოდები -----
----- 134

5.3. მოვლენათა ურთიერთკავშირის საპროგნოზო მოდელების
შერჩევისა და მათი ადეკვატურობის სტატისტიკური
შეფასება -----
138

5.4. ტესტები -----
144

**თავი 6. ხარისხობრივი მეთოდები სტატისტიკურ
პროგნოზირებაში**

6.1. ხარისხობრივი მეთოდების გამოყენების წინაპირობები პროგნოზირებაში -----	
148	
6.2. ინდივიდუალური ექსპერტული შეფასების მეთოდები -----	
150	
6.3. ჯგუფური ექსპერტული შეფასების მეთოდები -----	
153	
6.4. ექსპერტული შეფასების მონაცემთა დამუშავების სტატისტიკური მეთოდები -----	
205	
6.5. ექსპერტული შეფასების შედეგების საფუძველზე სტატისტიკური პროგნოზის შემუშავება -----	
208	
6.6. ექსპერტული პროგნოზების ხარისხის შეფასების სტატისტიკური მეთოდები -----	
205	
6.7. ტესტები -----	216
სპეციალური ცნებებისა და ტერმინების განმარტება -----	
122	
რეკომენდებული ლიტერატურა -----	145

Contents

Preface -----	
10	
Chapter I. What is statistical forecasting?	
1.1. Economic and Business processes, as an unit of statistical forecasting	
15	
1.2. Statistical role in forecasting economic and business processes -----	
17	
1.3. Basic stages of statistical forecasting -----	20
1.4. Informational resources for statistical forecasting -----	
31	
1.5. Statistical experiment as a source of information -----	
35	
1.6. The modern classification of statistical forecasts -----	
39	
1.7. System of statistical forecastings methods -----	
43	
1.8. Determinate and Stochastic methods of statistical forecasting -----	
53	
1.9. Tests -----	
57	
Chapter II. Modern practice of statistical forecasting in Georgia and abroad	
2.1. Practice of statistical forecasting in modern Georgia -----	37
2.2. Organization and practice of statistical forecasting in USA -----	40
2.3. International experience in statistical forecasting (examples of Germany and France) -----	
-----	42
2.4. International organizations of forecasting -----	45
2.5. Tests -----	47
Chapter III. Basics of the Statistical forecasting of dynamics of economic and business processes	
3.1. Tendency and trend of time series -----	
3.2. Statistical methods of display of trend -----	
3.2.1. Display of trends using simple statistical methods -----	

3.2.2. Display of trend using coefficients of absolute increase and rate of growth -----	47
3.3. Mathematical-statistical mechanisms of display of trend -----	
3.3.1. Display of trends using linear function -----	
3.3.2. Display of trends using parabolic function -----	
3.4. Forecasting of the dynamics of economic and business processes using simple statistical models -----	82
3.5. Forecasting of the dynamics of economic and business processes using one factor models -----	82
3.6. Statistical forecasting of the dynamics of economic and business processes using multi factor models -----	82
3.7. Correlation analysis in statistical forecasting of the dynamics of economic and business processes -----	
3.8. New methodological approaches in statistical forecasting -----	
3.9. Tests -----	106

Chapter IV. Statistical forecasting elements of structure of events

4.1. Structure of economic and business processes, as an unit of statistical forecasting -----	186
4.2. Using statistical grouping method in forecasting of the structure of economic and business processes -----	
4.3. Regression analysis in the statistical forecasting of the structure of economic and business events -----	
4.4. Forecasting of structure of economic and business processes on the basis of regression models -----	
-	
4.5. Tests -----	186

Chapter V. Basics of Statistical forecasting of mutual connection of events

5.1. Types and forms of mutual connection of events -----	196
5.2. Statistical methods of determine of mutual connection of events -	

5.3. Selection of forecasting models of mutual connection of events and statistical estimation their adequacy -----

5.4. Tests -----

116

Chapter VI. Qualitative methods in statistical forecasting

6.1. Preconditions for the use of qualitative methods in statistical forecasting -----

6.2. Individual expert estimation methods -----

6.3. group expert estimation methods -----

6.4. Statistical methods of expert estimation of data treatment -----

6.5. Ascertainment of statistical forecasting, based on the results of expert estimation -----

6.6. Statistical methods of expert forecasts quality estimation -----

6.7. Tests -----

186

Definition of special concepts and terms -----

References -----

წინასიტყვაობა

*„როგორც ალგებრის გარეშე არ არსებობს
მათემატიკა, ასევე არ არსებობს
პროგნოსტიკა
სტატისტიკის გარეშე. პროგნოსტიკა
სტატისტიკის
გარეშე აღქიმიან და არა მეცნიერება“
/სიმონ გელაშვილი/*

თანამედროვე მსოფლიოში მიმდინარეობს ეროვნული, რეგიონული და გლობალური მასშტაბის ურთულესი პროცესები. ეს ვლინდება საზოგადოებრივი ცხოვრების ყველა სფეროში, მათ შორის ეკონომიკაში, რაც უდიდეს ზეგავლენას ახდენს მათ განვითარებაზე. ამიტომ გარკვეული ზომით მათი რეგულირება ერთ-ერთი მთავარი და, ამასთანავე, მუდმივი პრობლემაა როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული

თვალსაზრისით. მის გადაჭრაში დიდი როლი მიეკუთვნება მეცნიერების ყველა დარგს და, მათ შორის, სტატისტიკურ პროგნოზირებას, რომელიც მოწოდებულია შექმნას სხვადასხვა მოვლენისა და პროცესის პროგნოზირების როგორც თეორიულ-მეთოდოლოგიური ბაზა, ისე განახორციელოს კონკრეტული პროცესების მეცნიერულად დასაბუთებული პროგნოზების გაანგარიშება.

თანამედროვე ეტაპზე როგორც ეკონომიკაში, ისე ბიზნესში და სხვა სფეროებში მეტად გაიზარდა განუსაზღვრელი სიტუაციების სიხშირე და რაოდენობა. აქედან გამომდინარე, წარმოდგენილი სახელმძღვანელოს ძირითადი მიზანია გააცნოს სტუდენტებსა და სხვა დაინტერესებულ პირებს სტატისტიკური პროგნოზირების თეორიისა და მეთოდოლოგიის საფუძვლები და აჩვენოს კონკრეტული პროგნოზების გაანგარიშების მარტივი ტექნიკა.

სახელმძღვანელოს ძირითადი მიზნის მისაღწევად აუცილებელია მრავალი რთული ამოცანის გადაწყვეტა, კერძოდ: პროგნოსტიკის ცნებებისა და ტერმინების განმარტება, პროგნოზირების მარტივი და რთული მეთოდების განხილვა, საპროგნოზო მოდელებისა და მეთოდების შერჩევა და მათი ადეკვატურობის დადგენა, საპროგნოზო მაჩვენებლების გაანგარიშება და მათი შეფასება და სხვ.

წინამდებარე სახელმძღვანელო შედგება შესავლის, 6 თავისა და 39 პარაგრაფისაგან. მას თანდართული აქვს ასევე სპეციალური ცნებებისა და ტერმინების განმარტებითი ლექსიკონი და ლიტერატურის სია.

პირველ თავში - „რა არის სტატისტიკური პროგნოზირება?“ - განხილულია სტატისტიკურ პროგნოზირებაში გამოყენებული ძირითადი ცნებები და კატეგორიები, კვლევის ობიექტი, პროგნოზებისა და პროგნოზირების მეთოდების კლასიფიკაცია, პროგნოზირებისათვის აუცილებელი ინფორმაციული ბაზის ფორმირების საკითხები და სხვ.

მეორე თავში - „სტატისტიკური პროგნოზირების თანამედროვე პრაქტიკა საქართველოში და საზღვარგარეთ“ - გადმოცემულია პროგნოზირების პრაქტიკა საქართველოში, პროგნოზირების თეორიული და პრაქტიკული გამოცდილება აშშ-ში და ევროპის ზოგიერთ ქვეყანაში, ასევე

პროგნოსტიკის საერთაშორისო ორგანიზაციების წარმომოხებისა და საქმიანობის მოკლე მიმოხილვა.

მესამე თავში - „ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირების საფუძველები“ - გაანალიზებულია დროითი მწკრივის ტენდენციისა და ტრენდის ფორმა და შინაარსი, ტრენდის გამოვლენისა და ასახვის მარტივი და რთული მეთოდები, სტატისტიკური პროგნოზების გაანგარიშება დროითი მწკრივების საფუძველზე და სხვ.

მეოთხე თავში - „მოვლენათა სტრუქტურის სტატისტიკური პროგნოზირების ელემენტები“ - განხილულია ერთგვაროვანი და არაერთგვაროვანი სტრუქტურის მქონე მოვლენები და მათი პროგნოზირების თავისებურებანი, სტატისტიკური დაჯგუფების მეთოდის გამოყენება სტრუქტურის პროგნოზირებისას, ასევე ვარიაციისა და კორელაციურ-რეგრესიული მეთოდების გამოყენება სტატისტიკურ პროგნოზირებაში.

მეხუთე თავში - „მოვლენათა ურთიერთკავშირის სტატისტიკური პროგნოზირების საფუძველები“ - მოცემულია ერთგვაროვანი და არაერთგვაროვანი სტრუქტურის მქონე მოვლენებისა და პროცესების პროგნოზირების თავისებურებანი, ურთიერთკავშირის სიმჭიდროვის ხარისხის განსაზღვრის მაჩვენებლები, ურთიერთკავშირის საპროგნოზო მოდელების სახეები და მათი შერჩევის მეთოდები.

მექვსე თავში - „ხარისხობრივი მეთოდები სტატისტიკურ პროგნოზირებაში“ - განხილულია ინდივიდუალური და ჯგუფური ექსპერტული შეფასების მეთოდები, ექსპერტული შეფასების მონაცემთა სტატისტიკური დამუშავების მეთოდები და მიღებული შედეგების საფუძველზე პროგნოზების შემუშავების წესები.

სახელმძღვანელოში განხილულ საკითხებს და მის საფუძველზე მიღებულ თეორიულ და პრაქტიკულ შედეგებს დიდი გამოყენებითი მნიშვნელობა აქვს, განსაკუთრებით მონათესავე საგნების სწავლების პროცესში. გარდა ამისა, მათი გამოყენება შესაძლებელია როგორც საჯარო, ისე არასახელმწიფო სექტორში (სხვადასხვა კომპანიებსა და ფირმებში) და ასევე პრაქტიკოსი სპეციალისტების მიერ.

წარმოდგენილი სახელმძღვანელო შესაძლებელია შეიცავდეს გარკვეულ შეცდომებსა და ხარვეზებს, რომელთა გამოსასწორებლად გამოთქმულ წინადადებებს ავტორი მადლიერებით მიიღებს და გაითვალისწინებს.

პრაქტიკული ამოცანების გაანგარიშებაში გაწეული დახმარებისათვის მადლობას ვუხდით ეკონომიკის აკადემიურ დოქტორ ქეთევან ჩიტალაძეს.

თბილისი, მარტი 2019

თავი 3. ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირების საფუძვლები

*„დრო ისე გარბის, როგორც მთიდან დაგორებული ქვა და არავინ იცის, თუ საით წავა და სად გაჩერდება“
/იოჰან ვოლფგანგ ვოეთე/*

3.1. დროითი მწკრივის ტენდენცია და ტრენდი

ეკონომიკური, სოციალური, დემოგრაფიული, ბიზნესის და სხვა პროცესების ცვლილება დროში გამოისახება თანმიმდევრული სტატისტიკური მაჩვენებლების მწკრივით, რომელსაც დროითი (დინამიკის) მწკრივი ეწოდება. მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირება ემყარება სწორედ ისეთი მწკრივების ანალიზს, რომლის მთავარი მიზანია ტრენდის გამოვლენა და ასახვა ადეკვატური საპროგნოზო მოდელის საშუალებით.

საზღვარგარეთის სპეციალური ლიტერატურის უმეტესობაში დროითი მწკრივის ტენდენცია განიხილება როგორც ოთხი კომპონენტის სტატისტიკური აგრეგაცია. ესენია: ძირითადი დონე ანუ ტრენდი, ციკლური კომპონენტი, სეზონური კომპონენტი და შემთხვევითი კომპონენტი. ჩვენი აზრით, დინამიკის მწკრივის დონეთა ასეთი დანაწევრება ყოველთვის არ არის გამართლებული და მისაღები. ეს დამოკიდებულია კვლევის კონკრეტულ ობიექტზე (მოვლენაზე, პროცესზე) და მისი განვითარების თავისებურებებზე. ასე, მაგალითად, თუ კვლევის ობიექტია რომელიმე აგრარული პროცესი, მაშინ მისი ცვლილების ამსახველი დროითი მწკრივის ანალიზისას მიზანშეწონილია ტრენდთან ერთად სეზონურობის კომპონენტის გამოყოფა. მაგრამ თუ საქმე ეხება, მაგალითად, ინვესტიციების, მრეწველობის, საგარეო ეკონომიკური ურთიერთობების და სხვა მოვლენების ამსახველ დინამიკის მწკრივებს, მაშინ ტრენდთან ერთად სეზონურობის კომპონენტის გამოყოფა მიზანშეწონილი არ არის. მაშასადამე, ნებისმიერი ეკონომიკური ან ბიზნესის სფეროს მოვლენის ცვლილების ამსახველი დროითი მწკრივი არ მოიცავს სეზონურობისა და ციკლურობის კომპონენტებს, მაგრამ იგი ყველა შემთხვევაში მოიცავს შემთხვევით კომპონენტს. ამიტომ, მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირებისას აუცილებელია დადგინდეს ის კომპონენტები, რომლებსაც შეიძლება მოიცავდეს მოცემული მწკრივი.

ეკონომიკური და ბიზნესის სფეროს მოვლენებისა და პროცესების ცვლილებას იწვევს მრავალი ფაქტორის ზემოქმედება, რაც განსხვავებულია როგორც თვისებრივად,

ისე რაოდენობრივად. ამ შემთხვევაში შეიძლება მათი დაჯგუფება შემდეგნაირად: **ძირითადი ანუ მუდმივი ფაქტორები, ევოლუციური ფაქტორები, პერიოდული ფაქტორები და შემთხვევითი ფაქტორები.** ძირითადი ანუ მუდმივი ფაქტორები აყალიბებენ დროითი მწკრივის დონეების ნაწილს, რომლებიც განსაზღვრავენ ცვლილების მთავარ მიმართულებას (ზრდას, შემცირებას ან სტაბილურობას). ევოლუციური ფაქტორები განაპირობებენ სეზონური კომპონენტის (სეზონური რხევების) ფორმირებას მუდმივი პერიოდულობით დროში. პერიოდული ფაქტორების გავლენით ყალიბდება დროითი მწკრივის ციკლური კომპონენტი, რომელიც გრაფიკულად ჰგავს სეზონურ რხევებს, რადგან მასაც ტალღური სახე აქვს. მაგრამ მისგან განსხვავდება პერიოდის ხანგრძლივობით. თუ ციკლური და სეზონური კომპონენტების არსებობა მწკრივებში რეგულარულია დროში, ეს არ შეიძლება ითქვას შემთხვევით კომპონენტზე, რომელიც ყალიბდება მხოლოდ შემთხვევითი, არარეგულარული ფაქტორების ზემოქმედებით.

დროით მწკრივებში ციკლური რხევების შესწავლისას ხშირად ცალკე გამოიყოფა ეკონომიკური და სხვა სახის ციკლები (მაგალითად, სამშენებლო, საბირჟო ანუ აქციების, სასაქონლო ბაზრების, მეცნიერულ-ტექნიკური აღმოჩენების და ა. შ.). ეკონომიკური და ბიზნეს ციკლების სახით განიხილება გადახრები, მათი ეტაპები და პერიოდულობა საერთო ეკონომიკურ საქმიანობაში. ასეთი ციკლები მოიცავენ ერთმანეთთან ორგანულად დაკავშირებულ სხვადასხვა სტადიებს, ძირითადად აღმავლობისა და დაცემის ფორმით, აგრეთვე მათ შორის არსებულ ეტაპებს.

დროითი მწკრივების შემადგენელი კომპონენტების ანალიზისას საჭიროა მათი ფორმალუბრი და გრაფიკული ასახვა. პირველ შემთხვევაში იგი ასე გამოისახება:

$$Y_t = T+S+C+Z, \quad (3.1.1)$$

სადაც Y_t – არის მოცემული დროითი მწკრივის დონეები;

T – არის ძირითადი კომპონენტი;

S – არის ციკლური კომპონენტი;

C – არის სეზონური კომპონენტი;

Z – არის შემთხვევითი კომპონენტი.

აღნიშნული კომპონენტების ადიტიურობის შემთხვევაში

დროითი მწკრივის ზოგადი ტენდენცია ფორმალიზებულად ასე გამოისახება:

$$Y_t = T+S+C+Z. \quad (3.1.2)$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც ეს კომპონენტები ხასიათდება მულტიპლიკატიურობით, მაშინ მწკრივის ემპირიული დონეები (ზოგადი ტენდენცია) ასე გამოისახება:

$$Y_t = T \times S \times C \times Z. \quad (3.1.3)$$

ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების ამსახველი დროითი მწკრივების ტენდენციების სტატისტიკური ანალიზისას უმეტესად გამოიყენება (3.1.1.2) გამოსახულება.

ზოგიერთ შემთხვევაში დინამიკის მწკრივების ანალიზის დროს განიხილება მხოლოდ ორი კომპონენტი: დეტერმინებული და სტოქასტური. დეტერმინებული კომპონენტი ასახავს ხანგრძლივად მოქმედი არსებითი ფაქტორების გავლენას (რა თქმა უნდა, ასეთი ფაქტორები განსხვავებულია სხვადასხვა მოვლენისათვის), ხოლო სტოქასტური კომპონენტი კი – შემთხვევითი ფაქტორების გავლენას. ასეთი მიდგომისას მათი ფორმალიზებული ასახვა ხორციელდება სხვადასხვა ფუნქციით, კერძოდ: $f(t)$ და $z(t)$, ხოლო მთლიანად დროითი მწკრივის ზოგადი გამოსახულება ასეთი იქნება:

$$y_t = f(t) + z(t), \text{ სადაც} \quad (3.1.4)$$

y_t – არის ემპირიული მწკრივის დონეები;

$f(t)$ – არის ძირითადი (დეტერმინებული) ტენდენცია ანუ ტრენდი;

$z(t)$ – არის შემთხვევითი სიდიდეები.

ჩვენი აზრით, როდესაც პროგნოზირება ხორციელდება დროითი მწკრივების საფუძველზე, მაშინ ყოველთვის არ არის მიზანშეწონილი ემპირიული მწკრივის დანაწევრება პირველი წესით, ანუ ოთხი კომპონენტის გამოყოფა (ძირითადი, ციკლური, სეზონური და შემთხვევითი), რადგან ამ შემთხვევაში გამოცალკევებულ ტრენდს არ ექნება რეალური რაოდენობრივი ასახვა და აი რატომ: ჩვენი განმარტებით, ტრენდი არის მოვლენათა განვითარების არა მხოლოდ ძირითადი ტენდენცია (როგორც ეს მიღებულია სპეციალურ ლიტერატურაში საერთოდ, რომელიც ყალიბდება მხოლოდ ძირითადი ფაქტორების ზემოქმედებით), არამედ იგი არის ძირითადი, ციკლური და სეზონური ფაქტორების

გასაშუალებული გავლენის ასახვა. აქედან გამომდინარე, მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირებისას უფრო მიზანშეწონილია მეორე მიდგომის გამოყენება, ე. ი. მოცემული ემპირიული მწკრივის განხილვა როგორც ტრენდისა და შემთხვევითი კომპონენტების ერთობლივი ზემოქმედების ასახვა.

დროითი მწკრივის ტრენდის ანალიზისას გათვალისწინებული უნდა იყოს ორი მიდგომა: **ლოგიკური და ფორმალისტული.** ლოგიკური მიდგომის დროს ტრენდი განხილული უნდა იყოს როგორც მრავალი სხვადასხვა ფაქტორის (ძირითადი და არაძირითადი, რაოდენობრივად განზომადი და არაგანზომადი ფაქტორების) ერთობლივი ზემოქმედების შედეგი. ამასთან, აუცილებელია ყველა კონკრეტულ შემთხვევაში კონკრეტული ფაქტორების გავლენის შეფასება ცალ-ცალკე. ფორმალისტული მიდგომის გამოყენებისას საჭიროა დინამიკური მწკრივის დანაწევრება შემადგენელ კომპონენტებად და მათი ცალ-ცალკე გამოსახვა სტატისტიკური ფორმით. ამ შემთხვევაში კვლევის ობიექტის ცვლილების მექანიზმი მარტივდება და აუცილებელი ხდება სხვადასხვა პირობითი დაშვებების შემოღება ფორმალისტული ასახვისათვის.

ჩვენი აზრით, ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირების დროს მიზანშეწონილია მოცემული ემპირიული მწკრივის ანალიზი როგორც ლოგიკური, ისე ფორმალისტული მიდგომების გამოყენებით. მხოლოდ ასეთ შემთხვევაში მიიღწევა რეალური ტრენდის გამოვლენა და ასახვა, რაც საფუძვლად უდევს დინამიკური საპროგნოზო მოდელის ადეკვატურ შერჩევას და მისაღები პროგნოზული მაჩვენებლების განსაზღვრას.

3.2. ტრენდის გამოვლენის სტატისტიკური მეთოდები

3.2.1. ტრენდის გამოვლენა მარტივი სტატისტიკური მეთოდების გამოყენებით

ეკონომიკური და ბიზნესის სფეროს მოვლენებისა და პროცესების დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირება ემყარება ტრენდის (ძირითადი ტენდენციის) გამოვლენას და ასახვას. პროგნოსტიკის მსოფლიო პრაქტიკაში აპრობირებული მეთოდებიდან და ხერხებიდან მთავარი ადგილი ტრენდის გამოვლენაში უკავია სტატისტიკურ მეთოდებსა და ხერხებს, განსაკუთრებით კი საშუალო სიდიდეების მეთოდს. ასეთ შემთხვევაში, მოცემული ემპირიული დროითი მწკრივის თავისებურებიდან გამომდინარე, შეირჩევა ტრენდის გამოვლენის კონკრეტული ფორმულა. იგი ძირითადად დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორი სახის, რა მიმართულების ტენდენციას ასახავს მოცემული მწკრივი. თუ დროითი მწკრივის დონეები ერთმანეთისაგან უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან, მაშინ ტრენდის გამოსავლენად გამოიყენება მარტივი არითმეტიკული საშუალოს ფორმულა, ე. ი.:

$$\hat{y}_t = \bar{y}, \text{ სადაც } \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}; \quad (3.2.1.1)$$

\hat{y}_t - მწკრივის მოსწორებული (თეორიული) დონეები;

\bar{y} - მოცემული მწკრივის საშუალო დონე;

y_i - მწკრივის ემპირიული დონეები ($i = 1, 2, 3, \dots, n$);

n - მწკრივის დონეთა რიცხვი.

ასეთი დროითი (დინამიკური) მწკრივები ასახავენ ე. წ. ნულოვან ტრენდს და პროგნოზირება მის საფუძველზე სირთულეს არ წარმოადგენს. მაგრამ პრაქტიკაში ნულოვანი ტრენდის მქონე საბაზრო პროცესები იშვიათია. ამიტომ მათი ამსახველი დინამიკური მწკრივების დონეები მნიშვნელოვანი ზომით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, რაც მრავალი ერთდროულად მოქმედი ფაქტორის გავლენის შედეგია. ამიტომ ასეთ შემთხვევაში ტრენდის გამოსავლენად საჭიროა სხვა მეთოდის გამოყენება, კერძოდ მცოცავი (ანუ სრიალი) საშუალო. მისი არსი მდგომარეობს ემპირიული დონეების შეცვლით საშუალო დონეებით. მაგრამ წინასწარ

აუიცილებელია განისაზღვროს სრიალის ინტერვალი, რაც დამოკიდებულია მოცემული დროითი მწკრივის სიდიდეზე. თუ მწკრივის დონეთა რიცხვი დიდი არ არის, მაშინ ინტერვალის სიდიდე შეიძლება იყოს 2 ან 3, ხოლო იმ შემთხვევაში, როდესაც დინამიკური მწკრივი მოიცავს ვარიანტთა დიდ რაოდენობას (მაგალითად, 10 და მეტს), მაშინ ინტერვალის სიდიდე შეიძლება იყოს 4 ან 5. საერთოდ, ინტერვალის სიდიდის ოპტიმალური ვარიანტის ზუსტი განსაზღვრის მეთოდი არ არსებობს და იგი განისაზღვრება კვლევის კონკრეტული პირობებით.

ვთქვათ, მოცემულია დინამიკური (დროითი) მწკრივი ზოგადი სახით: $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$. მაშინ ტრენდის გამოვლენა განხორციელდება შემდეგნაირად:

$$\begin{aligned} \bar{y}_1 &= \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3}, \\ \bar{y}_2 &= \frac{y_2 + y_3 + y_4}{3}, \\ \bar{y}_3 &= \frac{y_3 + y_4 + y_5}{3}, \\ &\dots \\ \bar{y}_{n-2} &= \frac{y_{n-2} + y_{n-1} + y_n}{3}. \end{aligned} \quad (3.2.12)$$

მაშასადამე, სრიალის ინტერვალის სიდიდედ აღებული იყო 3. თეორიული მწკრივი მიიღებს ასეთ სახეს:

$\bar{y}_1, \bar{y}_2, \bar{y}_3, \dots, \bar{y}_{n-2}$, ე. ი. ამ შემთხვევაში თეორიული მწკრივის დონეთა რიცხვი 2-ით ნაკლებია ემპირიული მწკრივის დონეების რაოდენობაზე.

თუ ინტერვალის სიდიდედ აიღება 4, მაშინ დროითი მწკრივის მოსწორება მოხდება შემდეგნაირად:

$$\begin{aligned} \bar{y}_1 &= \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4}{4}, \\ \bar{y}_2 &= \frac{y_2 + y_3 + y_4 + y_5}{4}, \\ \bar{y}_3 &= \frac{y_3 + y_4 + y_5 + y_6}{4}, \\ &\dots \end{aligned}$$

$$\bar{y}_{n-3} = \frac{y_{n-3} + y_{n-2} + y_{n-1} + y_n}{4}. \quad (3.2.1.3)$$

ამ შემთხვევაში მიიღება ასეთი სახის თეორიული მწკრივი:

$$\bar{y}_1, \bar{y}_2, \bar{y}_3, \dots, y_{n-3},$$

მაშასადამე, თეორიული მწკრივის დონეთა რიცხვი 3-ით ნაკლებია ემპირიულ დონეების რაოდენობაზე.

ზოგადი სახით მცოცავი საშუალო სიდიდეების გაანგარიშების ფორმულა ასეთია:

$$\bar{y}_k = \frac{y_k + y_{k+1} + y_{k+2} + y_{k+3} + \dots + y_{k+n-1}}{n}, \quad (3.2.1.4)$$

სადაც n არის მოსწორების ინტერვალის სიდიდე.

კონკრეტულ შემთხვევებში მოსწორების ინტერვალის სიდიდე დამოკიდებულია საპროგნოზო ობიექტის (მოვლენის) თავისებურებებზე და აგრეთვე მოცემული ემპირიული მწკრივის დონეთა (დაკვირვებათა) რიცხვზე. მაშასადამე, მოსწორების ინტერვალის სიდიდის განსაზღვრისას, ჩვენი აზრით, აუცილებელია ორი ასპექტის გათვალისწინება: **1) ლოგიკურის და 2) ფორმალისებულის**. პირველს საფუძვლად უდევს შესასწავლი მოვლენის ხასიათი და კვლევის მიზანი, ხოლო მეორეს – მოცემული დროითი მწკრივის სახე და ზომა (სიგრძე). ორივე ამ ასპექტის გათვალისწინება უზრუნველყოფს რეალური ტრენდის გამოვლენას და მის საფუძველზე შედარებით ზუსტი და საიმედო პროგნოზების შემუშავებას.

ცხრილი 2. შინამეურნეობების შემოსავლებისა და

ხარჯების დინამიკა საქართველოში*

(1 სულ მოსახლეზე გაანგარიშებით, ლარი)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
საშუალო თვიური შემოსავლები	181	197	222	251	278	290	302	317	327
საშუალო თვიური ხარჯები	172	193	216	247	272	285	298	312	324

* წყარო: საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური.

მოცემული ცხრილის მონაცემთა საფუძველზე მოვახდინოთ საშუალო თვიური დანახარჯების ტრენდის გამოვლენა მცოცავი საშუალოების მეთოდით. თუ ინტერვალის სიდიდედ ავიღებთ 3-ს, მაშინ მწკრივის მოსწორება მოხდება შემდეგნაირად:

$$\bar{y}_1 = \frac{172 + 193 + 216}{3} = \frac{581}{3} = 193,7$$

$$\bar{y}_2 = \frac{193 + 216 + 247}{3} = \frac{656}{3} = 218,7$$

$$\bar{y}_3 = \frac{216 + 247 + 272}{3} = \frac{735}{3} = 245$$

$$\bar{y}_4 = \frac{247 + 272 + 285}{3} = \frac{804}{3} = 268$$

$$\bar{y}_5 = \frac{272 + 285 + 298}{3} = \frac{855}{3} = 285.$$

$$\bar{y}_6 = \frac{285 + 298 + 312}{3} = \frac{895}{3} = 298.$$

$$\bar{y}_7 = \frac{298 + 312 + 324}{3} = \frac{934}{3} = 311.$$

ამრიგად, ამ შემთხვევაში მოსწორებული (ანუ თეორიული) მწკრივის დონეთა რიცხვი 2-ით ნაკლებია ემპირიული მწკრივის დონეთა რაოდენობაზე.

3.2.2. ტრენდის გამოვლენა აბსოლუტური მატებისა და ზრდის ტემპის კოეფიციენტების გამოყენებით

შესასწავლი მოვლენის დინამიკის ამსახველი მწკრივის დონეები ხშირ შემთხვევაში დაახლოებით თანაბარი სიდიდით

იცვლებიან. ამის განსაზღვრა საწყის ეტაპზე არ არის რთული და შეიძლება ჩვეულებრივი ვიზუალური შეფასებით ან გრაფიკული გამოსახვით. ასეთ შემთხვევაში ტრენდის გამოსავლენად მიზანშეწონილია საშუალო აბსოლუტური მატების კოეფიციენტის გამოყენება.

თუ მოცემულია დროითი მწკრივი $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$, მაშინ ცალკეული აბსოლუტური მატებები ჯაჭვური წესით განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$\Delta_1 = y_2 - y_1, \quad \Delta_2 = y_3 - y_2, \quad \Delta_3 = y_4 - y_3, \dots, \quad \Delta_{n-1} = y_n - y_{n-1}$$

ამის შემდეგ განისაზღვრება საშუალო აბსოლუტური მატება ასეთი ფორმულით:

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \Delta_i}{n-1}, \quad \text{სადაც} \quad (3.1.3.1)$$

n არის დინამიკური მწკრივის დონეთა რიცხვი;

Δ_i არის ცალკეული აბსოლუტური მატების მანქვებლები და $i = 1, 2, 3, \dots, n-1$.

ტრენდის გამოვლენის უშუალო პროცედურა ზოგადად ასეთია:

$$\hat{y}_i = y_1 + \bar{\Delta}(i-1), \quad \text{სადაც} \quad (3.1.3.2)$$

\hat{y}_i არის თეორიული (მოსწორებული) დინამიკური მწკრივის i -ური დონეები;

y_1 - მოცემული ემპირიული დინამიკური მწკრივის საწყისი დონე;

i - მოცემული მწკრივის დონეების რიგითი ნომერი.

ზოგადად, პირველი მოსწორებული დონე იქნება:

$$\hat{y}_1 = y_1 + \bar{\Delta}(1-1) = y_1, \quad \text{შემდეგ}$$

$$\hat{y}_2 = y_1 + \bar{\Delta}(2-1) = y_1 + \bar{\Delta},$$

$$\hat{y}_3 = y_1 + \bar{\Delta}(3-1) = y_1 + 2\bar{\Delta},$$

$$\hat{y}_n = y_1 + \bar{\Delta}(n-1) = y_1 + (n-1)\bar{\Delta}. \quad (3.1.3.3)$$

მაშასადამე, ამ შემთხვევაში ემპირიული და მოსწორებული დონეების რიცხვი ერთმანეთის ტოლია.

ცხრილი 2-ის მონაცემთა საფუძველზე მოვახდინოთ შინამეურნეობების საშუალო თვიური ხარჯების ტრენდის გამოვლენა საშუალო აბსოლუტური მატების კოეფიციენტის გამოყენებით. ამისათვის ჯერ უნდა გავიანგარიშოთ საშუალო აბსოლუტური მატების სიდიდე, რისთვისაც უნდა გამოვთვალოთ ცალკეული აბსოლუტური მატებანი ჯაჭვური წესით. მივიღებთ:

$$\Delta_1 = y_2 - y_1 = 193 - 172 = 21;$$

$$\Delta_2 = y_3 - y_2 = 216 - 193 = 23;$$

$$\Delta_3 = y_4 - y_3 = 247 - 216 = 31;$$

$$\Delta_4 = y_5 - y_4 = 272 - 247 = 25;$$

$$\Delta_5 = y_6 - y_5 = 285 - 272 = 13;$$

$$\Delta_6 = y_7 - y_6 = 298 - 285 = 13.$$

$$\Delta_7 = y_8 - y_7 = 312 - 298 = 14;$$

$$\Delta_8 = y_9 - y_8 = 324 - 312 = 12.$$

საშუალო აბსოლუტური მატება ტოლი იქნება:

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \Delta_i}{n-1} = \frac{21+23+31+25+13+13+14+12}{9-1} = \frac{152}{8} = 19.$$

ახლა კი მოვახდინოთ ტრენდის გამოვლენა, რისთვისაც გავიანგარიშოთ მოსწორებული დონეები:

$$\hat{y}_1 = y_1 + \bar{\Delta}(1-1) = 172 + 19(1-1) = 172;$$

$$\hat{y}_2 = y_1 + \bar{\Delta}(2-1) = y_1 + \bar{\Delta} = 172 + 19 = 191;$$

$$\hat{y}_3 = y_1 + \bar{\Delta}(3-1) = y_1 + 2\bar{\Delta} = 172 + 2 \cdot 19 = 210;$$

$$\hat{y}_4 = y_1 + \bar{\Delta}(4-1) = y_1 + 3\bar{\Delta} = 172 + 3 \cdot 19 = 229;$$

$$\begin{aligned}\hat{y}_5 &= y_1 + \bar{\Delta}(5-1) = y_1 + 4\bar{\Delta} = 172 + 4 \cdot 19 = 248; \\ \hat{y}_6 &= y_1 + \bar{\Delta}(6-1) = y_1 + 5\bar{\Delta} = 172 + 5 \cdot 19 = 267; \\ \hat{y}_7 &= y_1 + \bar{\Delta}(7-1) = y_1 + 6\bar{\Delta} = 172 + 6 \cdot 19 = 286; \\ \hat{y}_8 &= y_1 + \bar{\Delta}(8-1) = y_1 + 7\bar{\Delta} = 172 + 7 \cdot 19 = 305; \\ \hat{y}_9 &= y_1 + \bar{\Delta}(9-1) = y_1 + 8\bar{\Delta} = 172 + 8 \cdot 19 = 324.\end{aligned}$$

თუ მოსწორებული და ემპირიული დონეების მნიშვნელობებს

ერთმანეთს შევადარებთ, აღმოჩნდება, რომ მათ შორის გადახრები უმნიშვნელოა და ზოგიერთ შემთხვევაში ერთმანეთსაც კი ემთხვევა (იხ. პირველი, მე-2, მე-3, მე-8 და მე-9 დონეები). ეს კი იმაზე მიუთითებს, რომ მოსწორების მეთოდი სწორად არის შერჩეული და მიღებული რეტროსპექტული ტრენდის საფუძველზე შეიძლება პროგნოზული მაჩვენებლების გაანგარიშება.

სხვადასხვა მოვლენის დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირებისას, ტრენდის გამოსავლენად ხშირად გამოიყენება ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტი. ასეთ შემთხვევაში ტრენდის გამოვლენა ხორციელდება შემდეგნაირად:

ვთქვათ, მოცემულია ემპირიული დინამიკური მწკრივი $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$. ამ შემთხვევაში, ზრდის საშუალო ტემპი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\bar{K} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}}, \quad \text{სადაც} \quad (3.1.34)$$

\bar{K} - ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტი;

y_1 - ემპირიული დინამიკური მწკრივის საწყისი დონე;

y_n - დინამიკური მწკრივის საბოლოო დონე;

n - დონეთა რიცხვი მოცემულ მწკრივში.

იმისათვის, რომ გამოვლინდეს რეალური ტრენდი, მიზანშეწონილია მოცემული დროითი მწკრივის ყველა დონის ჩართვა გაანგარიშებაში. ამის გათვალისწინებით, ზრდის საშუალო ტემპი გაიანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$\bar{K} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - y_1}{\sum_{i=1}^n y_i - y_n}, \quad \text{სადაც} \quad (3.1.3.5)$$

y_i - დინამიკური მწკრივის i -ური დონეა ($i=1, 2, 3, \dots, n$).

ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტის გაანგარიშების შემდეგ უკვე შეიძლება მოცემული დინამიკური მწკრივის მოსწორება შემდეგი ფორმულით:

$$\hat{y}_i = y_1 \cdot \bar{K}^{(i-1)}, \quad \text{სადაც} \quad (3.1.3.6)$$

i - მოცემული მწკრივის დონეების რიგითი ნომერია.

ამ მოდელის მიხედვით, მწკრივის პირველი

მოსწორებული დონე იქნება: $\hat{y}_1 = y_1 \cdot \bar{K}^{(1-1)} = y_1$,

შემდეგ კი ასეთი თანმიმდევრობით:

$$\hat{y}_2 = y_1 \cdot \bar{K}^{(2-1)} = y_1 \cdot \bar{K}$$

$$\hat{y}_3 = y_1 \cdot \bar{K}^{(3-1)} = y_1 \cdot \bar{K}^2$$

$$\hat{y}_n = y_1 \cdot \bar{K}^{(n-1)} \quad (3.1.3.7)$$

ცხრილი 2-ის მონაცემთა საფუძველზე მოვახდინოთ შინამეურნეობების საშუალო თვიური ხარჯების ტრენდის გამოვლენა ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტის გამოყენებით. ამისათვის ჯერ უნდა გავიანგარიშოთ ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტი, რომელიც ტოლია:

$$\bar{K} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}} = \sqrt[8]{\frac{324}{172}} = \sqrt[8]{1,883} = 1,08.$$

ახლა კი მოვახდინოთ ტრენდის გამოვლენა, რისთვისაც გავიანგარიშოთ მოსწორებული დონეები:

$$\hat{y}_1 = y_1 \cdot \bar{K}^{(1-1)} = y_1 = 172;$$

$$\hat{y}_2 = y_1 \cdot \bar{K}^{(2-1)} = y_1 \cdot \bar{K} = 172 \cdot 1,08 = 185,8;$$

$$\hat{y}_3 = y_1 \cdot \bar{K}^{(3-1)} = y_1 \cdot \bar{K}^2 = 172 \cdot (1,08)^2 = 200,6;$$

$$\hat{y}_4 = y_1 \cdot \bar{K}^{(4-1)} = y_1 \cdot \bar{K}^3 = 172 \cdot (1,08)^3 = 216,7;$$

$$\hat{y}_5 = y_1 \cdot \bar{K}^{(5-1)} = y_1 \cdot \bar{K}^4 = 172 \cdot (1,08)^4 = 234,1;$$

$$\hat{y}_6 = y_1 \cdot \bar{K}^{(6-1)} = y_1 \cdot \bar{K}^5 = 172 \cdot (1,08)^5 = 252,6;$$

$$\hat{y}_7 = y_1 \cdot \bar{K}^{(7-1)} = y_1 \cdot \bar{K}^6 = 172 \cdot (1,08)^6 = 273,1;$$

$$\hat{y}_8 = y_1 \cdot \bar{K}^{(8-1)} = y_1 \cdot \bar{K}^7 = 172 \cdot (1,08)^7 = 294,1;$$

$$\hat{y}_9 = y_1 \cdot \bar{K}^{(9-1)} = y_1 \cdot \bar{K}^8 = 172 \cdot (1,08)^8 = 317,6.$$

თუ მოსწორებული და ემპირიული დონეების მნიშვნელობებს ერთმანეთს შევადარებთ, აღმოჩნდება, რომ მათ შორის გადახრები მეტ-ნაკლებად მნიშვნელოვანია და მხოლოდ ერთ შემთხვევაში უახლოვდებიან ისინი ერთმანეთს (მე-9 დონე). ეს კი იმაზე მიუთითებს, რომ მოსწორების მეთოდი სწორად არ არის შერჩეული და მიღებული ტრენდის საფუძველზე მიზანშეწონილი არ არის პროგნოზული მაჩვენებლების გაანგარიშება, რადგან ვერ მივიღებთ რეალურ პროგნოზებს. ამ შემთხვევაში, პროგნოზების გაანგარიშება უპრიანია განხორციელდეს საშუალო აბსოლუტური მატების კოეფიციენტის გამოყენებით.

3.3. ტრენდის გამოვლენის მათემატიკური ხერხები

3.3.1. ტრენდის გამოვლენა წრფივი ფუნქციის გამოყენებით

ეკონომიკური და ბიზნესის პროცესების დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირებისას ტრენდის გამოსავლენად ხშირად გამოიყენება წრფივი ფუნქცია, რომელსაც შემდეგი სახე აქვს:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t, \quad \text{სადაც} \quad (3.1.4.1)$$

\hat{y}_t - დინამიკური მწკრივის მოსწორებული დონეებია;

a_0 და a_1 - განტოლების პარამეტრებია;

t - დრო.

მოსწორებისათვის აუცილებელია ჯერ განისაზღვროს a_0 და a_1 პარამეტრების მნიშვნელობები (t -ს მნიშვნელობა ყოველთვის ცნობილია, რადგან იგი აღნიშნავს დროის რიგით ნომრებს). მათი სწორად განსაზღვრის ძირითადი მიზანია ის, რომ მოსწორებული დონეები ძლიერ განსხვავებული არ უნდა იყოს ემპირიული დონეებისაგან. ამ მიზნის მიღწევის ერთ-ერთი ეფექტური მეთოდია ე. წ. უმცირეს კვადრატთა მეთოდი, რომლის არსი მდგომარეობს შემდეგში: მოსწორებული (ანუ თეორიული) მწკრივის დონეების გადახრის კვადრატების ჯამი ემპირიული დონეებიდან უნდა იყოს მინიმალური. მისი მათემატიკური ინტერპრეტაცია ასეთია:

$$\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 \rightarrow \min. \quad (3.1.4.2)$$

თუ მოცემულ გამოსახულებაში შევიტანთ \hat{y}_t -ს მნიშვნელობას, მივიღებთ:

$$\sum_{t=1}^n (y_t - a_0 - a_1 t)^2 \rightarrow \min. \quad (3.1.4.3)$$

ამ სხვაობების მინიმიზაციის მისაღწევად, a_0 და a_1 პარამეტრების სწორად განსაზღვრისათვის გამოიყენება ნორმალურ განტოლებათა შემდეგი სისტემა:

$$\begin{cases} \sum y = na_0 + a_1 \sum t \\ \sum yt = a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 \end{cases} \quad \text{სადაც} \quad (3.1.4.4)$$

y - მოცემული დინამიკური მწკრივის ემპირიული დონეებია;

n - მწკრივის დონეთა რიცხვია;

t - დროის რიგითი ნომერია ($t=1, 2, 3, \dots, n$).

a_0 და a_1 პარამეტრების განსაზღვრა შეიძლება ნებისმიერი მისაღები ხერხით, მაგრამ გამოთვლების გამარტივებისა და შრომატევადობის შემცირების მიზნით პრაქტიკაში გამოიყენება ასეთი წესი: დროის (ე. ი. t -ს) ათვლა ხდება მოცემული დროითი მწკრივის ცენტრალური ვარიანტიდან ისე, რომ იგი იყოფა ორ თანაბარ ნაწილად. ერთ მხარეს იქნება t -ს პლუს ნიშნიანი ნომრები, ხოლო მეორე

მხარეს - მინუს ნიშნისა. ასეთ შემთხვევაში $\sum t$ იქნება ნულის ტოლი. თუ მოცემულ მწკრივში დონეთა რიცხვი კენტია, მაშინ $t=0$ იქნება ცენტრალური დონე. ხოლო დონეთა წყვილი რიცხვის შემთხვევაში t -ს არ ექნება ნულოვანი ნომერი და მწკრივის ერთი ნახევარი დაინომრება ცენტრიდან -1, -2, -3 და ა. შ., ხოლო მეორე ნახევარი კი - პლუს ნიშნით, ე. ი. +1, +2, +3 და ა. შ.

თუ მოცემულ განტოლებათა სისტემაში შევიტანთ $\sum t=0$, მაშინ მივიღებთ:

$$\begin{cases} \sum y = na_0 \\ \sum yt - a_1 \sum t^2 \end{cases} \quad (3.14.5)$$

საიდანაც პირველი ტოლობიდან განისაზღვრება a_0 ხოლო მეორედან - a_1 . მაშასადამე, მივიღებთ:

$$a_0 = \frac{\sum y}{n}, \quad a_1 = \frac{\sum yt}{\sum t^2}. \quad (3.14.6)$$

a_0 და a_1 პარამეტრების კონკრეტულ მნიშვნელობებს შევიტანთ რა მოცემულ წრფივ ფუნქციაში, მოვახდენთ ემპირიული მწკრივის მოსწორებას და ტრენდის გამოვლენას.

ტრენდის გამოვლენა წრფივი ფუნქციის გამოყენებით მოვახდინოთ შემდეგი ცხრილის მონაცემების საფუძველზე:

ცხრილი 3. საქართველოს საგარეო ვაჭრობის დინამიკა*
(მლნ აშშ დოლარი)

წლები	მთლიანი ბრუნვა	მათ შორის:	
		ექსპორტი	იმპორტი
2005	3354	866	2488
2006	4612	937	3675
2007	6444	1232	5212
2008	7797	1495	6302
2009	5634	1134	4500
2010	6823	1574	5249
2011	9247	2189	7058
2012	9873	2472	7401

2013	10958	2627	8331
2014	11463	2861	8602
2015	9505	2205	7300
2016	9408	2113	7294
2017	10675	2735	7939
2018	12473	3355	9118

* წყარო: საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური.

ტრენდის გამოვლენა მოვახდინოთ ექსპორტის მონაცემების მიხედვით. ამისათვის უნდა შევადგინოთ შემდეგი გაანგარიშებითი ცხრილი:

ექსპორტი (y)	დრო (t)	$y \cdot t$	t^2
866	-7	-6062	49
937	-6	-5622	36
1232	-5	-6160	25
1495	-4	-5980	16
1134	-3	-3402	9
1574	-2	-3148	4
2189	-1	-2189	1
2472	1	2472	1
2627	2	5254	4
2861	3	8583	9
2205	4	8820	16
2113	5	10565	25
2735	6	16410	36
3355	7	23485	49
$\sum y = 27795$		$\sum yt = 43026$	$\sum t^2 = 280$

ახლა გავიანგარიშოთ a_0 და a_1 პარამეტრების კონკრეტული მნიშვნელობები:

$$a_0 = \frac{\sum y}{n} = \frac{27795}{14} = 1985,4; \quad a_1 = \frac{\sum yt}{\sum t^2} = \frac{43026}{280} = 153,7.$$

a_0 და a_1 პარამეტრების კონკრეტულ მნიშვნელობებს შევიტანოთ რა მოცემულ წრფივ ფუნქციაში, მივიღებთ:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t = 1985,4 + 153,7 \cdot t.$$

ახლა გავიანგარიშოთ მოსწორებული დონეები გაანგარიშებით ცხრილში მოცემული t -ს მნიშვნელობების ჩასმის გზით:

$$\hat{y}_{2005} = 1985,4 + 153,7 \cdot (-7) = 909,5;$$

$$\hat{y}_{2006} = 1985,4 + 153,7 \cdot (-6) = 1063,2;$$

$$\hat{y}_{2007} = 1985,4 + 153,7 \cdot (-5) = 1216,9;$$

$$\hat{y}_{2008} = 1985,4 + 153,7 \cdot (-4) = 1370,6;$$

$$\hat{y}_{2009} = 1985,4 + 153,7 \cdot (-3) = 1524,3;$$

$$\hat{y}_{2010} = 1985,4 + 153,7 \cdot (-2) = 1678;$$

$$\hat{y}_{2011} = 1985,4 + 153,7 \cdot (-1) = 1831,7;$$

$$\hat{y}_{2012} = 1985,4 + 153,7 \cdot 1 = 2139,1;$$

$$\hat{y}_{2013} = 1985,4 + 153,7 \cdot 2 = 2292,8;$$

$$\hat{y}_{2014} = 1985,4 + 153,7 \cdot 3 = 2446,5;$$

$$\hat{y}_{2015} = 1985,4 + 153,7 \cdot 4 = 2600,2;$$

$$\hat{y}_{2016} = 1985,4 + 153,7 \cdot 5 = 2753,9;$$

$$\hat{y}_{2017} = 1985,4 + 153,7 \cdot 6 = 2907,6;$$

$$\hat{y}_{2018} = 1985,4 + 153,7 \cdot 7 = 3061,3.$$

როგორც მიღებული შედეგები აჩვენებს, ზოგიერთი წლისათვის დროითი მწკრივის ემპირიული და მოსწორებული დონეები ახლოს არიან ერთმანეთთან, თუმცა, უმეტესად მათ შორის რაოდენობრივი სხვაობები დიდია.

3.3.2. ტრენდის გამოვლენა პარაბოლური ფუნქციის გამოყენებით

სტატისტიკური პროგნოზირების დროს ტრენდის გამოსავლენად, წრფივი ფუნქციის გარდა, ხშირად საჭირო ხდება სხვა მათემატიკური ფუნქციების გამოყენება, რაც დაკავშირებულია კვლევის ობიექტის ცვლილების თავისებურებებთან. ეს განსაკუთრებით შეეხება ისეთ მოვლენებსა და პროცესებს, რომელთა ცვლილება (ზრდა) შედარებით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს. ასეთ შემთხვევაში ტრენდის გამოვლენა მიზანშეწონილია განხორციელდეს შემდეგი სახის პარაბოლური ფუნქციით:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2. \quad (3.1.4.7)$$

a_0 , a_1 და a_2 პარამეტრების განსაზღვრა მოხდება უმცირეს კვადრატთა მეთოდის გამოყენებით, ე. ი.:

$$\sum_{t=1}^n (y_t - a_0 - a_1 t - a_2 t^2)^2 \rightarrow \min \quad (3.1.4.8)$$

საჭიროა ამოიხსნას სამ-უცნობიან განტოლებათა შემდეგი სისტემა:

$$\begin{cases} \sum y = n a_0 + a_1 \sum t + a_2 \sum t^2 \\ \sum yt = a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 + a_2 \sum t^3 \\ \sum yt^2 = a_0 \sum t^2 + a_1 \sum t^3 + a_2 \sum t^4. \end{cases} \quad (3.1.4.9)$$

თუ t -ს ათვლა მოხდება მოცემული ემპირიული მწკრივის ცენტრიდან, მაშინ მივიღებთ, რომ $\sum t=0$, რომლის გათვალისწინებით მოცემული განტოლებათა სისტემა ასეთ, შედარებით მარტივ სახეს მიიღებს:

$$\begin{cases} \sum y = n a_0 + a_2 \sum t^2 \\ \sum yt = a_1 \sum t^2 \\ \sum yt^2 = a_0 \sum t^2 + a_2 \sum t^4. \end{cases} \quad (3.1.4.10)$$

a_0 , a_1 და a_2 პარამეტრების განსაზღვრა მოხდება შემდეგი ფორმულებით:

$$a_0 = \frac{\sum y - a_2 \sum t^2}{n}, \quad a_1 = \frac{\sum yt}{\sum t^2},$$

$$a_2 = \frac{n \sum y t^2 - \sum y \sum t^2}{n \sum t^4 - \sum t^2 \sum t^2} \quad (3.14.11)$$

როგორც უკვე აღინიშნა, ისეთი ეკონომიკური პროცესების პროგნოზირებისას, რომელთა ცვლილება დროში შედარებით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს (ანუ მომდევნო პერიოდის დონეები მნიშვნელოვნად აღემატება წინა პერიოდისას), ასეთ შემთხვევაში ტრენდის გამოვლენა მიზანშეწონილია განხორციელდეს ზემოთ მოცემული მე-2 რიგის პარაბოლური ფუნქციით. ამის საილუსტრაციოდ მოვახდინოთ მე-2 ცხრილში მოცემული იმპორტის დინამიკის მაჩვენებელთა მოსწორება, რისთვისაც შევადგინოთ შემდეგი გაანგარიშებითი ცხრილი:

იმპორტი (y)	დრო (t)	y · t	t ²	y · t ²	t ⁴
2488	-7	-17416	49	121912	2401
3675	-6	-22050	36	132300	1296
5212	-5	-26060	25	130300	625
6302	-4	-25208	16	100832	256
4500	-3	-13500	9	40500	81
5249	-2	-10498	4	20996	16
7058	-1	-7058	1	7058	1
7401	1	7401	1	7401	1
8331	2	16662	4	33324	16
8602	3	25806	9	77418	81
7300	4	29200	16	116800	256
7294	5	36470	25	182350	625
7939	6	47634	36	285804	1296
9118	7	63826	49	446782	2401
$\sum y =$ 88769		$\sum y t =$ 81646	$\sum t^2 = 280$	$\sum y t^2 =$ 1703777	$\sum t^4 =$ 9352

გაუიანგარიშოთ a_0 , a_1 და a_2 პარამეტრების კონკრეტული მნიშვნელობები ზემოთ მოტანილი ფორმულების მიხედვით. პირველ რიგში, უნდა გამოვთვალოთ a_1 და a_2 , რადგან a_0 -ის

გამოსათვლელად საჭიროა a_2 -ის კონკრეტული სიდიდის ცოდნა. მაშასადამე, მივიღებთ:

$$a_1 = \frac{81646}{280} = 291,6;$$

$$a_2 = \frac{14 \cdot 1703777 - 88769 \cdot 280}{14 \cdot 9352 - 280 \cdot 280} = \frac{23852878 - 24855320}{130928 - 78400} = -19,1$$

შევიტანო რა a_2 -ის მნიშვნელობას a_0 -ის ფორმულაში, მივიღებთ:

$$a_0 = \frac{88769 - (-19,1) \cdot 280}{14} = \frac{94117}{14} = 6723.$$

ამის შემდეგ a_0 , a_1 და a_2 პარამეტრების გაანგარიშებული კონკრეტული მნიშვნელობები შევიტანოთ ზემოთ მოცემულ განტოლებაში, რომელიც ასეთ სახეს მიიღებს:

$$\hat{y}_t = 6726 + 291,6 \cdot t + (-19,1) \cdot t^2.$$

ახლა კი მოვახდინოთ იმპორტის მაჩვენებელთა მწკრივის მოსწორება ტრენდის გამოვლენის მიზნით:

$$\hat{y}_{2005} = 6723 + 291,6 \cdot (-7) - 19,1 \cdot 49 = 3745,9;$$

$$\hat{y}_{2006} = 6723 + 291,6 \cdot (-6) - 19,1 \cdot 36 = 4285,8;$$

$$\hat{y}_{2007} = 6723 + 291,6 \cdot (-5) - 19,1 \cdot 25 = 4787,5;$$

$$\hat{y}_{2008} = 6723 + 291,6 \cdot (-4) - 19,1 \cdot 16 = 5251;$$

$$\hat{y}_{2009} = 6723 + 291,6 \cdot (-3) - 19,1 \cdot 9 = 5676,3;$$

$$\hat{y}_{2010} = 6723 + 291,6 \cdot (-2) - 19,1 \cdot 4 = 6063,4;$$

$$\hat{y}_{2011} = 6723 + 291,6 \cdot (-1) - 19,1 \cdot 1 = 6412,3;$$

$$\hat{y}_{2012} = 6723 + 291,6 \cdot 1 - 19,1 \cdot 1 = 6995,5;$$

$$\hat{y}_{2013} = 6723 + 291,6 \cdot 2 - 19,1 \cdot 4 = 7229,8;$$

$$\hat{y}_{2014} = 6723 + 291,6 \cdot 3 - 19,1 \cdot 9 = 7425,9;$$

$$\hat{y}_{2015} = 6723 + 291,6 \cdot 4 - 19,1 \cdot 16 = 7583,8;$$

$$\hat{y}_{2016} = 6723 + 291,6 \cdot 5 - 19,1 \cdot 25 = 7703,5;$$

$$\hat{y}_{2017} = 6723 + 291,6 \cdot 6 - 19,1 \cdot 36 = 7785;$$

$$\hat{y}_{2018} = 6723 + 291,6 \cdot 7 - 19,1 \cdot 49 = 7828,3.$$

როგორც მიღებული შედეგები აჩვენებს, დროითი მწკრივის ემპირიული და მოსწორებული დონეები მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ეს კი იმაზე მიუთითებს, რომ ამ შემთხვევაში იმპორტის პროგნოზირება მიზანშეწონილი არ არის პარაბოლური ფუნქციის საფუძველზე.

3.4. ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების დინამიკის პროგნოზირება მარტივი სტატისტიკური მოდელებით

საპროგნოზო ობიექტის რეალური თავისებურებების გათვალისწინებით, ხშირად მოვლენათა დინამიკის პროგნოზირებისას შეიძლება გამოყენებული იქნეს ისეთი მარტივი სტატისტიკური მოდელები, როგორცაა საშუალო აბსოლუტური მატების კოეფიციენტი. ამ შემთხვევაში პროგნოზული მაჩვენებლების გაანგარიშება მოხდება შემდეგი ფორმულით:

$$\hat{y}_{i+t} = y_1 + \bar{\Delta}(i-1+t), \text{ სადაც} \quad (3.4.4.)$$

\hat{y}_{i+t} - პროგნოზული მაჩვენებლებია;

y_1 - მოცემული დინამიკური მწკრივის საწყისი დონეა;

$\bar{\Delta}$ - საშუალო აბსოლუტური მატება;

i - მაჩვენებლის ნომერი მწკრივში;

t - საპროგნოზო პერიოდი.

ზოგიერთი მოვლენის დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირება შეიძლება განხორციელდეს ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტის გამოყენებით. ამ შემთხვევაში ექსტრაპოლაციის ბაზად და პროგნოზის გასაანგარიშებლად გამოიყენება შემდეგი მოდელი:

$$\hat{y}_{i+t} = y_1 \bar{K}^{(i-1+t)}, \text{ სადაც} \quad (3.4.5.)$$

\hat{y}_{i+t} - პროგნოზული მაჩვენებლებია;

y_1 - მოცემული დინამიკური მწკრივის საწყისი დონეა;

\bar{K} - ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტი;

i - მაჩვენებლის ნომერი მწკრივში;

t - საპროგნოზო პერიოდი.

განხილული მეთოდების გამოყენებით პროგნოზების გაანგარიშების პრაქტიკული ილუსტრაცია მოვასდინოთ ცხრილი 4-ის მონაცემების მიხედვით:

ცხრილი 4. საქართველოში განხორციელებული პირდაპირი უცხოური ინვესტიციების მოცულობის დინამიკა*

(მლნ. აშშ დოლარი)

წლები	ინვესტიციების მთლიანი მოცულობა	მათ შორის:	
		ევროკავშირის ქვეყნებიდან	დსთ-ს ქვეყნებიდან
2005	453	243	107
2006	1171	468	266
2007	1752	1026	160
2008	1569	478	121
2009	664	226	8
2010	845	233	133
2011	1130	493	150
2012	1022	457	98
2013	1020	420	144
2014	1818	838	457
2015	1665	784	632
2016	1567	397	620
2017	1894	764	512

2018	1427	639	340
------	------	-----	-----

* წყარო: საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური.

ინვესტიციების მთლიანი მოცულობის ამსახველი ემპირიული დროითი მწკრივის ვიზუალური და გრაფიკული შეფასებით (იხ. ცხრილი 4) ნათლად ჩანს, რომ მას არ გააჩნია მკაცრად გამოსატყუი ნულოვანი, პროგრესული ან რეგრესული ტენდენცია. ამიტომ ექსტრაპოლაციის ბაზად მისი მთლიანი რეტროსპექტული საშუალო დონის მაჩვენებლის გამოყენება, ჩვენი აზრით, მიზანშეწონილი არ არის. ასეთი დასკვნა ემყარება იმას, რომ ემპირიული დონეების რხევადობის დიაპაზონი საკმაოდ მაღალია. ამიტომ პროგნოზული მაჩვენებლების გაანგარიშებისათვის ექსტრაპოლაციის ბაზად შეიძლება ავიღოთ მოცემული ემპირიული მწკრივის ნაწილი, ამ შემთხვევაში ბოლო პერიოდი (2009-2018 წლები), რომელიც ახლოს არის საპროგნოზო პერიოდის დასაწყისთან (2019-2025 წლები) და ამასთანავე, ასახვენ პროგრესულ ტრენდს. ამ შემთხვევაში პროგნოზული მაჩვენებლების გაანგარიშება ხორციელდება შემდეგი მოდელით:

$$\hat{y}_{i+t} = y_1 + \bar{\Delta}(i-1+t). \quad (3.4.7.)$$

$$y_1 = 664;$$

$$\Delta_1 = 845 - 664 = 181; \quad \Delta_2 = 1130 - 845 = 285; \quad \Delta_3 = 1022 - 1130 = -180;$$

$$\Delta_4 = 1020 - 1022 = -2; \quad \Delta_5 = 1818 - 1020 = 798; \quad \Delta_6 = 1665 - 1818 = -153;$$

$$\Delta_7 = 1567 - 1665 = -98; \quad \Delta_8 = 1897 - 1567 = 330; \quad \Delta_9 = 1894 - 1567 = 327;$$

$$\Delta_{10} = 1427 - 1894 = -467.$$

ახლა კი გამოვთვალოთ საშუალოწლიური აბსოლუტური მატების სიდიდე:

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \Delta_i}{n-1} = \frac{1021}{9} = 113,4.$$

ამის შემდეგ უკვე შეგვიძლია კონკრეტული პროგნოზული მაჩვენებლების გაანგარიშება 2019-2025 წლებისათვის:

$$\hat{y}_{2019} = y_1 + \bar{\Delta}(11-1) = 664 + 113,4 \cdot 10 = 1798;$$

$$\begin{aligned}\hat{y}_{2020} &= y_1 + \bar{\Delta}(12-1) = 664 + 113,4 \cdot 11 = 1911,4; \\ \hat{y}_{2021} &= y_1 + \bar{\Delta}(13-1) = 664 + 113,4 \cdot 12 = 2024,8; \\ \hat{y}_{2022} &= y_1 + \bar{\Delta}(14-1) = 664 + 113,4 \cdot 13 = 2138,2; \\ \hat{y}_{2023} &= y_1 + \bar{\Delta}(15-1) = 664 + 113,4 \cdot 14 = 2251,6; \\ \hat{y}_{2024} &= y_1 + \bar{\Delta}(16-1) = 664 + 113,4 \cdot 15 = 2365; \\ \hat{y}_{2025} &= y_1 + \bar{\Delta}(17-1) = 664 + 113,4 \cdot 16 = 2478,4.\end{aligned}$$

იგივე მოვლენის პროგნოზირება განვახორციელოთ სხვა სტატისტიკური მეთოდის - ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტის - საშუალებით. ამ შემთხვევაში პროგნოზული მაჩვენებლები განისაზღვრება შემდეგი მოდელით:

$$\hat{y}_{i+t} = y_1 \cdot \bar{K}^{(i-1+t)}, \quad \text{სადაც} \quad (34.8.)$$

$$\bar{K} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}};$$

მოგანილი მონაცემების მიხედვით, $y_1=664$, ხოლო $y_n=1427$. მაშინ საშუალოწლიური ზრდის ტემპის სიდიდე იქნება:

$$\bar{K} = \sqrt[9]{\frac{1427}{664}} = \sqrt[9]{2,15} = 1,06.$$

ახლა კი უკვე შესაძლებელია კონკრეტული პროგნოზული მაჩვენებლების განსაზღვრა, ე. ი.:

$$\begin{aligned}\hat{y}_{2019} &= 664 \cdot (1,06)^{10} = 664 \cdot 1,79 = 1188,6 \\ \hat{y}_{2020} &= 664 \cdot (1,06)^{11} = 664 \cdot 1,9 = 1261,6 \\ \hat{y}_{2021} &= 664 \cdot (1,06)^{12} = 664 \cdot 2,01 = 1334,6 \\ \hat{y}_{2022} &= 664 \cdot (1,06)^{13} = 664 \cdot 2,13 = 1414,3 \\ \hat{y}_{2023} &= 664 \cdot (1,06)^{14} = 664 \cdot 2,26 = 1500,6 \\ \hat{y}_{2024} &= 664 \cdot (1,06)^{15} = 664 \cdot 2,39 = 1587 \\ \hat{y}_{2025} &= 664 \cdot (1,06)^{16} = 664 \cdot 2,53 = 1679,9\end{aligned}$$

როგორც მიღებული შედეგები აჩვენებს, ორივე მეთოდით გაანგარიშებული პროგნოზული სიდიდეები მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, თუმცა, მეორე მოდელით მიღებული პროგნოზების ტრენდი მიახლოებულია ემპირიული

ტრენდის მიმართულებასთან. ამიტომ, ამ შემთხვევაში უფრო მიზანშეწონილია მეორე მოდელის, ე. ი. ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტის გამოყენება.

3.5. ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირება წრფივი ერთფაქტორიანი მოდელით

ეკონომიკისა და ბიზნესის სფეროს მოვლენათა დინამიკის პროგნოზირების პროცესში ერთფაქტორიანი მოდელებიდან შედარებით უფრო ფართოდ გამოიყენება შემდეგი სახის წრფივი მოდელი: $\hat{y}_{i+t} = a_0 + a_1(i+t)$, სადაც (3.4.6)

\hat{y}_{i+t} - პროგნოზული მაჩვენებლებია;

a_0 და a_1 განტოლების პარამეტრებია, რომელთა გაანგარიშება ხორციელდება უმცირეს კვადრატთა მეთოდით (მათი გაანგარიშების წესი მოცემულია 3.1.4. პარაგრაფში);

i - მაჩვენებლის ნომერი მწკრივში;

t - საპროგნოზო პერიოდი.

მოცემული მოდელის გამოყენებით პროგნოზების გაანგარიშების პრაქტიკული ილუსტრაცია მოვახდინოთ ცხრილი 5-ის მონაცემების, ანუ საქართველოდან ევროკავშირის ქვეყნებში საქონლის ექსპორტის მოცულობის მაჩვენებლების მიხედვით:

ცხრილი 5. საქართველოდან საქონლის ექსპორტის დინამიკა*
(მლნ აშშ დოლარი)

წლები	ექსპორტის მოცულობა - სულ	მათ შორის: ევროკავშირის ქვეყნებში
2010	1574	309
2011	2189	424
2012	2472	353
2013	2627	607
2014	2861	624
2015	2205	645
2016	2113	565
2017	2735	655
2018	3355	730

* წყარო: საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური.

პროგნოზული მნიშვნელობების დადგენამდე ჯერ საჭიროა a_0 და a_1 პარამეტრების კონკრეტული მნიშვნელობების გაანგარიშება, რისთვისაც უნდა შევადგინოთ შემდეგი ცხრილი:

ექსპორტი ევროკავშირის ქვეყნებში (y)	დრო (t)	$y \cdot t$	t^2
309	-4	-1236	16
424	-3	-1272	9
353	-2	-706	4
607	-1	-607	1
624	0	0	0
645	1	645	1
565	2	1130	4
655	3	1965	9
730	4	2920	16
$\sum y = 4372$	$\sum t = 0$	$\sum y \cdot t = 2839$	$\sum t^2 = 60$

ჩავსვამთ რა შესაბამის სიდიდეებს, მივიღებთ a_0 და a_1 პარამეტრების კონკრეტულ მნიშვნელობებს:

$$a_0 = \frac{\sum y}{n} = \frac{4912}{9} = 545,8; \quad a_1 = \frac{\sum yt}{\sum t^2} = \frac{2839}{60} = 47,3.$$

ეს მნიშვნელობები შევიტანოთ ზემოთ მოტანილ წრფივ ფუნქციაში: $\hat{y}_t = a_0 + a_1 t = 545,8 + 47,3 \cdot t$.

ახლა კი გავიანგარიშოთ პროგნოზული სიდიდეები t -ს მნიშვნელობების თანმიმდევრობითი ჩასმის გზით. როგორც გაანგარიშებითი ცხრილიდან ჩანს, 2019 წლისათვის t არის 5, 2020 წლისათვის – 6 და ა. შ., 2025 წლისათვის კი – 11. ამის გათვალისწინებით, 2019-2025 წლებში საქართველოდან ევროკავშირის ქვეყნებში საქონლის ექსპორტის პროგნოზული მაჩვენებლები ასეთი იქნება:

$$\hat{y}_{2019} = 545,8 + 47,3 \cdot 5 = 782,3;$$

$$\hat{y}_{2020} = 545,8 + 47,3 \cdot 6 = 829,6;$$

$$\hat{y}_{2021} = 545,8 + 47,3 \cdot 7 = 876,9;$$

$$\hat{y}_{2022} = 545,8 + 47,3 \cdot 8 = 924,2;$$

$$\hat{y}_{2023} = 545,8 + 47,3 \cdot 9 = 971,5;$$

$$\hat{y}_{2024} = 545,8 + 47,3 \cdot 10 = 1015,8;$$

$$\hat{y}_{2025} = 545,8 + 47,3 \cdot 11 = 1066,1.$$

როგორც მიღებული შედეგები აჩვენებს, საქართველოდან ევროკავშირის ქვეყნებში საქონლის ექსპორტის პროგნოზული მაჩვენებლები უახლოესი 7 წლის მანძილზე, ანუ 2019-2025 წლებისათვის, საკმაოდ პოზიტიურია.

3.6. ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირება მრავალფაქტორიანი მოდელების გამოყენებით

სტატისტიკური პროგნოზირების პროცესში, წრფივი ფუნქციის გარდა, ხშირად საჭირო ხდება სხვა მათემატიკური ფუნქციების გამოყენება. ეს განსაკუთრებით შეეხება ისეთ

მოვლენებსა და პროცესებს, რომელთა ცვლილება შედარებით უფრო სწრაფი ზრდით ხასიათდება. ამ შემთხვევაში პროგნოზული მაჩვენებლების გაანგარიშება მიზანშეწონილია განხორციელდეს მე-2 რიგის შემდეგი სახის პარაბოლური ფუნქციით:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2. \quad (3.1.4.7)$$

a_0 , a_1 და a_2 პარამეტრების განსაზღვრა მოხდება უმცირეს კვადრატთა მეთოდის გამოყენებით (მათი გაანგარიშების პროცედურა მოცემულია ამავე თავის 3.3.3. პარაგრაფში). ამიტომ აქ მოვახდინოთ მათი კონკრეტული მნიშვნელობების გამოთვლა ცხრილი 5-ის მონაცემთა საფუძველზე.

a_0 , a_1 და a_2 პარამეტრების განსაზღვრა მოხდება შემდეგი ფორმულებით:

$$a_0 = \frac{\sum y - a_2 \sum t^2}{n}, \quad a_1 = \frac{\sum yt}{\sum t^2},$$

$$a_2 = \frac{n \sum yt^2 - \sum y \sum t^2}{n \sum t^4 - \sum t^2 \sum t^2}. \quad (3.1.4.11)$$

მათი სიდიდეების გამოთვლისათვის საჭიროა შევადგინოთ შემდეგი გაანგარიშებითი ცხრილი:

ექსპორტი ევროკავშირის ქვეყნებში (y)	დრო (t)	y · t	t ²	y · t ²	t ⁴
309	-4	-1236	16	18540	256
424	-3	-1272	9	3816	81
353	-2	-706	4	1412	16
607	-1	-607	1	607	1
624	0	0	0	0	0
645	1	645	1	645	1
565	2	1130	4	2260	16
655	3	1965	9	5895	81
730	4	2920	16	11680	256

$\sum y = 4372$		$\sum y.t = 2839$	$\sum t^2 = 60$	$\sum y.t^2 = 44855$	$\sum t^4 = 780$
-----------------	--	-------------------	-----------------	----------------------	------------------

ახლა კი გავიანგარიშოთ a_0 , a_1 და a_2 პარამეტრების კონკრეტული მნიშვნელობები ზემოთ მოტანილი ფორმულების მიხედვით. პირველ რიგში, უნდა გამოვთვალოთ a_1 და a_2 , რადგან a_0 -ის გამოსათვლელად საჭიროა a_2 -ის კონკრეტული სიდიდის ცოდნა. მაშასადამე, მივიღებთ:

$$a_1 = \frac{2839}{60} = 47,3 \quad a_2 = \frac{9 \cdot 44855 - 4372 \cdot 60}{9 \cdot 780 - 60 \cdot 60} = 41,3.$$

შევიტანოთ რა a_2 -ის მნიშვნელობას a_0 -ის ფორმულაში, მივიღებთ:

$$a_0 = \frac{4372 - 41,3 \cdot 60}{9} = 210,4.$$

ამის შემდეგ a_0 , a_1 და a_2 პარამეტრების გაანგარიშებული მნიშვნელობები შევიტანოთ ზემოთ მოცემულ განტოლებაში, რომელიც ასეთ კონკრეტულ სახეს მიიღებს: $\hat{y}_t = 210,4 + 47,3t + 41,3t^2$.

ახლა კი მოვახდინოთ ტრენდის გამოვლენა t -ს და t^2 -ის მნიშვნელობების ჩასმის გზით:

$$\hat{y}_1 = 210,4 + 47,3 \cdot (-4) + 41,3 \cdot 16 = 682$$

$$\hat{y}_2 = 210,4 + 47,3 \cdot (-3) + 41,3 \cdot 9 = 440,2$$

$$\hat{y}_3 = 210,4 + 47,3 \cdot (-2) + 41,3 \cdot 4 = 281$$

$$\hat{y}_4 = 210,4 + 47,3 \cdot (-1) + 41,3 \cdot 1 = 205,8$$

$$\hat{y}_5 = 210,4 + 47,3 \cdot 0 + 41,3 \cdot 0 = 210,4$$

$$\hat{y}_6 = 210,4 + 47,3 \cdot 1 + 41,3 \cdot 1 = 298,6$$

$$\hat{y}_7 = 210,4 + 47,3 \cdot 2 + 41,3 \cdot 4 = 470,2$$

$$\hat{y}_8 = 210,4 + 47,3 \cdot 3 + 41,3 \cdot 9 = 724$$

$$\hat{y}_9 = 210,4 + 47,3 \cdot 4 + 41,3 \cdot 16 = 1060,4.$$

ამის შემდეგ უკვე შესაძლებელია პროგნოზული სიდიდეების განსაზღვრა t -ს და t^2 -ის მნიშვნელობების თანმიმდევრობითი ჩასმის გზით. როგორც გაანგარიშებითი ცხრილიდან ჩანს, 2019 წლისათვის t არის 5, ხოლო t^2 კი 25, 2020 წლისათვის – შესაბამისად 6 და 36 ა. შ. ამის გათვალისწინებით, 2019-2025 წლებისათვის საქართველოდან ევროკავშირის ქვეყნებში საქონლის ექსპორტის მოცულობის პროგნოზული მაჩვენებლები ასეთი იქნება:

$$\hat{y}_{2019} = 210,4 + 47,3 \cdot 5 + 41,3 \cdot 25 = 1479,4$$

$$\hat{y}_{2020} = 210,4 + 47,3 \cdot 6 + 41,3 \cdot 36 = 1981$$

$$\hat{y}_{2021} = 210,4 + 47,3 \cdot 7 + 41,3 \cdot 49 = 2565,2$$

$$\hat{y}_{2022} = 210,4 + 47,3 \cdot 8 + 41,3 \cdot 64 = 3232$$

$$\hat{y}_{2023} = 210,4 + 47,3 \cdot 9 + 41,3 \cdot 81 = 3981,4$$

$$\hat{y}_{2024} = 210,4 + 47,3 \cdot 10 + 41,3 \cdot 100 = 4813,4$$

$$\hat{y}_{2025} = 210,4 + 47,3 \cdot 11 + 41,3 \cdot 121 = 5728.$$

თუ მიღებულ სიდიდეებს შევადარებთ წრფივი ფუნქციის საფუძველზე გაანგარიშებულ ანალოგიურ პროგნოზებს, ყოველი წლის მიხედვით დაეინახავთ დიდ განსახვავებებს, ანუ პარაბოლის საშუალებით მიღებული სიდიდეები ძლიერ მაღალია და არარეალურად გამოიყურება.

3.7. კორელაციური ანალიზი ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების დინამიკის სტატისტიკურ პროგნოზირებაში

ეკონომიკისა და ბიზნესის სფეროს მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირებისას აუცილებელია მოცემული ემპირიული მწკრივების კორელაციური ანალიზი. იგი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს კვლევის ობიექტის განვითარებაზე მოქმედი ძირითადი და შემთხვევითი ფაქტორების გავლენის შედეგები, ასევე მათ შორის კავშირის

სიმჭიდროვის ხარისხი, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს შესაბამისი პროგნოზების შემუშავებისას. ხშირ შემთხვევაში, დროით მწკრივებში ვლინდება ავტოკორელაცია, რაც ნიშნავს მწკრივის წინა დონეების გავლენას მომდევნო დონეების რაოდენობრივ მნიშვნელობებზე. ავტოკორელაციის არსებობა იწვევს რეგრესიის კოეფიციენტებისათვის ნდობის ინტერვალის სწორად განსაზღვრის ცდომილებას და ართულებს მათი მნიშვნელობების ხარისხის შემოწმებას.

ავტოკორელაცია შეიძლება არსებობდეს დროითი მწკრივის როგორც ცალკეულ დონეებს შორის, ისე ტრენდისაგან მათი გადახრების მნიშვნელობებში და რეგრესიის განტოლებათა შემთხვევით ნაშთებში. პირველ შემთხვევაში ავტოკორელაციის არსებობა გვიჩვენებს იმას, რომ დროითი მწკრივის დონეები არ არის შემთხვევითი სიდიდეები და მათი რაოდენობრივი მნიშვნელობები განსაზღვრული ზომით დამოკიდებულია ხანგრძლივად მოქმედ ფაქტორებზე. ამიტომ ჩვენი აზრით, ავტოკორელაცია წარმოადგენს დროითი მწკრივებისათვის დამახასიათებელი სტატისტიკური ინერციულობის ხარისხის განსაზღვრის კრიტერიუმს, თუმცა მისი ფორმალისებულები გამოსახულება დამატებითი ანალიზის გარეშე არ შეიძლება აღებული იქნეს როგორც მზა კრიტერიუმი.

მეორე შემთხვევაში, ავტოკორელაციის გამომწვევი მიზეზი შეიძლება იყოს ის, თუ რეგრესიული მოდელი არ მოიცავს არსებით ფაქტორს (ამ შემთხვევაში მისი ზემოქმედება ვლინდება გადახრებში და ნარჩენობით (ნაშთების) მნიშვნელობებში, რაც იწვევს ავტოკორელაციას).

სტატისტიკური პროგნოზირებისას, როდესაც იგი ხორციელდება დროითი მწკრივების საფუძველზე, საჭიროა მათი ანალიზი ავტოკორელაციის გამოვლენის მიზნით. ამისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნეს კორელაციის წრფივი კოეფიციენტი და დარბინ-უოტსონის კრიტერიუმი. პირველ შემთხვევაში, ავტოკორელაციის კოეფიციენტი განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$r = \frac{\sum \Delta x \cdot \Delta y}{\sqrt{\sum (\Delta x)^2 \cdot \sum (\Delta y)^2}}, \quad \text{სადაც} \quad (3.2.1)$$

$\Delta x = x - \bar{x}_t$, ე. ი. ფაქტორული ნიშნების მიხედვით მოსწორებული დონეების გადახრები ემპირიული დონეებიდან;
 $\Delta y = y - \bar{y}_t$, ე. ი. საშედეგო ნიშნის მიხედვით მოსწორებული დონეების გადახრები ემპირიული დონეებიდან;
 t - დროის (წლების) რიგითი ნომერი.

მეორე შემთხვევაში ავტოკორელაციის შეფასებისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნეს დარბინ-უოტსონის კრიტერიუმი, რომელიც შემდეგი ფორმულით განისაზღვრება:

$$DW = \frac{\sum (S_{i+1} - S_i)^2}{\sum S_i^2}, \text{ სადაც} \quad (3.2.2)$$

S_i - მოსწორებული დონეების გადახრები ტრენდისაგან, ე. ი. $S_i = y - \hat{y}_t$. აქ \hat{y}_t წარმოადგენს წრფივ ფუნქციას: $\hat{y}_t = a_0 + a_1 t$.

a_0 და a_1 პარამეტრების გაანგარიშებისათვის გამოიყენება უმცირეს კვადრატთა მეთოდი.

დარბინ-უოტსონის კრიტერიუმის გაანგარიშებული მნიშვნელობა (DW) შეუდარდება მის სტანდარტულ (ანუ ცხრილურ) სიდიდეს. სტანდარტული მნიშვნელობა მოცემულია 0,990, 0,975 და 0,950 ალბათობებით, ანუ 1, 2 და 5-პროცენტიანი მნიშვნელოვნების დონით (დადებითი ავტოკორელაციისათვის). ამასთანავე, კრიტერიუმის ყოველი დონისათვის მოცემულია ორი სტანდარტული მნიშვნელობა - მინიმალური და მაქსიმალური, ე. ი. DW_1 და DW_2 .

კრიტერიუმის გაანგარიშების შემდეგ შესაძლებელია სამი შემთხვევის არსებობა:

1) შესასწავლი (მოცემული) დროითი მწკრივის ცალკეული დონეებიდან გადახრები თავისუფალია ავტოკორელაციისაგან, ე. ი. არ არსებობს. ამ შემთხვევაში კრიტერიუმის გაანგარიშებითი მნიშვნელობა მეტია მისი სტანდარტული მნიშვნელობის მაქსიმალურ სიდიდეზე (მის ზედა საზღვარზე). მაშასადამე, $DW > DW_2$;

2) ტრენდისაგან გადახრებში არის ავტოკორელაცია, ე. ი. კრიტერიუმის გაანგარიშებითი მნიშვნელობა ნაკლებია

სტანდარტული მნიშვნელობის მინიმალურ სიდიდეზე (მის ქვედა საზღვარზე). მაშასადამე, $DW < DW_1$;

3) გაურკვეველი მომენტი, ე. ი. კრიტერიუმის გაანგარიშებითი მნიშვნელობა მეტია ან ტოლია სტანდარტული მნიშვნელობის მინიმალურ სიდიდეზე და იმავდროულად ნაკლებია ან ტოლია მაქსიმალურ სიდიდეზე. მაშასადამე, კრიტერიუმის გაანგარიშებითი მნიშვნელობა მოქცეულია სტანდარტული მნიშვნელობის მინიმალურ და მაქსიმალურ სიდიდეებს შორის, ე. ი. $DW_1 \leq DW \leq DW_2$. ასეთ შემთხვევაში შეუძლებელია ერთმნიშვნელოვანი პასუხი კითხვაზე: არის თუ არა გადახრებში ავტოკორელაცია? ამიტომ საჭიროა შემდგომი კვლევა დასმულ კითხვაზე დასაბუთებული პასუხის გასაცემად.

დარბინ-უოტსონის კრიტერიუმის შესაძლო მნიშვნელობები მოქცეულია 0-დან 4-მდე, ე. ი. $0 \leq DW \leq 4$. ამასთან ერთად, იგი განსხვავებულია ავტოკორელაციის დადებითი და უარყოფითი კოეფიციენტების შემთხვევაში.

განხილული კრიტერიუმების გარდა, ავტოკორელაციის გამოსაგვლენად შეიძლება გამოყენებული იყოს სხვა მეთოდიც, მაგალითად, ნეიმანის წესი და ა. შ.

ავტოკორელაციის გამოვლენის მთავარი მიზანი მდგომარეობს იმაში, რომ საპროგნოზო ობიექტის ცვლილების ძირითადი ტენდენცია ანუ ტრენდი თავისუფალი იყოს ავტოკორელაციისაგან, ე. ი. არ განიცდიდეს მის გავლენას. თუ დინამიკური მწკრივის ემპირიულ დონეებში ან გადახრებში გამოვლინდა ავტოკორელაციის არსებობა, მაშინ პროგნოზირებისას საჭიროა მისი გავლენის შესუსტება და სრული გამორიცხვა. ამისათვის სტატისტიკური პროგნოზირების თეორიასა და პრაქტიკაში გამოიყენება რამდენიმე ხერხი. ესენია: საბოლოო სხვაობების, რეგრესიულ მოდელში (განტოლებებში ან მათ სისტემებში) დროის პარამეტრის (ფაქტორის) შეტანა დამოუკიდებელი ცვლადის სახით და ავტორეგრესიული მოდელის აგება. მაგრამ იმისათვის, რომ ნებისმიერ შემთხვევაში ავტოკორელაციის გამორიცხვის წესი ზუსტად იქნეს შერჩეული, ამისათვის ჯერ კიდევ არ არსებობს მკაცრი კრიტერიუმი.

ყველა შემთხვევაში სტატისტიკური პროგნოზირებისას საჭიროა დინამიკის მწკრივების შესწავლა ავტოკორელაციის

არსებობის (ან არ არსებობის) დასადგენად. თუ გამოვლინდა ავტოკორელაცია, მაშინ აუცილებელია მისი გამორიცხვა, რადგან ამ მოთხოვნის შესრულების გარეშე გაანგარიშებულ პროგნოზულ მაჩვენებლებს ექნება სიზუსტის დაბალი ხარისხი.

3.8. ზოგიერთი ახალი მეთოდოლოგიური მიდგომა სტატისტიკურ პროგნოზირებაში

თანამედროვე ეტაპზე სტატისტიკური პროგნოზირების თეორია და პრაქტიკა განვითარებულ ქვეყნებში საკმარისად მაღალ მეცნიერულ დონეზეა, რაც მთლიანობაში ნიშნავს იმას, რომ ფართო შესაძლებლობა არსებობს მიღებული პროგნოზების დასაბუთებისათვის. მაგრამ პროგნოსტიკის ეს ნაწილი ჯერ კიდევ შორსაა საბოლოო სრულყოფამდე, ე. ი. მისი ყოველი საკითხი საჭიროებს შემდგომ კვლევას. ეს განსაკუთრებით აქტუალურია ამჟამად, რადგან ჯერ-ერთი, სტატისტიკური პროგნოზირების გამოყენების საზღვრები ძლიერ გაფართოვდა და იგი მოიცავს არა მხოლოდ ეკონომიკას ან სოციალურ სფეროს, არამედ ისეთ არატრადიციულ დარგებს (პროგნოზირების თვალსაზრისით), როგორცაა კოსმოსი, მედიცინა, ეკოლოგია, ბიოლოგია, ტექნიკისა და ტექნოლოგიების მრავალი დარგი და ა. შ. მეორეც, ტექნოლოგიური პროგრესის განვითარების თანამედროვე დონე და ტემპი ბევრად უფრო მკაცრ მოთხოვნებს უყენებს ზოგადად პროგნოსტიკას და, კერძოდ კი, სტატისტიკურ პროგნოზირებას, ვიდრე ეს იყო თუნდაც 20 წლის წინათ. რა თქმა უნდა, ეს მოთხოვნები სხვადასხვა ქვეყნისათვის განსხვავებულია და შეესაბამება მათი განვითარების დონეს. ყოველივე ეს წარმოადგენს იმის ზოგადად აუცილებელ პირობას, რომ მუდმივად ვითარდებოდეს სტატისტიკური პროგნოზირება საერთოდ და,

კერძოდ კი - მისი მეთოდოლოგიური აპარატი. სწორედ ამ მიზანს ემსახურება ჩვენს მიერ შემუშავებული ზოგიერთი ახალი მეთოდოლოგიური მიდგომა, რომელიც სცილდება სტატისტიკური პროგნოზირების მასშტაბებს და იგი განიხილება მთლიანად პროგნოსტიკის საზღვრებში. ერთ-ერთი მათგანის ინტერპრეტაცია ასეთია:

ნებისმიერი მოვლენისა და პროცესის პროგნოზირების დროს მიზანშეწონილია მინიმუმ ორი მეთოდის გამოყენება, მაგალითად ექსტრაპოლაცია და ექსპერტული შეფასება, ან ერთი და იგივე მეთოდის ორი მოდიფიკაცია (მაგალითად, ერთფაქტორიანი და მრავალფაქტორიანი ექსტრაპოლაცია). პირველი მეთოდის გამოყენებით მიღებული პროგნოზული მაჩვენებლები აღვნიშნოთ $y'_1, y'_2, y'_3, \dots, y'_n$, ხოლო მეორე მეთოდის საშუალებით მიღებული მაჩვენებლები კი - $y''_1, y''_2, y''_3, \dots, y''_n$. ამის შემდეგ უნდა განისაზღვროს მათი შესაბამისი საშუალო მნიშვნელობები ყველა მაჩვენებლის მიხედვით, რომლებსაც მიენიჭება საბოლოო პროგნოზის სტატუსი. მაშასადამე,

$$\hat{y}_1 = \frac{y'_1 + y''_1}{2}, \quad \hat{y}_2 = \frac{y'_2 + y''_2}{2}, \quad \hat{y}_3 = \frac{y'_3 + y''_3}{2}, \dots, \quad \hat{y}_n = \frac{y'_n + y''_n}{2}.$$

ზოგადად ეს პროცესი შემდეგი ფორმულით გამოისახება:

$$\hat{y}_i = \frac{y'_i + y''_i}{2}, \quad \text{სადაც } i = 1, 2, 3, \dots, n.$$

განხილული წესი ემყარება პროგნოზირების მეთოდის შერჩევის კომბინირებულ მიდგომას, რაც ნიშნავს იმას, რომ შესასწავლი ობიექტის პროგნოზული მაჩვენებლების განსაზღვრა ხდება არა ნებისმიერი სუბიექტურად შერჩეული მეთოდის გამოყენებით, არამედ სათანადო თვისებრივი და რაოდენობრივი ანალიზის შედეგად შერჩეული მეთოდით, რომელიც უზრუნველყოფს რეალური შედეგების მიღებას. ამ წესით მოხდება პროგნოზირების მეორე ან მესამე მეთოდის შერჩევა. თუმცა, ჩვენი აზრით, ერთ-ერთი მეთოდი ყოველთვის შეიძლება იყოს ექსპერტული შეფასება, რაც თვისებრივი ანალიზის უფრო მეტ შესაძლებლობას იძლევა. მაშასადამე, განხილული მიდგომის გამოყენებისას განისაზღვრება პროგნოზების მინიმუმ სამი ვარიანტი: ერთი

მეთოდით, მეორე მეთოდით და მესამე მეთოდით (მათი საშუალო მნიშვნელობები). ამ მიდგომას შეიძლება ეწოდოს მრავალვარიანტული პროგნოზირება.

განხილული მიდგომის პრაქტიკული ინტერპრეტაციის მიზნით მოვიტანოთ შემდეგი მონაცემები:

ცხრილი 5. საქართველოდან საქონლის ექსპორტის დინამიკა*
(მლნ აშშ დოლარი)

წლები	ექსპორტის მოცულობა - სულ	მათ შორის: ევროკავშირის ქვეყნებში
2010	1574	309
2011	2189	424
2012	2472	353
2013	2627	607
2014	2861	624
2015	2205	645
2016	2113	565
2017	2735	655
2018	3355	730

*

წყარო:

საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური.

გავიანგარიშოთ საქართველოდან ევროკავშირის ქვეყნებში საქონლის ექსპორტის პროგნოზი 2019-2025 წლებისათვის. ამისათვის აუცილებელია რეტროსპექტული ტრენდის გამოვლენა, რისთვისაც გამოვიყენოთ საშუალო აბსოლუტური მატების კოეფიციენტი. ჯერ გამოვთვალოთ ცალკეული აბსოლუტური მატებანი ჯაჭვური წესით, მივიღებთ:

$$\Delta_1 = y_2 - y_1 = 424 - 309 = 115;$$

$$\Delta_2 = y_3 - y_2 = 353 - 424 = -71;$$

$$\Delta_3 = y_4 - y_3 = 607 - 353 = 254;$$

$$\Delta_4 = y_5 - y_4 = 624 - 607 = 14;$$

$$\Delta_5 = y_6 - y_5 = 645 - 624 = 21;$$

$$\Delta_6 = y_7 - y_6 = 565 - 645 = -80;$$

$$\Delta_7 = y_8 - y_7 = 655 - 565 = 90;$$

$$\Delta_8 = y_9 - y_8 = 730 - 655 = 75.$$

ამის შემდეგ კი გავიანგარიშოთ საშუალო აბსოლუტური მატება:

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \Delta_i}{n-1} = \frac{115 - 71 + 254 + 14 + 21 - 80 + 90 + 75}{9-1} = 52,2.$$

ახლა კი მოვახდინოთ რეტროსპექტული ტრენდის გამოვლენა, რისთვისაც გავიანგარიშოთ მოსწორებული დონეები:

$$\hat{y}_1 = y_1 + \bar{\Delta}(1-1) = 309 + 52,2(1-1) = 309;$$

$$\hat{y}_2 = y_1 + \bar{\Delta}(2-1) = y_1 + \bar{\Delta} = 309 + 52,2 = 361,2;$$

$$\hat{y}_3 = y_1 + \bar{\Delta}(3-1) = y_1 + 2\bar{\Delta} = 309 + 2 \cdot 52,2 = 413,4;$$

$$\hat{y}_4 = y_1 + \bar{\Delta}(4-1) = y_1 + 3\bar{\Delta} = 309 + 3 \cdot 52,2 = 465,6;$$

$$\hat{y}_5 = y_1 + \bar{\Delta}(5-1) = y_1 + 4\bar{\Delta} = 309 + 4 \cdot 52,2 = 517,8;$$

$$\hat{y}_6 = y_1 + \bar{\Delta}(6-1) = y_1 + 5\bar{\Delta} = 309 + 5 \cdot 52,2 = 570;$$

$$\hat{y}_7 = y_1 + \bar{\Delta}(7-1) = y_1 + 6\bar{\Delta} = 309 + 6 \cdot 52,2 = 622,2;$$

$$\hat{y}_8 = y_1 + \bar{\Delta}(8-1) = y_1 + 7\bar{\Delta} = 309 + 7 \cdot 52,2 = 674,4;$$

$$\hat{y}_9 = y_1 + \bar{\Delta}(9-1) = y_1 + 8\bar{\Delta} = 309 + 8 \cdot 52,2 = 726,6.$$

ახლა კი გავიანგარიშოთ პროგნოზული სიდიდეები მიღებული ტრენდის ექსტრაპოლაციით:

$$\hat{y}_{2019} = y_1 + \bar{\Delta}(10-1) = y_1 + 9\bar{\Delta} = 309 + 9 \cdot 52,2 = 778,8;$$

$$\hat{y}_{2020} = y_1 + \bar{\Delta}(11-1) = y_1 + 10\bar{\Delta} = 309 + 10 \cdot 52,2 = 831;$$

$$\hat{y}_{2021} = y_1 + \bar{\Delta}(12-1) = y_1 + 11\bar{\Delta} = 309 + 11 \cdot 52,2 = 883,2;$$

$$\hat{y}_{2022} = y_1 + \bar{\Delta}(13-1) = y_1 + 12\bar{\Delta} = 309 + 12 \cdot 52,2 = 935,4;$$

$$\hat{y}_{2023} = y_1 + \bar{\Delta}(14-1) = y_1 + 13\bar{\Delta} = 309 + 13 \cdot 52,2 = 987,6;$$

$$\hat{y}_{2024} = y_1 + \bar{\Delta}(15-1) = y_1 + 14\bar{\Delta} = 309 + 14 \cdot 52,2 = 1039,8;$$

$$\hat{y}_{2025} = y_1 + \bar{\Delta}(16-1) = y_1 + 15\bar{\Delta} = 309 + 15 \cdot 52,2 = 1092;$$

ამის შემდეგ გავიანგარიშოთ საქართველოდან ევროკავშირის ქვეყნებში საქონლის ექსპორტის პროგნოზული მაჩვენებლები იმავე პერიოდისათვის სხვა რომელიმე მეთოდით, მაგალითად, წრფივი ფუნქციის გამოყენებით. რამდენადაც ამ მეთოდით ზემოთ (იხ. პარაგრაფი) უკვე გაანგარიშებული გვაქვს პროგნოზული მაჩვენებლები, აქ ხელმეორედ აღარ გამოვითვლით და მას გამოვიყენებთ.

პირველი და მეორე მეთოდით (საშუალო აბსოლუტური მატებისა და წრფივი ფუნქციით) მიღებული პროგნოზების საფუძველზე გავიანგარიშოთ მათი საშუალო მნიშვნელობები შემდეგი ფორმულით:

$$\hat{y}_i = \frac{y_i' + y_i''}{2}, \text{ მივიღებთ:}$$

$$\hat{y}_{2019} = (778,8 + 782,3) : 2 = 780,5;$$

$$\hat{y}_{2020} = (831 + 829,1) : 2 = 830;$$

$$\hat{y}_{2021} = (883,2 + 876,9) : 2 = 880,05;$$

$$\hat{y}_{2022} = (935,4 + 924,2) : 2 = 929,2;$$

$$\hat{y}_{2023} = (987,6 + 971,6) : 2 = 979,4;$$

$$\hat{y}_{2024} = (1039,8 + 1015,8) : 2 = 1027,85;$$

$$\hat{y}_{2025} = (1092 + 1066,1) : 2 = 1079,05.$$

მიღებული პროგნოზების თვალსაჩინოდ წარმოდგენის მიზნით შევადგინოთ შემდეგი საშუალო ცხრილი:

საპროგნოზო წლები	I მეთოდით მიღებული პროგნოზი	II მეთოდით მიღებული პროგნოზი	საშუალო პროგნოზი
2019	778,8	782,3	780,5
2020	831	829,6	830
2021	883,2	876,9	880,05
2022	935,4	924,2	929,2
2023	987,6	971,5	979,4

2024	1039,8	1015,8	1027,8
2025	1092	1066,1	1079,05

ჩვენი აზრით, სანდოობის ხარისხის მიხედვით, შედარებით

უფრო ზუსტია მიღებული პროგნოზების მესამე ვარიანტი, ანუ საშუალო მნიშვნელობები, რადგან მათში მნიშვნელოვანი ზომით შემცირებულია პირველი და მეორე მეთოდით მიღებული პროგნოზების შესაძლო შეცდომები. ასეთი შეცდომები კი, სხვადასხვა ზომით, ნებისმიერ პროგნოზშია, რადგან ყოველი პროგნოზი ალბათურ ხასიათს ატარებს. მაშასადამე, ჩვენი მეთოდის გამოყენებისას საბოლოო პროგნოზული მაჩვენებლების განსაზღვრის პროცესი უკვე მოიცავს ვერიფიკაციის, ანუ პროგნოზის ხარისხისა და საიმედოობის მომენტს, რაც ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი უპირატესობაა. ამასთან ერთად, მისი ერთ-ერთი დადებითი მომენტი ისიცაა, რომ იგი პირდაპირი „პასუხისმგებლობისაგან“ ათავისუფლებს პროგნოზირების ორივე მეთოდს და გარკვეულწილად თავის თავზე იღებს მიღებული პროგნოზების ხარისხისა და საიმედოობის დონის რაღაც ნაწილს. თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ამ გზით მიღებული პროგნოზის ხარისხი მჭიდრო კავშირშია ორივე მეთოდის სწორად შერჩევასა და გამოყენებაზე.

აქვე ყურადღება უნდა გავამახვილოთ ერთ მნიშვნელოვან საკითხზე: ეს არის სტატისტიკური პროგნოზირების თეორიული განვითარების დონე და მისი მიღწევების პრაქტიკული გამოყენების მასშტაბი ამა თუ იმ კონკრეტულ ქვეყანაში. ეს ფაქტორი არ გაითვალისწინება მრავალი ქვეყნის პროგნოზირების პრაქტიკაში, მას კი დიდი მნიშვნელობა აქვს დროისა და სივრცის კონკრეტულ პირობებში რეალური პროგნოზების გასაანგარიშებლად. ჩვენი აზრით, კონკრეტულ ქვეყნებში პროგნოზების შემუშავებისას მთავარი ორიენტირი უნდა იყოს მათი განვითარების ობიექტური პირობები, რაც პრინციპში გულისხმობს იმას, რომ მიზანშეწონილი არ არის მექანიკურად იქნეს გადმოღებული და გამოყენებული სხვა ქვეყნის ანალოგიური გამოცდილება. ეს, პირველ რიგში, ეხება განვითარებად ქვეყნებს (მათ შორის საქართველოს). ასეთ ქვეყნებში ერთი და იგივე ობიექტის

პროგნოზირება მიზანშეწონილი არ არის განხორციელდეს იმავე მეთოდითა და მოდელით, რაც გამოიყენება განვითარებულ ქვეყანაში ანალოგიური ობიექტის (მოვლენის, პროცესის) პროგნოზირებისას, რადგან საპროგნოზო მოვლენის განვითარებაზე სხვადასხვა ქვეყანაში გავლენას ახდენს სხვადასხვა ეგზოგენური და ენდოგენური ფაქტორი. ამიტომ ნებისმიერი მოვლენის პროგნოზირებისას განვითარებად ქვეყანაში არ შეიძლება განვითარებული ქვეყნის ანალოგიური გამოცდილების სრული მექანიკური გადმოტანა. ასეთი გზით გაანგარიშებული პროგნოზები მნიშვნელოვანი ზომით არარეალური იქნება. მაგრამ ეს იმას არ გულისხმობს, რომ საერთოდ არ იქნეს გამოყენებული განვითარებული ქვეყნების გამოცდილება. პირიქით, იგი გათვალისწინებული უნდა იყოს, მაგრამ ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში შესაბამისობაში უნდა იქნეს მოყვანილი მოცემული ქვეყნის ისტორიული, გეოგრაფიული, სოციალური, ეკონომიკური, მეცნიერული, ტექნოლოგიური განვითარების და სხვა თავისებურებებთან.

ამჟამად განვითარებულ ქვეყნებში ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების პროგნოზირებაში შედარებით შემცირდა რთული მათემატიკური მეთოდებისა და მოდელების გამოყენება: რთული მათემატიკური მოდელები უკვე მნიშვნელოვან ადგილს უთმობს თვისებრივ, შინაარსობრივ ანალიზს.

3.9. ტესტები

1. დროითი მწკრივის ტენდენცია მოიცავს შემდეგ კომპონენტებს:

ა) ძირითადი დონე, ციკლური კომპონენტი და სეზონური კომპონენტი;

- ბ) ციკლური კომპონენტი, სეზონური კომპონენტი და შემთხვევითი კომპონენტი;
- გ) ტრენდი, ციკლური კომპონენტი, სეზონური კომპონენტი და შემთხვევითი კომპონენტი;
- დ) ტრენდი, ციკლური კომპონენტი და სეზონური კომპონენტი.

2. დროითი მწკრივის ტრენდი ყალიბდება:

- ა) ევოლუციური ფაქტორების ზემოქმედებით;
- ბ) ძირითადი ანუ მუდმივი ფაქტორების გავლენით;
- გ) შემთხვევითი ფაქტორების ზემოქმედებით;
- დ) ციკლური და შემთხვევითი ფაქტორების ზემოქმედებით.

3. მოცემული განტოლება ($Y_t = T+S+C+Z$) ასახავს დროითი მწკრივის ზოგადი ტენდენციის:

- ა) მულტიპლიკატიურობას;
- ბ) ადიტიურობას და ციკლურობას;
- გ) მულტიპლიკატიურობას და შემთხვევითობას;
- დ) ადიტიურობას.

4. მოცემული განტოლება ($Y_t = T \times S \times C \times Z$) ასახავს დროითი მწკრივის ზოგადი ტენდენციის:

- ა) მულტიპლიკატიურობას;
- ბ) ციკლურობას;
- გ) მულტიპლიკატიურობას და შემთხვევითობას;
- დ) ადიტიურობას.

5. სრიალა საშუალოს გამოყენებით ტრენდის გამოვლენისას, თუ სრიალის ინტერვალი 4-ია, მაშინ მოსწორებული დონეების რიცხვი:

- ა) ემპირიულ დონეებზე მეტია 4-ით;
- ბ) ემპირიულ დონეებზე ნაკლებია 3-ით;
- გ) ემპირიული დონეების ტოლია;
- დ) ემპირიულ დონეებზე ნაკლებია 2-ით.

6. სრიალა საშუალოს გამოყენებით ტრენდის გამოვლენისას, თუ სრიალის ინტერვალი 3-ია, მაშინ ემპირიული დონეების რიცხვი:

- ა) მოსწორებულ დონეებზე მეტია 2-ით;
- ბ) მოსწორებულ დონეებზე ნაკლებია 3-ით;
- გ) მოსწორებული დონეების ტოლია;
- დ) მოსწორებულ დონეებზე ნაკლებია 2-ით.

7. საშუალო აბსოლუტური მატების კოეფიციენტის გამოყენებით ტრენდის გამოვლენისას, მოსწორებული დონეების რიცხვი:

- ა) ემპირიულ დონეებზე მეტია 1-ით;
- ბ) ემპირიულ დონეებზე ნაკლებია 1-ით;
- გ) ემპირიული დონეების ტოლია;
- დ) ემპირიულ დონეებზე ნაკლებია 2-ით.

8. მოცემული ფორმულით ხდება: $\hat{y}_i = y_1 + \bar{\Delta}(i-1)$

- ა) ტრენდის გამოვლენა საშუალო აბსოლუტური მატების კოეფიციენტის გამოყენებით;
- ბ) ტრენდის გამოვლენა ზრდის აბსოლუტური მატების კოეფიციენტის გამოყენებით;
- გ) ტრენდის გამოვლენა ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტის გამოყენებით;
- დ) ყველა პასუხი სწორია.

9. ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტის გამოყენებით ტრენდის გამოვლენისას, მოსწორებული დონეების რიცხვი:

- ა) ემპირიულ დონეებზე მეტია 2-ით;
- ბ) ემპირიული დონეების ტოლია;
- გ) ემპირიულ დონეებზე ნაკლებია 2-ით;
- დ) ემპირიულ დონეებზე ნაკლებია 1-ით.

10. მოცემული ფორმულით ხდება: $\hat{y}_i = y_1 \cdot \bar{K}^{(i-1)}$

- ა) ტრენდის გამოვლენა საშუალო აბსოლუტური მატების კოეფიციენტის გამოყენებით;
- ბ) ტრენდის გამოვლენა ზრდის აბსოლუტური მატების კოეფიციენტის გამოყენებით;
- გ) ტრენდის გამოვლენა ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტის გამოყენებით;
- დ) ყველა პასუხი სწორია.

11. ეს ფორმულა არის: $\bar{\Delta} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \Delta_i}{n+1}$

- ა) ზრდის საშუალო ტემპის;
- ბ) საშუალო აბსოლუტური მატების;
- გ) აბსოლუტური მატების;
- დ) არცერთი.

12. მოცემული გამოსახულება არის: $\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 \rightarrow \min$

- ა) უმცირეს კვადრატთა მეთოდის პირობა;
- ბ) უმცირეს კვადრატთა ორმაგი მეთოდი;
- გ) ფიშერის უმცირეს კვადრატთა მეთოდი;
- დ) არცერთი.

13. ეს ფორმულა არის: $\bar{K} = \sqrt[n+1]{\frac{y_n}{y_1}}$,

- ა) საშუალო აბსოლუტური მატების;
- ბ) ჯაჭვური ზრდის ტემპის;
- გ) ზრდის საშუალო ტემპის;
- დ) არცერთი.

14. მოცემული ფორმულა არის: $DW = \frac{\sum (S_{i+1} - S_i)^2}{\sum S_i^2}$,

- ა) ავტორეგრესიის სხვაობების დარბინ-ჯოტსონის კრიტერიუმი;
- ბ) ავტორეგრესიის შეფასების დარბინ-ჯოტსონის კრიტერიუმი;
- გ) ფიშერის უმცირეს კვადრატთა სხვაობების მეთოდი;
- დ) არცერთი.

15. მოცემული მოდელით ხდება: $\hat{y}_{i+t} = a_0 + a_1(i-t)$,

- ა) ტრენდის გამოვლენა წრფივი ფუნქციის გამოყენებით;
- ბ) პროგნოზების გაანგარიშება;
- გ) ტრენდის გამოვლენა ჰიპერბოლით;
- დ) არცერთი.

16. ავტორეგრესია ნიშნავს:

- ა) დროითი მწკრივის წინა დონეების გავლენას მომდევნო დონეების რაოდენობრივ მნიშვნელობებზე;
- ბ) დროითი მწკრივის მომდევნო დონეების გავლენას წინა დონეების რაოდენობრივ მნიშვნელობებზე;
- გ) დროითი მწკრივის წინა და მომდევნო დონეების რაოდენობრივი მნიშვნელობების ჯამს;
- დ) დროითი მწკრივის წინა და მომდევნო დონეების რაოდენობრივი მნიშვნელობების სხვაობას.

17. დროითი მწკრივის ტრენდის ანალიზისას გათვალისწინებული უნდა იყოს შემდეგი მიდგომა:

- ა) მათემატიკური;
- ბ) ლოგიკური;
- გ) ინტეგრირებული;
- დ) ყველა.

18. დროითი მწკრივის ტრენდის ანალიზისას გათვალისწინებული უნდა იყოს შემდეგი მიდგომა:

- ა) ეკონომიკური;
- ბ) კორელაციური;
- გ) ფორმალიზებული;
- დ) ა და ბ.

19. წრფივი ფუნქციის გამოყენებით ტრენდის გამოვლენისას, მოსწორებული დონეების რიცხვი:

- ა) ემპირიულ დონეებზე მეტია 1-ით;
- ბ) ემპირიულ დონეებზე ნაკლებია 1-ით;
- გ) ემპირიული დონეების ტოლია;
- დ) დამოკიდებულია დროითი მწკრივის ზომაზე.

20. მოცემული მოდელით ხდება: $\hat{y}_{i+t} = y_1 \cdot \bar{K}^{(i-1+t)}$,

- ა) ტრენდის გამოვლენა საშუალო აბსოლუტური მატების კოეფიციენტის გამოყენებით;
- ბ) პროგნოზების გაანგარიშება;
- გ) ტრენდის გამოვლენა ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტის გამოყენებით;
- დ) არცერთი.

21. კვადრატული ფუნქციის გამოყენებით ტრენდის გამოვლენისას, მოსწორებული დონეების რიცხვი:

- ა) ემპირიულ დონეებზე ნაკლებია 2-ით;
- ბ) ემპირიულ დონეებზე მეტია 2-ით;
- გ) ემპირიული დონეების ტოლია;
- დ) დამოკიდებულია ფუნქციის პარამეტრების ნიშანზე (+ ან -).

22. ხარისხოვანი ფუნქციის გამოყენებით ტრენდის გამოვლენისას, ემპირიული დონეების რიცხვი:

- ა) მოსწორებულ დონეებზე ნაკლებია 2-ით;
- ბ) ემპირიულ დონეებზე მეტია 2-ით;
- გ) დამოკიდებულია ფუნქციის პარამეტრების რიცხვზე;
- დ) მოსწორებული დონეების ტოლია.

23. მოცემული მოდელით ხდება: $\hat{y}_{i+t} = y_1 + \bar{\Delta}(i-1-t)$

- ა) ტრენდის გამოვლენა საშუალო აბსოლუტური მატების კოეფიციენტის გამოყენებით;
- ბ) პროგნოზების გაანგარიშება;
- გ) ტრენდის გამოვლენა ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტის გამოყენებით;
- დ) არცერთი.

24. ეს ფორმულა არის: $r = \frac{\sum \Delta x + \Delta y}{\sqrt{\sum (\Delta x)^2 \cdot \sum (\Delta y)^2}}$,

- ა) კორელაციის წრფივი კოეფიციენტი;
- ბ) მრავლობითი კორელაციის კოეფიციენტი;
- გ) ავტოკორელაციის კოეფიციენტი;
- დ) არცერთი.

25. ეს ფორმულა არის: $DW = \frac{\sum (S_{i+1} - S_i)}{\sum S_i}$,

- ა) დარბინ-უოტსონის კრიტერიუმი;
- ბ) დარბინ-უოტსონის სხვაობების ჯამი;
- გ) დერეკ-უოლშის კოეფიციენტი;
- დ) არცერთი.

26. დარბინ-უოტსონის კრიტერიუმი შეიძლება გამოყენებული იქნეს:

- ა) დროით მწკრივში ტრენდის გამოსავლენად;
- ბ) მულტიკორელაციის გასაზომად;
- გ) ავტოკორელაციის შეფასებისათვის;
- დ) ყველა პასუხი სწორია.

თავი 4. მოვლენათა სტრუქტურის სტატისტიკური პროგნოზირების ელემენტები

*„კარგი პროგნოზი ზოგჯერ ფანტაზიის ნაყოფია, ლოგიკა კი მივიყვანს რეალურ, ხშირად ცუდ პროგნოზამდე“
/სიმონ გელაშვილი/*

4.1. ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების სტრუქტურა, როგორც სტატისტიკური პროგნოზირების ობიექტი

ეკონომიკისა და ბიზნესის სფეროს მოვლენათა სტრუქტურა და შემადგენლობა უმეტეს შემთხვევებში არაერთგვაროვანია. ასეთი მოვლენების სტატისტიკური პროგნოზირებისას ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა მათი შემადგენელი ელემენტების ნიშანთა განაწილებასა და ნიშნებს შორის ურთიერთკავშირის ხასიათის განსაზღვრა. ამ ამოცანის წარმატებით გადაწყვეტაზე ბევრადაა დამოკიდებული პროგნოზირების რეალური შედეგების მიღება.

ეკონომიკისა და ბიზნესის სფეროს მოვლენების პროგნოზირებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს მათი სტრუქტურის ერთგვაროვნების ხარისხის დადგენას. ეკონომიკურ-სტატისტიკური კვლევისას საჭიროა განისაზღვროს როგორც თვისებრივი, ისე რაოდენობრივი ერთგვაროვნება. პირველს საფუძვლად უდევს ატრიბუტული, ხოლო მეორეს - რაოდენობრივი ნიშნები. ამასთანავე, უნდა აღინიშნოს, რომ რაოდენობრივი და თვისებრივი ერთგვაროვნება ერთმანეთთან მჭიდრო კავშირშია და ისინი ერთმანეთს განაპირობებენ. რაოდენობრივ ერთგვაროვნებას ეკონომიკური აზრი აქვს მხოლოდ მაშინ, თუ არსებობს იმავდროულად თვისებრივი ერთგვაროვნებაც. ამიტომ სტატისტიკური პროგნოზირების ობიექტს წარმოადგენს სწორედ ასეთი სტრუქტურა.

მოვლენათა სტრუქტურის პერსპექტიული ცვლილებების შესახებ ამა თუ იმ ჰიპოთეზის წამოყენებამდე აუცილებელია მათი წინასწარი ანალიზი. ასეთი ანალიზისას ძირითადად განისაზღვრება სტრუქტურაზე მოქმედი ფაქტორები და მათი გავლენის ხარისხი როგორც დროში, ისე სივრცეში. ჰიპოთეზის ასეთი საფუძველის არსებობის შემდეგ შეიძლება განხორციელდეს მისი ფორმალური შემოწმება.

პროგნოზირების მიზნის განხორციელებამდე აუცილებელია შესასწავლი სტატისტიკური ერთობლიობის ფორმირება. ეკონომიკურ სფეროში სტატისტიკური ერთობლიობა შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს მონაცემთა მოწესრიგებული მასის სახით, რომელიც შედგება ცალკეული ერთეულების, მათი დამახასიათებელი ნიშნებისა და დროის პარამეტრებისაგან. ამასთანავე, სტატისტიკური ერთობლიობა უნდა მოიცავდეს ერთგვაროვან ერთეულებს. წინააღმდეგ შემთხვევაში ასეთი ერთობლიობის ამსახველი ფორმალისებულები სტრუქტურული მოდელი არარეალური იქნება.

სტატისტიკური პროგნოზირების პროცესში, უწინარეს ყოვლისა, აუცილებელია ჩატარდეს წინასწარი შინაარსობრივი ანალიზი ერთობლიობის სტრუქტურული ცვლილების რაიმე ჰიპოთეზის ჩამოყალიბების მიზნით. ამ ჰიპოთეზის დასაბუთებისათვის საჭიროა განისაზღვროს სტრუქტურული ცვლილების სიდიდე. ასეთ შემთხვევაში შესაძლებელია ორგვარი სიტუაცია: 1) სტრუქტურული ცვლილების საზღვრები წინასწარ ცნობილია; 2) ასეთი ცვლილების საზღვრები არაა ცნობილი და იგი უნდა დადგინდეს შერჩევითი მნიშვნელობების ანალიზის საფუძველზე.

პირველ შემთხვევაში სტრუქტურული ცვლილებების შესახებ რაიმე ჰიპოთეზის დასაბუთება შედარებით ადვილია, ხოლო მეორე შემთხვევაში საჭიროა განისაზღვროს მოქმედი ფაქტორების თვისებრივი და რაოდენობრივი ნიშნების მნიშვნელობები. ამასთანავე, ეს ნიშნები (განსაკუთრებით რაოდენობრივი) თავიანთი მნიშვნელობების გრაფიკულად შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს, როგორც სხვადასხვა ზომით განსხვავებული ინტერვალები, ან კიდევ როგორც მრავალწვერვალისანი განაწილების მრუდი.

გარდა ამისა, კვლევის ობიექტის თავისებურებიდან გამომდინარე, მოვლენათა სტრუქტურული ცვლილების პროგნოზირებისას საჭიროა ყოველი ფაქტორის მიხედვით კორელაციური ველისა და რეგრესიის ემპირიული წრფის აგება. თუ რეგრესიის წყვილადი ემპირიული წრფეები არასწორი მიმართულებისაა, მაშინ შესასწავლი სტრუქტურა არ არის ერთგვაროვანი. ასეთი სტრუქტურის მქონე მოვლენათა პროგნოზირებისას საჭიროა არა ერთი მოდელის, არამედ მოდელების სისტემის აგება. ამასთანავე, თუ არაერთგვაროვანი სტრუქტურა ცვალებადია დროისა და სივრცის კონკრეტულ პირობებში, მაშინ უნდა შემუშავდეს მოდელების დინამიკური სისტემა, რომელიც დანაწილდება რამდენიმე ერთგვაროვან ქვესისტემად. მოდელების ქვესისტემაში აისახება რთული სტრუქტურის შემადგენელი ცალკეული ერთგვაროვანი ქვესისტემა. ასეთ შემთხვევაში სასურველია დაახლოებით ერთნაირი ქვესისტემების გაერთიანება, რათა გამარტივდეს მოდელირების პროცესი. თუ არაერთგვაროვანი სტრუქტურა უცვლელია დროისა და სივრცის კონკრეტულ პირობებში, მაშინ მიზანშეწონილია მოდელების სტატიკური სისტემის აგება. დინამიკური სისტემის ანალოგიურად საჭიროა ასევე მისი დანაწილება ქვესისტემებად, მაგრამ მათი რიცხვი არ უნდა იყოს დიდი.

ეკონომიკისა და ბიზნესის სფეროში, ისევე როგორც საზოგადოებრივი ცხოვრების სხვა სფეროებში, არ არსებობს ნებისმიერი მოვლენა ან პროცესი, რომელიც რაიმე კავშირში არ იყოს სხვა რომელიმე მოვლენასთან ან პროცესთან. საერთოდ მოვლენათა ურთიერთკავშირები სამყაროს საყოველთაო (უნივერსალურ) კანონად უნდა ვაღიაროთ. რადგან ეკონომიკისა და ბიზნესის სფეროს მოვლენები და პროცესები, თავისი არსით, რთული და მრავალმხრივი სისტემებია, ამიტომ ისინი მოიცავენ როგორც შინაგან (შემადგენელ ქვესისტემებს შორის), ისე გარეგან (სხვა სისტემებთან ანუ ობიექტებთან) ურთიერთკავშირებს. მათი შესწავლა და შეფასება განსაკუთრებით აუცილებელია პროგნოზირების დროს, რადგან საბოლოოდ სწორედ მოვლენათა ურთიერთკავშირებზეა დამოკიდებული მათი ცვლილების ტენდენციები.

4.2. სტატისტიკური დაჯგუფების მეთოდის გამოყენება ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების სტრუქტურის პროგნოზირებაში

ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების სტრუქტურის პროგნოზირებაში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სტატისტიკური დაჯგუფების მეთოდი, რაც შემდეგში გამოიხატება:

1) სტატისტიკური დაჯგუფების მეთოდის საშუალებით შეისწავლება საპროგნოზო ობიექტის სტრუქტურა და მასში მიმდინარე სტრუქტურული ცვლილებები;

2) დაჯგუფების მეთოდის გამოყენებით ვლინდება შესასწავლი მოვლენების ურთიერთკავშირები და მათ შორის არსებული ურთიერთდამოკიდებულება;

3) სტატისტიკური დაჯგუფების მეთოდით ხორციელდება საპროგნოზო ობიექტის დამახასიათებელი ნიშანთა სისტემის კვლევა (შეძლებისდაგვარად ყველა მოქმედი ნიშნის დადგენა, მათ დაჯგუფება სხვადასხვა ტიპებად, არსებითი ნიშნების შერჩევა და სხვა);

4) საპროგნოზო ობიექტის სტრუქტურის ზოგადი სტატისტიკური ანალიზი დაჯგუფების მეთოდის გამოყენებით, წრფივი მოდელების აგების შესაძლებლობათა დადგენისათვის;

5) ერთგვაროვან ქვეჯგუფებში კერძო მოდელების აგება და მათი ერთიან სტატისტიკურ მოდელში გაერთიანება დაჯგუფების მეთოდის საფუძველზე;

6) სტატისტიკური დაჯგუფების მეთოდის საშუალებით ვლინდება ჯგუფებსა და ქვეჯგუფებში მოვლენათა

ცვლილებების როგორც ზოგადი, ისე სპეციფიკური ტენდენციები.

აღნიშნული სამუშაოების ნაწილობრივ ან მთლიანად შესრულება სტატისტიკური დაჯგუფების მეთოდის გამოყენებით უზრუნველყოფს მოვლენათა სტრუქტურის რეალური პროგნოზების გაანგარიშებას.

მაშასადამე, საპროგნოზო მოდელების იდენტიფიკაციის მისაღწევად აღნიშნული პირობებიდან გამომდინარეობს, რომ საპროგნოზო ობიექტის მიზეზობრივი კავშირების საკმარისად სრულად ასახვისათვის საჭიროა მოდელში ჩაირთოს ფაქტორთა შეძლებისდაგვარად დიდი რაოდენობა. მაგრამ ეს იმას არ ნიშნავს, რომ კვლევის ობიექტზე მოქმედი ყოველი ფაქტორის ჩართვა მოდელში მიზანშეწონილი იყოს. უფრო ზუსტად, ეს შეუძლებელიცაა, რადგან წარმოდგენელია ისეთი მოდელის აგება, რომ მან მოიცვას ყველა ფაქტორი. ამასთან ერთად, პროგნოზირებისას ფაქტორთა შერჩევა არ შეიძლება სუბიექტურად და იგი უნდა განხორციელდეს როგორც თეორიული, ისე სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე. ასეთი ანალიზი კი გულისხმობს სხვა მეთოდებთან ერთად დაჯგუფების მეთოდის გამოყენებას. ამ შემთხვევაში საჭიროა შეიქმნას დაჯგუფების სისტემა, რომელიც სრულად დაახასიათებს შესასწავლი ობიექტის როგორც სტრუქტურას, ისე მის მრავალმხრივ ურთიერთკავშირებს. მაგრამ პროგნოზირების პროცესში იდენტიფიკაციის პრობლემის გადაწყვეტისას დაჯგუფების სისტემა უნდა პასუხობდეს ზოგიერთ ზოგად მეთოდოლოგიურ მოთხოვნებს. ამასთან ერთად, ეს მოთხოვნები უნდა ექვემდებარებოდეს სხვადასხვა ფორმალურ და ლოგიკურ კრიტერიუმებს.

ჩვენი აზრით, **ლოგიკურ კრიტერიუმებს** მიეკუთვნება შემდეგი:

— დაჯგუფების სისტემამ საპროგნოზო ობიექტი უნდა მოიცვას კომპლექსურად (სხვადასხვა ასპექტით), ე. ი. მასში ობიექტის დახასიათება მოცემული უნდა იყოს მრავალი ნიშნის (განსაკუთრებით არსებითი ნიშნების) მიხედვით;

— დაჯგუფების სისტემაში სრულად უნდა ჰქონდეს ასახვა კვლევის ტიპოლოგიური, სტრუქტურული და ანალიზური ამოცანების გადაწყვეტამ;

— ყოველი ცალკეული დაჯგუფება უნდა იყოს დაჯგუფების სისტემის ერთ-ერთი (ე. ი. ლოგიკური) შემადგენელი ნაწილი;

ფორმალურ კრიტერიუმებს მიეკუთვნება შემდეგი:

— თვისებრივი (ატრიბუტული) ნიშნების მიხედვით დაჯგუფებანი უნდა განხორციელდეს რაოდენობრივი ნიშნების მიხედვით დაჯგუფებაზე უფრო ადრე;

— დაჯგუფების მთელი სისტემისათვის საშედეგო ნიშნები უნდა გამოისახოს ერთიანი სტატისტიკური მაჩვენებლებით (აბსოლუტური, შეფარდებითი ან საშუალო);

— დაჯგუფების სისტემის ცხრილებს უნდა ჰქონდეს სისტემატური ნუმერაცია, სახელწოდება და მათში ასახული მაჩვენებლების ზომის ერთეული.

აღნიშნული კრიტერიუმების მოთხოვნათა სრულად შესრულება დაჯგუფების სისტემას მიანიჭებს ჭეშმარიტად მეცნიერულ ხასიათს და მისი გამოყენება მნიშვნელოვან როლს შეასრულებს იდენტიფიკაციის პრობლემის გადაწყვეტაში. იდენტიფიცირებული საპროგნოზო მოდელები კი საკმარისად ზუსტად ახასიათებენ ცალკეული ფაქტორების როლსა და ფუნქციონირების მექანიზმს. ეს კი, თავის მხრივ, კარგი საფუძველია რეალური პროგნოზების შემუშავებისათვის.

4.3. რეგრესიული ანალიზი ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების სტრუქტურის სტატისტიკურ პროგნოზირებაში

ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების სტრუქტურის სტატისტიკური პროგნოზირების პროცესში, კორელაციურ ანალიზთან ერთად, აუცილებელია რეგრესიული ანალიზიც. მისი მთავარი მიზანია ადეკვატური რეგრესიული საპროგნოზო მოდელის აგება. ხშირ შემთხვევაში, სტატისტიკურ

პროგნოზირებაში გამოყენებული სტრუქტურული მოდელების საფუძველს შეადგენს რეგრესიულ განტოლებათა სისტემები. სისტემის ყოველი განტოლება ასახავს შესასწავლი ობიექტის ერთ-ერთ თვისებას, ან ერთ-ერთი ცვლილების კანონზომიერებას.

სტრუქტურული მოდელი მოიცავს ენდოგენურ და ეგზოგენურ ცვლადებს (ელემენტებს). ენდოგენურს მიეკუთვნება ის ცვლადები, რომლებიც შეიძლება განისაზღვროს შესასწავლი მოვლენის შინაგანი სტრუქტურით ანუ მათი მნიშვნელობები განისაზღვრება თვით მოცემული მოდელის საფუძველზე. ეგზოგენური ცვლადების მნიშვნელობების დადგენა კი არ არის დამოკიდებული ობიექტთა შინაგან სტრუქტურაზე და ისინი განისაზღვრება მოცემული მოდელის გარეშე (გარეგანი ფაქტორებით). სტრუქტურული მოდელი მოიცავს ასევე სხვადასხვა პარამეტრებს (კოეფიციენტებს), რომლებიც განისაზღვრება მოცემული მოდელის სტატისტიკური შეფასების პროცესში არსებული საბაზისო ინფორმაციის დამუშავებისას.

რეგრესიული მოდელის აგების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ეტაპია განტოლების ტიპის შერჩევა. სუბიექტურად ამის განხორციელება არ შეიძლება, თუმცა მათემატიკას ამ შემთხვევაში შეუძლია წარმოადგინოს მრავალი სახის დიდი რაოდენობის განტოლებები და მათი სისტემები. სტატისტიკური პროგნოზირების საერთაშორისო პრაქტიკაში გამოიყენება მოდელის ტიპის შერჩევის რამდენიმე მეთოდი და ხერხი, რომელთაგან ძირითადია **ემპირიული ანუ ჰიპოთეზის, ლოგიკური, გრაფიკული და სტატისტიკური**. ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში რომელიმე მათგანის გამოყენება დამოკიდებულია საპროგნოზო ობიექტის განვითარების თავისებურებებზე, ემპირიული მონაცემების მოცულობასა და სტრუქტურაზე, აგრეთვე კვლევის მიზნებსა და ამოცანებზე. ჩვენი აზრით, ობიექტური რეგრესიული მოდელის შერჩევას უფრო მეტად უზრუნველყოფს კომბინაციური მიდგომა, რაც გულისხმობს რამდენიმე მეთოდის ან ხერხის ერთდროულ გამოყენებას. ეს შეიძლება იყოს მაგალითად, ემპირიულისა და სტატისტიკურის, ან ლოგიკურისა და გრაფიკულის კომპლექსური გამოყენება.

შესაძლებელია აგრეთვე მეთოდებისა და ხერხების სხვა კომბინაციაც.

ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესების ამსახველი სტრუქტურული მოდელები უმეტესად წარმოადგენს წრფივი რეგრესიის განტოლებათა სისტემებს. ყოველი ასეთი სისტემა მოიცავს როგორც წრფივად ცვლად ელემენტებს, ისე მუდმივ კოეფიციენტებს. მართალია, ზოგჯერ ობიექტთა ურთიერთკავშირის წრფივი ფორმა წარმოადგენს რეალური სინამდვილის შედარებით უხეშ ასახვას, მაგრამ იგი შეიძლება საკმარისი აღმოჩნდეს კვლევის დამაკმაყოფილებელი შედეგების მიღებისათვის. საჭირო შემთხვევაში არაწრფივი დამოკიდებულება (თუ ასეთი მოცემულია მოდელში) შეიძლება მარტივად გარდაიქმნას და დაყვანილ იქნეს წრფივ დამოკიდებულებამდე.

განტოლებათა სისტემების პარამეტრების შეფასებისას აუცილებელი არ არის, რომ ამ სისტემებში მოცემული იყო მხოლოდ წრფივი განტოლებანი. შეიძლება ნებისმიერი, ე. ი. არაწრფივიც, რათა შესაძლებელი იყოს თითოეული მათგანის სტატისტიკური შეფასება სხვადასხვა მეთოდით.

ეკონომიკური და ბიზნესის სფეროს მოვლენებისა და პროცესების პროგნოზირებაში რეგრესიული მოდელების გამოყენებისას ყველაზე უფრო ხშირად შეირჩევა შემდეგი ტიპის მოდელები:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n \quad (\text{წრფივი}); \quad (3.3.1)$$

$$\hat{y}_t = a_0 - x_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2} \cdot x_3^{a_3} \cdot \dots \cdot x_n^{a_n} \quad (\text{ხარისხოვანი}); \quad (3.3.2)$$

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \log x_1 + a_2 \log x_2 + a_3 \log x_3 + \dots + a_n \log x_n \quad (\text{ლოგარითმული}); \quad (3.3.3)$$

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1x_1^2 + a_2x_2^2 + a_3x_3^2 + \dots + a_nx_n^2 \quad (\text{პარაბოლური}); \quad (3.3.4)$$

$$\hat{y}_t = a_0 + \frac{a_1}{x_1} + \frac{a_2}{x_2} + \frac{a_3}{x_3} + \dots + \frac{a_n}{x_n} \quad (\text{ჰიპერბოლური}). \quad (3.3.5)$$

რეგრესიული განტოლების, ე. ი. მოდელის ტიპის შერჩევის შემდეგ ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ეტაპია მასში შესატანი ფაქტორული ნიშნების შერჩევა, რომლებიც არ უნდა იყოს დიდი რაოდენობის და, ამასთანავე, უნდა წარმოადგენდეს მხოლოდ არსებითს, მთავარს. ამ ამოცანის გადაწყვეტა დამოკიდებულია ორი ძირითადი პირობის შესრულებაზე:

1) კვლევის ობიექტის ცვლილებაზე მოქმედი ყველა გამოვლენილი ფაქტორის თვისებრივი ანალიზი;

2) რეგრესიულ განტოლებაში ფაქტორული ნიშნების უშუალო ჩართვა მათ შორის კავშირის სიმჭიდროვის რაოდენობრივი შეფასების საფუძველზე.

პირველი პირობის შესრულებისას მიზანშეწონილია შესწავლილი იქნეს საპროგნოზო ობიექტზე მოქმედი ყველა გამოვლენილი ფაქტორი, შემდეგ კი აუცილებელია მათგან გარკვეული ნაწილის უკუგდება და დანარჩენი, არსებითი ფაქტორების შერჩევა რეგრესიულ მოდელში შესატანად. რეგრესიული საპროგნოზო მოდელის აგებისას მასში უნდა ჩაირთოს მხოლოდ ისეთი არსებითი ფაქტორები, რომლებიც დამოუკიდებელ გავლენას ახდენენ საპროგნოზო (სამოდელო) მაჩვენებლებზე და უნდა გამოირიცხოს ისეთი ფაქტორები, რომლებიც ერთმანეთთან მჭიდრო კავშირში არიან და განსაზღვრული ზომით ერთობლივად ზემოქმედებენ საშედეგო მაჩვენებლებზე.

ჩვენი აზრით, რეგრესიულ მოდელში შესატანი არსებითი ფაქტორების შესარჩევად შეიძლება წარმატებით იქნეს გამოყენებული **დეტერმინაციის კოეფიციენტი**, რომელიც შემდეგნაირად განისაზღვრება:

$$\eta^2 = \frac{\bar{\sigma}^2}{\sigma^2}, \text{ სადაც} \quad (3.3.5)$$

σ^2 - საერთო დისპერსიაა,

$\bar{\sigma}^2$ - ფაქტორული ნიშნის დისპერსიაა.

დეტერმინაციის კერძო კოეფიციენტები გამოითვლება მოდელში ჩართული ყველა ფაქტორული ნიშნის მიხედვით. მრავლობითი კორელაციის კოეფიციენტისაგან განსხვავებით, დეტერმინაციის კერძო კოეფიციენტები ასახავენ სამოდელო (შედეგობრივი) მაჩვენებლის სიდიდეზე ყოველი ფაქტორის გავლენის ზომას ცალ-ცალკე დანარჩენი ფაქტორების ფიქსირებული მნიშვნელობების დროს. მაგრამ რეგრესიულ საპროგნოზო მოდელში შესატანად ფაქტორთა მკაცრი და დასაბუთებული შერჩევა შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ ეს მოხდება კორელაციის წყვილადი კოეფიციენტებისა და დეტერმინაციის კერძო კოეფიციენტების გაანგარიშების საფუძველზე. ამასთანავე, კორელაციის წყვილადი

კოეფიციენტები უნდა განისაზღვროს საშედეგო ნიშანსა და ფაქტორულ ნიშნებს შორის.

წინასწარი ეკონომიკური და სტატისტიკური ანალიზის შედეგების მიხედვით საჭიროა დაფიქსირდეს საშედეგო ნიშანზე ცალკეული ფაქტორული ნიშნების გავლენის ხარისხის მნიშვნელობები რანჟირებული მწკრივის სახით. შემდეგ უნდა გამოიყოს ყველაზე უფრო მაღალი რამდენიმე სიდიდე და მათი შესაბამისი ფაქტორები ჩაირთოს რეგრესიულ მოდელში. მაგრამ რეგრესიული მოდელი უნდა აიგოს არა ფაქტორული ნიშნების აბსოლუტური მნიშვნელობების მიხედვით, არამედ ჯერ უნდა განხორციელდეს მოცემული მონაცემების საფუძველზე ცალკეული ფაქტორების ცვლილების ძირითადი ტენდენციების გამოვლენა და შემდეგ ტრენდისაგან გადახრები. ბოლოს, რეგრესიული მოდელი აიგება ტრენდისაგან გადახრების მიხედვით.

რეგრესიული მოდელის აგება ჯერ კიდევ არ ნიშნავს იმას, რომ იგი უკვე მზადაა პროგნოზული მანქანებლების გაანგარიშებისათვის. საჭიროა მისი ადეკვატურობის შემოწმება, ე. ი. მისი შესაბამისობის განსაზღვრა შესასწავლი მოვლენის რეალურ განვითარებასთან. მოდელის ადეკვატურობის შემოწმება იწყება რეგრესიის ყოველი კოეფიციენტის არსებობის განსაზღვრით. ამისათვის საჭიროა მათი დისპერსიის გაანგარიშება. დისპერსია შეიძლება გამოითვალოს ორი წესით: მიახლოებითი და ზუსტი. პირველი წესის გამოყენებისას **დისპერსია** განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\sigma_{a_i} = \frac{\sigma_y^2}{K}, \text{ სადაც} \quad (3.3.6)$$

$\sigma_{a_i}^2$ - რეგრესიის i -ური კოეფიციენტის დისპერსია;

σ_y^2 - საშედეგო (სამოდელი) ნიშნის დისპერსიაა და იგი ასე განისაზღვრება:

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n}; \quad (3.3.7)$$

K - მოდელში ჩართული ფაქტორული ნიშნების რაოდენობა.

მეორე წესით, რეგრესიის კოეფიციენტების დისპერსია გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\sigma_{a_i}^2 = \frac{\sigma_y^2(1-R^2)}{\sigma_{x_i}^2 n(1-R)}, \text{ სადაც} \quad (3.3.8.)$$

R არის x_i ფაქტორსა და დანარჩენ ფაქტორულ ნიშნებს შორის კორელაციის კოეფიციენტი;

n - დაკვირვებათა რიცხვი;

$\sigma_{a_i}^2$ - x_i ფაქტორული ნიშნის დისპერსიაა და იგი ასე გამოითვლება:

$$\sigma_{a_i}^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}, \quad (3.3.9.)$$

ამის შემდეგ ხორციელდება რეგრესიის კოეფიციენტების არსებობის შემოწმება. ამისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნეს ორი ხერხი: ადეკვატურობის კრიტერიუმის (t) გაანგარიშება და ნდობის ინტერვალის (Δa_i) აგება. პირველ შემთხვევაში კრიტერიუმის გაანგარიშებითი მნიშვნელობა განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$t_p = \frac{|a_i|}{\sqrt{\sigma^2 a_i}}; \quad (3.3.10.)$$

ამის შემდეგ მისი მნიშვნელობა შეუდარდება კრიტერიუმის სტანდარტულ (ცხრილურ) მნიშვნელობას (t). თუ $t_p \leq t$, მაშინ რეგრესიის კოეფიციენტი არაარსებითია, ხოლო როდესაც $t_p > t$, მაშინ მოცემული კოეფიციენტი არსებითია. თუ აღმოჩნდება, რომ რეგრესიის ყველა კოეფიციენტი არსებითია, მაშინ მოცემული მოდელი ადეკვატურია და იგი შეიძლება გამოყენებული იქნეს პროგნოზული მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის. იმ შემთხვევაში, როდესაც რეგრესიის კოეფიციენტების ერთი ნაწილი არსებითია, ხოლო მეორე ნაწილი არაარსებითია, მაშინ საჭიროა თვისებრივი ანალიზის საფუძველზე მოხდეს არაარსებითი კოეფიციენტების ახსნა-დასაბუთება. თუ ეს ვერ განხორციელდა, მაშინ ის ფაქტორული ნიშნები, რომლებსაც არაარსებითი კოეფიციენტები აქვს, უნდა გამოირიცხოს

მოდელიდან და შეიცვალოს სხვა ფაქტორებით. ზოგჯერ შესაძლებელია ისეთი შემთხვევაც, როდესაც რეგრესიის ყველა კოეფიციენტი აღმოჩნდება არაარსებითი, რაც მოცემული მოდელის სრულ არაადეკვატურობაზე მიუთითებს. ამ შემთხვევაში სადღაც დაშვებულია დიდი შეცდომა და საჭიროა მოდელის აგების მთელი პროცესის ხელახალი განხორციელება.

რეგრესიული საპროგნოზო მოდელების ადეკვატურობის შემოწმებისათვის შეიძლება აგრეთვე მრავლობითი კორელაციის კოეფიციენტის (R), როგორც ადეკვატურობის კრიტერიუმის, გამოყენება. თუ აღმოჩნდება, რომ $R=0$, ან კიდევ ახლოსაა 0-თან, მაშინ მოცემული მოდელი მთლიანად არაადეკვატურია და მისი შეცვლა აუცილებელია. იმ შემთხვევაში, როდესაც $R=1$, ან ახლოსაა მასთან, მაშინ მოდელი ადეკვატურია და მის საფუძველზე უნდა მოხდეს პროგნოზების გაანგარიშება. R-ის სხვა მნიშვნელობების დროს მოცემული მოდელი შეიძლება ჩაითვალოს ნაწილობრივ ადეკვატურად და მაშინ საჭიროა დამატებითი ანალიზის ჩატარება.

საპროგნოზო მოდელების ადეკვატურობის შეფასებისათვის შესაძლებელია ასევე სხვა სტატისტიკური კრიტერიუმების გამოყენება, როგორცაა, მაგალითად, აპროქსიმაციის საშუალო შეცდომის მაჩვენებელი. იგი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \frac{|y_i - \bar{y}_j|}{y_i} \cdot 100, \text{ სადაც} \quad (3.3.11.)$$

y_i - საშედეგო (სამოდელო) ნიშნის ემპირიული მნიშვნელობებია ($i=1, 2, 3, \dots, k$);

\bar{y}_j - აგებული მოდელის მიხედვით გაანგარიშებული სამოდელო ნიშნის მნიშვნელობებია ($j=1, 2, 3, \dots, n$);

n - დაკვირვებათა რიცხვია.

იმ შემთხვევაში, როდესაც აპროქსიმაციის საშუალო შეცდომა (\bar{A}) არ აღემატება 15%-ს, ე. ი. $1 \leq \bar{A} \leq 15$, მაშინ მოცემული რეგრესიული მოდელი ადეკვატურია და ვარგისია პროგნოზების გაანგარიშებისათვის. თუ $15 < \bar{A} < 20$, მაშინ

მოდელის ადეკვატურობის ხარისხი არასაკმარისია პროგნოზირებისათვის, მაგრამ მოდელის უმნიშვნელო სრულყოფაც კი საკმარისი იქნება მისი გამოყენებისათვის. მაგრამ როდესაც $\bar{A} \geq 20\%$, მაშინ ასეთი მოდელი მიუღებელია, რადგან იგი ხასიათდება ადეკვატურობის დაბალი ხარისხით და აუცილებელია ახალი საპროგნოზო მოდელის აგება.

ყველა შემთხვევაში აუცილებელია იმის კონსტატაცია, რომ არ არსებობს აბსოლუტურად სრული ადეკვატური მოდელი. ამიტომ ადეკვატურობის შეფასება ნიშნავს ჭეშმარიტების რაღაც ნაწილის დადგენას, რაც რეალურ საზღვრებში უნდა მოთავსდეს.

მოვლენათა სტრუქტურის მოდელირებასა და პროგნოზირებაში რეგრესიული ანალიზის ფართოდ გამოყენება დაკავშირებულია თანამედროვე კომპიუტერული ტექნიკისა და ტექნოლოგიების დანერგვასთან. ეს განსაკუთრებით შეეხება იმ შემთხვევას, როდესაც მოდელირების ობიექტს წარმოადგენს რთული სტრუქტურის მქონე სისტემა, რადგან ამ დროს აუცილებელია ინფორმაციის დიდი მასის დამუშავება და ანალიზი.

4.4. მოვლენათა სტრუქტურის პროგნოზირება რეგრესიული მოდელების საფუძველზე

პროგნოზული მაჩვენებლების უშუალო განსაზღვრა იწყება მას შემდეგ, როდესაც უკვე არსებობს რაიმე ტიპის, მათ შორის, რეგრესიული მოდელი. მაგრამ ყოველი შერჩეული მოდელი ჯერ კიდევ არ არის ვარგისი პროგნოზების ასაგებად. საპროგნოზო მოდელის სტატუსი ენიჭება მხოლოდ ისეთ შერჩეულ მოდელს, რომლის ადეკვატურობა უკვე დამტკიცებულია. ამის შემდეგ იწყება ფაქტორული ნიშნების რაოდენობრივი მნიშვნელობების შეტანა რეგრესიულ

მოდელში. მაშასადამე, საპროგნოზო ობიექტის (შედგებობრივი ნიშნის) მნიშვნელობების რეალურობას და ხარისხს დიდად განაპირობებს ფაქტორული ნიშნების მნიშვნელობების სწორად განსაზღვრა.

მოვლენათა სტრუქტურისა და ურთიერთკავშირის სირთულიდან გამომდინარე, მათი პროგნოზული მახვენებლები ხშირად მიზანშეწონილია განისაზღვროს ინტერვალების სახით, ანუ ზედა და ქვედა საზღვრების დადგენით. ამ შემთხვევაში ერთფაქტორიან რეგრესიულ საპროგნოზო მოდელს ასეთი სახე ექნება:

$$\hat{y} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 x \pm t \sqrt{\sigma^2 (a_0 + a_1 \bar{x}^2)}, \quad \text{სადაც}$$

\hat{y} – შესასწავლი მოვლენის (შედგებობრივი ნიშნის) პროგნოზული მახვენებლებია;

x – ფაქტორული ნიშანი;

a_0 და a_1 - რეგრესიის ემპირიული კოეფიციენტებია, რომლებიც გამოითვლება უმცირეს კვადრატთა მეთოდის საშუალებით;

\hat{a}_0 და \hat{a}_1 - რეგრესიის პროგნოზული კოეფიციენტებია;

t – სტიუდენტის კრიტერიუმი;

σ – საშუალო წრფივი გადახრა.

პროგნოზის შეცდომა განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$B = \Delta a_0 + \Delta a_1 x, \quad \text{სადაც}$$

$$\Delta a_0 = \frac{t \cdot \sigma}{\sqrt{n}}; \quad \Delta a_1 = \frac{t \cdot \sigma}{\sqrt{\bar{x}^2}}$$

შევიტანთ რა მათს მნიშვნელობებს, მივიღებთ:

$$B = \frac{t \cdot \sigma}{\sqrt{n}} + \frac{xt \sigma}{\sqrt{\bar{x}^2}}.$$

პროგნოზული მახვენებლების გაანგარიშებისას ხშირად გამოიყენება მრავალფაქტორიანი რეგრესიული მოდელი, რომელსაც ზოგადად ასეთი სახე აქვს:

$$\hat{y} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 x_1 + \hat{a}_2 x_2 + \dots + \hat{a}_n x_n;$$

ამ შემთხვევაში პროგნოზის შეცდომა შეიძლება განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$B = \sigma^2 (\hat{a}_0 + \hat{a}_i x_i), \quad \text{სადაც}$$

σ^2 – დისპერსია; $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

ამის შემდეგ განისაზღვრება პროგნოზული მანკენებლები ინტერვალების სახით:

$$\hat{y} = y_i \pm t\sigma^2 (\hat{a}_0 + \hat{a}_i x_i).$$

აქ განხილული რეგრესიული საპროგნოზო მოდელები აიგება ჩვეულებრივი წესით, უმცირეს კვადრატთა მეთოდის გამოყენებით. ასეთ მოდელებში ასახულია მხოლოდ ორმხრივი ურთიერთკავშირი შედეგობრივ ნიშანსა და მის მაფორმირებელ ფაქტორებს შორის. მაგრამ ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესები ხასიათდება რთული და მრავალმხრივი ურთიერთკავშირებით, რაც გარკვეულწილად ზღუდავს მოტანილი მოდელების გამოყენებას ასეთი მოვლენების პროგნოზების გაანგარიშების დროს. ხშირ შემთხვევაში შედეგობრივი ნიშანი თვითონ წარმოადგენს ფაქტორულ ნიშანს, განსაკუთრებით რთული სტრუქტურისა და მრავალმხრივი ურთიერთკავშირების არსებობისას. ამიტომ მრავალი მოვლენის სტრუქტურის სტატისტიკური პროგნოზირებისას შესაძლებელია შედარებით უფრო რთული რეგრესიული მოდელების გამოყენებაც. ერთ-ერთი ასეთი მოდელი ზოგადად შეიძლება ასეთი სახით იყოს წარმოდგენილი:

$$\hat{y} = a_0 + \sum a_i y_i + \sum b_j x_j + \sum c_k z_k.$$

რეალურად ეს არის არა ერთი მოდელი, არამედ მოდელების სისტემა, რომელშიც სრულად აისახება საპროგნოზო (საშედეგო) ნიშანსა და ფაქტორულ ნიშნებს შორის არსებული მრავალმხრივი ურთიერთკავშირები. ასეთი მოდელის უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ იგი შეიძლება დაიშალოს ცალკეულ რეგრესიულ მოდელებად, რომელთაგან თითოეულში გამოისახება შესასწავლი მოვლენის ერთ-ერთი დამოკიდებულება მასზე მოქმედ ფაქტორებზე. მოდელების ასეთი სისტემიდან გამოყოფილი ერთ-ერთი მათგანი ზოგადად ასე შეიძლება გამოისახოს:

$$\hat{y} = a_0 + a_{12}y_2 + a_{13}y_3 + a_{1m}y_{m-1} \dots + b_{11}x_1 + b_{12}x_2 + \dots + b_{1p} x_p.$$

ამ მოდელის უცნობი კოეფიციენტები განისაზღვრება ჩვეულებრივად უმცირეს კვადრატთა მეთოდის საშუალებით.

მოვლენათა სტრუქტურის სტატისტიკური პროგნოზები, რომლებიც მიღებულია რეგრესიული მოდელების საფუძველზე, ატარებენ ალბათურ ხასიათს (ისევე როგორც ყველა სხვა სახის პროგნოზი). ამიტომ მათი სიზუსტის ხარისხის ამაღლებას მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს ინტერვალური პროგნოზული მანქვებლების გაანგარიშება. ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია პროგნოზის ნდობის ინტერვალის განსაზღვრა.

4.5. ტესტები

1. მოვლენათა სტრუქტურის სტატისტიკური პროგნოზირებისას დაჯგუფების სისტემა უნდა პასუხობდეს:

- ა) ციკლურ კრიტერიუმებს;
- ბ) სეზონურ კრიტერიუმებს;

- გ) ფორმალურ კრიტერიუმებს;
- დ) ციკლურ და სეზონურ კრიტერიუმებს.

2. მოვლენათა სტრუქტურის სტატისტიკური პროგნოზირებისას დაჯგუფების სისტემა უნდა პასუხობდეს:

- ა) სეზონურ და ციკლურ კრიტერიუმებს;
- ბ) ლოგიკურ კრიტერიუმებს;
- გ) ფორმალურ-გრაფიკულ კრიტერიუმებს;
- დ) სამივე პასუხი სწორია.

3. პროგნოზირებისას სტატისტიკური დაჯგუფების მეთოდის საშუალებით შეისწავლება:

- ა) საპროგნოზო ობიექტის სტრუქტურა და ადიტიურობა;
- ბ) საპროგნოზო ობიექტის სტრუქტურა და ურთიერთკავშირები;
- გ) საპროგნოზო ობიექტის სტრუქტურა და მულტიპლიკაციურობა;
- დ) ა და გ.

4. თუ აპროქსიმაციის საშუალო შეცდომის სიდიდე მთავსებულია 15-20 %-ს შორის, მაშინ:

- ა) რეგრესიული საპროგნოზო მოდელი არაადეკვატურია;
- ბ) რეგრესიული საპროგნოზო მოდელი ადეკვატურია;
- გ) რეგრესიული საპროგნოზო მოდელი სრულყოფას საჭიროებს;
- დ) საჭიროა ახალი საპროგნოზო მოდელის აგება.

5. თუ აპროქსიმაციის საშუალო შეცდომა აღემატება 25%-ს, მაშინ:

- ა) რეგრესიული საპროგნოზო მოდელი ადეკვატურია;
- ბ) რეგრესიული საპროგნოზო მოდელი არაადეკვატურია;
- გ) რეგრესიული საპროგნოზო მოდელი მიუღებელია;
- დ) არცერთი.

6. თუ აპროქსიმაციის საშუალო შეცდომა არ აღემატება 10%-ს, მაშინ:

- ა) რეგრესიული საპროგნოზო მოდელი არაადეკვატურია;
- ბ) რეგრესიული საპროგნოზო მოდელი ადეკვატურია;
- გ) რეგრესიული საპროგნოზო მოდელი საჭიროებს უმნიშვნელო ცვლილებას;
- დ) ა და გ.

7. მოცემული ფორმულით ხდება: $\hat{y} = y_i \pm t\sigma^2(\hat{a}_0 + \hat{a}_1x_i)$

- ა) ტრენდის გამოვლენა წრფივი ფუნქციისა და დისპერსიის გამოყენებით;
- ბ) ტრენდის გამოვლენა დისპერსიის გამოყენებით;
- გ) ტრენდის გამოვლენა სტიუდენტის კრიტერიუმის გამოყენებით;
- დ) ა და გ.

8. მოცემული ფორმულით ხდება: $B = \Delta a_0 + \Delta a_1x$

- ა) რეგრესიის კოეფიციენტების ჯამის გამოთვლა;
- ბ) ტრენდის გამოვლენა აბსოლუტური მატების კოეფიციენტების გამოყენებით;
- გ) მოდელის ადეკვატურობის შეფასება;
- დ) არცერთი.

9. ამ ფორმულით ხდება: $B = \frac{t \cdot \sigma}{\sqrt{n}} + \frac{xt\sigma}{\sqrt{\bar{x}^2}}$.

- ა) მოდელის ადეკვატურობის შეფასება;
- ბ) ტრენდის გამოვლენა დისპერსიის გამოყენებით;
- გ) ტრენდის გამოვლენა სტიუდენტის კრიტერიუმის გამოყენებით;
- დ) არცერთი.

10. ამ ფორმულით ხდება: $\hat{y} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1x \pm t\sqrt{\sigma^2(a_0 + a_1\bar{x}^2)}$

- ა) ტრენდის გამოვლენა წრფივი ფუნქციის გამოყენებით;
- ბ) ტრენდის გამოვლენა დისპერსიის გამოყენებით;
- გ) ტრენდის გამოვლენა სტიუდენტის კრიტერიუმის გამოყენებით;
- დ) არცერთი.

11. ეს ფორმულა არის: $\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \frac{|y_i - \bar{y}_j|}{y_i} \cdot 100,$

- ა) სტანდარტული და პროგნოზული გადახრების თანაფარდობის კოეფიციენტი;
- ბ) აპროქსიმაციის საშუალო შეცდომა;
- გ) კონკორდაციის კოეფიციენტი;
- დ) ა და ბ.

12. ეს ფორმულა არის: $\eta^2 = \frac{\bar{\sigma}^2}{\sigma^2},$

- ა) სტანდარტული გადახრების თანაფარდობის კოეფიციენტი;
- ბ) ფაქტორული ნიშნების მნიშვნელოვნების შეფარდებითი დისპერსია;
- გ) დეტერმინაციის კოეფიციენტი;
- დ) არცერთი.

13. სტრუქტურული საპროგნოზო მოდელი მოიცავს:

- ა) მხოლოდ ენდოგენურ ცვლადებს (ფაქტორებს);
- ბ) მხოლოდ ეგზოგენურ ცვლადებს (ფაქტორებს);
- გ) როგორც ენდოგენურ, ასევე ეგზოგენურ ცვლადებს (ფაქტორებს);
- დ) სამივე პასუხი სწორია.

14. სტატისტიკური პროგნოზირებისას მოდელის ტიპის შერჩევის მეთოდია:

- ა) ლოგიკური;
- ბ) გრაფიკული;
- გ) ალტერნატიული;
- დ) ა და ბ.

15. სტატისტიკური პროგნოზირებისას მოდელის ტიპის შერჩევის ზოგადი მეთოდია:

- ა) სტატისტიკური;
- ბ) კოლაბორაციული;
- გ) ლოგიკური და სტატისტიკური;
- დ) სამივე პასუხი სწორია.

16. რეგრესიულ საპროგნოზო მოდელში შესატანი ფაქტორების შესარჩევად შეიძლება გამოყენებული იქნეს:

- ა) დეტერმინაციის კოეფიციენტი;
- ბ) ფენერის კოეფიციენტი;
- გ) სტანდარტული გადახრის ნამრავლის კოეფიციენტი;
- დ) სამივე პასუხი სწორია.

17. რეგრესიულ საპროგნოზო მოდელში შესატანი ფაქტორების შესარჩევად შეიძლება გამოყენებული იქნეს:

- ა) დეტერმინაციის ირიბი კოეფიციენტი;
- ბ) ფენერის კოეფიციენტი;
- გ) სტანდარტული გადახრის კოეფიციენტი;
- დ) ა და ბ.

სპეციალური ცნებებისა და ტერმინების განმარტება*

ა

ადაპტაცია – რაიმე მოვლენის ან სისტემის რეალურ პირობებთან შეგუების უნარი. ეკონომიკაში ცალკეული მოვლენები და პროცესები განიხილება როგორც ადაპტირებადი სისტემები. პროგნოზირებაში ადაპტაცია ერთ-ერთი მთავარი მოთხოვნაა აგებული მოდელებისადმი.

ადაპტური მოდელი – თვითკორექტირებადი მოდელი, რომელიც ასახავს ობიექტის დროში ცვლილების პირობებს.

ავტოკორელაცია – დინამიკური (დროითი) მწკრივის დონეთა თანმიმდევრულ (მეზობელ) მნიშვნელობებს შორის არსებული კორელაციური დამოკიდებულება.

ავტორეგრესია – რეგრესია, რომელიც გულისხმობს დინამიკური (დროითი) მწკრივის წინა დონეების გავლენას მომდევნო დონეებზე.

ავტონომიური მოდელი – მოდელების სისტემის შემადგენელი ნაწილი, რომელსაც გააჩნია გარკვეული დამოუკიდებლობა. მაგალითად, ეკონომიკის რომელიმე სექტორის (დარგის) მართვის ავტომატიზებული სისტემის მოდელების კომპლექსში საწარმოს მოდელი.

ამპლიფიკაცია – ფაქტორთა მოქმედების გაძლიერება რთულ ეკონომიკურ, სოციალურ და სხვა სისტემებში. მისი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ უმნიშვნელო ზემოქმედებამ შეიძლება გამოიწვიოს შედარებით ძლიერი ეფექტი. ეს თვისება უფრო მეტად დამახასიათებელია მართვადი ფაქტორებისათვის (პარამეტრებისათვის).

ანალოგიის მეთოდი – პროგნოზირების მეთოდი, რომელიც ემყარება მოცემული საპროგნოზო ობიექტის ანალოგიური ბუნების მქონე სხვა ობიექტის განვითარების უკვე მიღწეულ დონეს. ზოგჯერ ამ მეთოდს ისტორიული ანალოგიის მეთოდსაც უწოდებენ.

ანალოგიის მეთოდი - პროგნოზირების მეთოდი, რომელიც ემყარება მოცემული საპროგნოზო ობიექტის ანალოგიური

* ეს ნაწილი ძირითადად აღებულია ჩვენი წიგნიდან: „სტატისტიკური მოდელირება და პროგნოზირება“, ლექსიკონი. თსუ, თბ., 1998.

ბუნების მქონე სხვა ობიექტის განვითარების უკვე მიღწეულ დონეს. ზოგჯერ ამ მეთოდს ისტორიული ანალოგიის მეთოდსაც უწოდებენ.

ანალიზური მოსწორება – დროითი (დინამიკური) მწკრივის დონეთა ხელოვნური (თეორიული) გათანაბრება სხვადასხვა მათემატიკური ფუნქციის გამოყენებით. ანალიზური მოსწორებისას შედარებით რეალურად ვლინდება მოვლენის განვითარების ძირითადი ტენდენცია (ტრენდი), რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს პროგნოზირებაში.

აპროქსიმაცია – ფაქტიური დინამიკური მწკრივის მიახლოებითი ასახვა ანალიზური (მათემატიკურ-სტატისტიკური) ფუნქციით, ან რთული ფუნქციის შეცვლა მარტივით.

არადეტერმინირებული მოდელი – ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი, რომელიც მოიცავს შემთხვევით ელემენტებს (მათი ალბათური განაწილების სიდიდეები ცნობილია) და განუსაზღვრელ ელემენტებს, რომელთა შესახებ ცნობილია მხოლოდ მათი არსებობის სფერო (საზღვრები). გარდა ამისა, ასეთი მოდელები შეიძლება მოიცავდეს ზოგიერთ დეტერმინირებულ ელემენტსაც.

არადეტერმინირებულ მოდელებს სხვანაირად სტოქასტურ მოდელებსაც უწოდებენ.

არაწრფივი მოდელი – ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი, რომელიც ასახავს შესასწავლი სისტემის მდგომარეობას ან ფუნქციონირებას ისე, რომ მასში ყველა ან ზოგიერთი ურთიერთკავშირი არაწრფივია. ასეთი მოდელები აიგება უმეტესად სტოქასტური სისტემების მოდელირებისას და პროგნოზირებისას.

არსებითი ცვლადები – ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელის მთავარი (უმნიშვნელოვანესი) კომპონენტები (ელემენტები), რომელთა გარეშეც მოცემული მოდელი აზრს კარგავს.

ბ

ბრაუნის მეთოდი – წარმოადგენს უმცირეს კვადრატთა მეთოდის ისეთ მოდიფიკაციას, რომლის გამოყენების დროსაც მოცემული დროითი (დინამიკური) მწკრივის შედარებით ბოლო დონეებს ენიჭება უფრო დიდი წონა.

ბ

გარეგანი პროგნოზი – ეკონომიკაში პროგნოზი, რომელიც ემყარება გარეშე ფაქტორების ზემოქმედებას.

გაუწონასწორებელი მოდელი – ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი, რომელშიც ასახულია ისეთი სოციალურ-ეკონომიკური სისტემა, სადაც არ არსებობს წონასწორობა მის ძირითად კომპონენტებს შორის. ასეთი მოდელების საშუალებით მიიღება რაციონალური გადაწყვეტილებანი წონასწორობის არ არსებობის პირობებში.

გაწონასწორების მოდელი – ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი, რომელიც ასახავს ისეთი ეკონომიკური სისტემის მდგომარეობას, სადაც მის ძირითად კომპონენტებს შორის არსებობს ოპტიმალური თანაფარდობა.

გლობალური მოდელი – ზოგადი (კრებსითი) სახის ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი, რომელიც ასახავს გლობალური ხასიათის მოვლენებისა და პროცესების ცვლილებას. იგი შეიძლება შედგებოდეს ერთი მოდელის ან მოდელების სისტემისაგან.

გლობალური მოდელირება – ცალკეული კონტინენტის, კონტინენტთა ჯგუფის ან მთელი მსოფლიოს მასშტაბით მიმდინარე გლობალური ეკონომიკური, სოციალური, მეცნიერულ-ტექნიკური და ეკოლოგიური პროცესების ამსახველი ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელების შემუშავება. გლობალური მოდელირების თეორიისა და პრაქტიკის განვითარებაში დიდი წვლილი მიუძღვის ცნობილ ამერიკელ ეკონომისტს, ნობელის პრემიის ლაურეატს ვასილ ლეონტიევს, რომლის უშუალო ხელმძღვანელობით დამუშავდა მსოფლიო ეკონომიკის განვითარების ერთ-ერთი პირველი გლობალური ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი.

"გონებრივი იერიშის" მეთოდი - კოლექტიური საექსპერტო შეფასების მეთოდი, რომელიც ემყარება ექსპერტთა შემოქმედებითი საქმიანობის წახალისებას პროგნოზირების კონკრეტული მიზნის ერთობლივი განხილვის გზით. ამ მეთოდის გამოყენება რეგლამენტირებულია შემდეგი წესებით: ნებადართულია ერთი ექსპერტის მრავალჯერ გამოსვლა განხილვისას, აკრძალულია წამოყენებული იდეების კრიტიკა, შეზღუდულია გამოსვლის დრო, აუცილებლად ფიქსირდება ყველა გამოთქმული იდეა, წამოყენებული

იდეების შეფასება ხორციელდება მხოლოდ შემდგომ ეტაპებზე.

ამ მეთოდს ზოგჯერ იდეათა კოლექტიური გენერაციის ან „გონებრივი შტურმის“ მეთოდსაც უწოდებენ.

გრაფიკული მოსწორება – მოცემული დროითი (დინამიკური) მწკრივის საფუძველზე გამოთვლების ჩატარების გარეშე ტრენდის ამსახველი მრუდის მიღების წესი. ასეთ შემთხვევაში გრაფიკზე აღინიშნება ფაქტიური მონაცემების ამსახველი წერტილები და შემდეგ ვიზუალურად გატარდება ხაზი ისე, რომ მიღებული წერტილები აღმოჩნდეს მასზე და მასთან ახლოს. მიღებული გრაფიკული მრუდი აღნიშნავს ძირითად ტენდენციას, რომელიც საფუძველად დაედება საპროგნოზო გაანგარიშებას.

გრაფიტაციული მოდელი – სივრცითი ობიექტების ურთიერთკავშირებისა და ურთიერთზემოქმედების მოდელი. ასეთი მოდელები გამოიყენება, მაგალითად, წყვილ ქვეყნებს შორის სასაქონლო ნაკადების მოძრაობის კვლევისას. მათში აისახება სავაჭრო პარტნიორების საქსპორტო შესაძლებლობები და საიმპორტო მოთხოვნილებები, მათ შორის მანძილი და სხვ. ფაქტორები.

გრძელვადიანი პროგნოზი – ეკონომიკური, სოციალური, ეკოლოგიური, მეცნიერულ-ტექნიკური და სხვა სფეროს ობიექტთა პროგნოზი, რომელიც მოიცავს საპროგნოზო პერიოდს 7-დან 20 წლამდე.

დ

დარბინ-უოტსონის კრიტერიუმი – მაჩვენებელი, რომელიც გამოიყენება დროით მწკრივებში ავტოკორელაციის არსებობის შემოწმებისათვის. კრიტერიუმის ფაქტიური მნიშვნელობა განისაზღვრება სპეციალური ფორმულის საშუალებით, რის შემდეგაც იგი შეუდარდება თეორიული (სტანდარტული) მნიშვნელობის საზღვრებს.

„დელოფის“ მეთოდი – კოლექტიური საექსპერტო შეფასების მეთოდი, რომელიც ემყარება ექსპერტთა ჯგუფის შეთანხმებულ შეფასებას და ტარდება გამოკითხვის გზით რამდენიმე ტურად. ამასთანავე, წინა ტურის შედეგები ეცნობება ექსპერტებს მომდევნო ტურში უფრო დასაბუთებული პროგნოზული დასკვნების მისაღებად.

„დელფის“ მეთოდი საექსპერტო შეფასების მეთოდებიდან ყველაზე მეტად გავრცელებული მეთოდია, რომელიც ფართოდ გამოიყენება პროგნოზირებისას. სახელწოდება წარმოსდგება ძველი საბერძნეთის ქალაქის – დელფისაგან, რომლის მცხოვრებნიც ისტორიაში ცნობილნი არიან მომავლის წინასწარ განჭვრეტის უნარით. ეს მეთოდი მეცნიერულად შემუშავებულია აშშ-ს კვლევითი კორპორაციის „RAND“-ის მიერ.

დემოგრაფიული მოდელები – მათემატიკურ-სტატისტიკური მოდელები, რომლებიც ასახავენ მოსახლეობის აღწარმოებისა და მიგრაციის პროცესებს. პრაქტიკაში განსაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული ე. წ. სტაბილური მოსახლეობის მოდელი, რომლის საშუალებით მიღებული მაჩვენებლები შეიძლება გამოყენებული იქნეს სხვადასხვა დემო-ეკონომიკურ მოდელებში.

დემოგრაფიული პროგნოზი – მოსახლეობის, მისი სტრუქტურისა და შემადგენლობის მომავალი ცვლილებების პროგნოზი სხვადასხვა ჭრილში. ასეთ პროგნოზებს დიდი მნიშვნელობა აქვს მრავალი სოციალური, ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესის მომავალი განვითარების მეცნიერული დასაბუთებისათვის.

დესკრიპტული მიდგომა – შესასწავლი ობიექტის ეკონომიკური აღწერა სტატისტიკური დაკვირვების გზით. მას სხვანაირად აღწერილობითი მიდგომა ეწოდება. იგი განსხვავდება ნორმატიული მიდგომისაგან იმით, რომ კვლევის მიზანია არა ის, თუ განვითარების როგორი დონე აქვს მოვლენას, არამედ ის, თუ როგორ მიმდინარეობს საპროგნოზო ობიექტის განვითარება.

დეტერმინირებული მიდგომა – შესასწავლი მოვლენა განიხილება არა როგორც შემთხვევითი (აღბათური), არამედ როგორც მკაცრად განსაზღვრული დეტერმინირებული სისტემა და აიგება მისი ცვლილების ამსახველი ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი. ეკონომიკური მოვლენების შესწავლისას დეტერმინირებული მიდგომა განსაზღვრული ზომით წარმოადგენს მათ გამარტივებას, რადგან ასეთ მოვლენებს სტოქასტური ან შერეული (სტოქასტურ-დეტერმინირებული) ხასიათი აქვს. მაგრამ ასეთი მიდგომა

მისაღებია მათი ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელირებისა და პროგნოზირებისას.

დეტერმინირებული მოდელი – დეტერმინირებული სისტემის განვითარების კანონზომიერებათა ანალიზური ასახვა, რომლის დროსაც მოცემული მოვლენის ფაქტორული მნიშვნელობების ცვლილება იძლევა ერთადერთ მკაცრად განსაზღვრულ შედეგს. ასეთი მოდელის საშუალებით გარკვეული პირობითობით შეიძლება აისახოს სტოქასტური სისტემაც.

დინამიკური მოდელი – მოდელი, რომელიც ასახავს შესასწავლი ობიექტის მდგომარეობას და მის ურთიერთკავშირებს განვითარების პროცესში. ასეთი მოდელების აგება უმეტესად ემყარება დინამიკურ (დროით) მწკრივებს და მათ განტოლებათა სისტემის სახე აქვს. დინამიკური მოდელები ფართოდ გამოიყენება პროგნოზირებაში, რომლის დროსაც ხორციელდება შემდეგი ძირითადი ამოცანების გადაწყვეტა: შესასწავლი სისტემის ცვლილების ტრაექტორიის განსაზღვრა, მისი მდგომარეობის დადგენა დროის მოცემულ მონაკვეთში, სისტემის ინერციულობის ხარისხის დადგენა, მოდელის პარამეტრების განსაზღვრა და ანალიზი.

დროითი (დინამიკური) მწკრივი – ობიექტის დროში ცვლილების ამსახველი ეკონომიკური, სოციალური და სხვა სახის მაჩვენებლების თანმიმდევრული მწკრივი. იგი არის სამომენტო და ინტერვალური.

დროითი მწკრივის ძირითადი კომპონენტები – ტრენდი, ციკლური, სეზონური და შემთხვევითი (ირეგულარული) რხევები. კონკრეტულ შემთხვევებში შესაძლებელია ყველა ეს კომპონენტი არ იყოს მოცემული დროით მწკრივებში.

დროითი მწკრივის მოსწორება – მწკრივის დონეების ხელშეწყობა (თეორიული) გათანაბრება ტრენდის გამოვლენისა და ასახვის მიზნით. არსებობს მოსწორების მრავალი ხერხი, როგორცაა: მექანიკური, გრაფიკული და ანალიზური მოსწორების ხერხები.

დინამიკური სისტემა – ყოველგვარი სისტემა (მოვლენა, პროცესი და ა.შ.), რომელიც განიცდის დროში ცვლილებას. ეკონომიკურ-მათემატიკურ და ეკონომიკურ-სტატისტიკურ მოდელებში დინამიკური სისტემა შეიძლება აისახოს

ორგვარად: დროის განსაზღვრულ მომენტებში მოცემული სისტემის მდგომარეობის აღწერა და სისტემის განვითარების მუდმივი პროცესის ასახვა.

მ

ვერისტიკული მეთოდი – პროგნოზირების ანალიზური (ხარისხობრივი) მეთოდი, რომელიც გულისხმობს საძიებო მიზნის მიღწევას მრავალასპექტიანი და მრავალდონიანი საექსპერტო შეფასებების საფუძველზე. ამ მეთოდის კონკრეტულ ფორმას ზოგჯერ „მიზნის ხეს“ უწოდებენ.

ეკონომიკური ზრდის ფაქტორული მოდელები – მოდელები, რომლებიც ასახავენ მაკროეკონომიკურ მაჩვენებლებსა და მათი რესურსების მოცულობასა და დინამიკას შორის არსებულ რაოდენობრივ ურთიერთკავშირებს. რესურსების ერთი რომელიმე სახეობის განხილვისას აიგება ერთფაქტორიანი მოდელი, ხოლო რამდენიმე სახეობის რესურსების ანალიზისას – მრავალფაქტორული მოდელი.

ეკონომიკურ მაჩვენებელთა რანჟირება – მონაცემთა განლაგება განსაზღვრული წესით – მათი მნიშვნელობების ზრდის ან შემცირების თანმიმდევრობით. რანჟირება ხშირად გამოიყენება სხვადასხვა ობიექტთა სტატისტიკური ანალიზის, მოდელირებისა და პროგნოზირებისას, განსაკუთრებით ფაქტორთა შერჩევის დროს.

ეკონომიკურ-სტატისტიკური მოდელი – მოდელების ერთ-ერთი ძირითადი სახე, რომელშიც ასახულია მასობრივ მოვლენათა სტოქასტური ურთიერთკავშირები და კანონზომიერებანი. ასეთი მოდელების საშუალებით შესაძლებელია მოვლენათა რეტროსპექტული და პერსპექტიული ანალიზი და პროგნოზული მაჩვენებლების განსაზღვრა.

ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელირება – ეკონომიკური მოვლენებისა და პროცესების განვითარების ასახვა მათემატიკური ფორმულების საშუალებით. იგი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მეთოდია მოვლენათა კომპლექსური ანალიზისა და პროგნოზირებისას.

ელასტიურობის კოეფიციენტი – პროცენტებში გამოსახული შეფარდებითი მაჩვენებელი, რომელიც უჩვენებს

შესასწავლი ობიექტის საშედეგო მნიშვნელობის ცვლილებას ფაქტორული ნიშნის ერთი პროცენტით ცვლილებისას. ელასტიურობის კოეფიციენტები ფართოდ გამოიყენება ეკონომიკური მოვლენების პროგნოზირებაში, განსაკუთრებით – მოსახლეობის მოთხოვნისა და მოხმარების პროგნოზირებისას, ასევე ბიზნეს პროცესების პროგნოზირებაში. კონკრეტული მიზნიდან გამომდინარე, განისაზღვრება ელასტიურობის ემპირიული, სტატიკური და დინამიკური მაჩვენებლები.

ენდოგენური სიდიდეები – ცვლადი სიდიდეები, რომლებიც იცვლებიან შესასწავლი სისტემის შიგნით გარეგანი ფაქტორების ზემოქმედების გარეშე.

ექსტრაპოლაცია – პროგნოზირების მეთოდი, რომელიც გულისხმობს პროგნოზირების ობიექტის წარსული პერიოდის ძირითადი ტენდენციის გავრცელებას მის მომავალ განვითარებაზე. ამოსავალი ინფორმაციული ბაზის შესაბამისად შეიძლება იყოს შემდეგი სახის ექსტრაპოლაცია: ტრენდის ექსტრაპოლაცია, არაწრფივი ექსტრაპოლაცია, კორელაციური და რეგრესიული ურთიერთკავშირების ექსტრაპოლაცია და სხვ.

ექსპერტული ვერიფიკაცია – პროგნოზის ვერიფიკაცია კომპეტენტური ექსპერტების აზრთან შედარების გზით. ასეთ შემთხვევაში ვერიფიკაციის მიზანია ოპტიმალური პროგნოზული ვარიანტის განსაზღვრა.

ექსპონენციალური მოსწორება – დროითი (დინამიკური) მწკრივის მოსწორებისას უმცირეს კვადრატთა მეთოდის ერთ-ერთი მოდიფიკაცია, რომლის დროსაც მწკრივის გვიანდელ (ბოლო) ვარიანტებს საწყის დონეებთან შედარებით მეტი წონა (სიხშირე) ენიჭება.

3

ვარიანტული პროგნოზი – პროგნოზი, რომელიც მიიღება პროგნოზების რამდენიმე ვარიანტის შედარების შედეგად საპროგნოზო ობიექტის შესაძლებელი ცვლილების გათვალისწინებით. ვარიანტული პროგნოზი ემყარება ეკონომიკის და, უწინარეს ყოვლისა, მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის განვითარების ალბათურ ხასიათს. პრაქტიკაში უფრო მეტად გამოიყენება ვარიანტული პროგნოზის სამი

ალტერნატივა: ოპტიმალური (პროგნოზული მაჩვენებლების მაღალი ან სასურველი სიდიდეები), პესიმისტური (მაჩვენებლების დაბალი ან არასასურველი დონეები), მათი საშუალო დონეები.

ზ

ზევადიანი პროგნოზი – ეკონომიკური, სოციალური, ეკოლოგიური, მეცნიერულ-ტექნიკური და სხვა სფეროს ობიექტთა პროგნოზი, რომელიც მოიცავს საპროგნოზო პერიოდს 20 წელზე ზევით.

ი

იდენტიფიკაცია – ეს არის აგებული საპროგნოზო მოდელის დამთხვევა ობიექტ-ორიგინალზე. იდენტიფიკაციის ძირითადი პრობლემა მდგომარეობს ისეთი საპროგნოზო მოდელის აგებაში, რომელშიც ასახული უნდა იყოს რეალური მოვლენის დამახასიათებელი არსებითი მხარეები. ხშირად იგი გულისხმობს რეგრესიის ისეთი განტოლების აგებას, რომელიც ყველაზე უფრო ზუსტად და სრულად მოახდენს შესასწავლი ობიექტის აპროქსიმაციას.

ინდივიდუალური საექსპერტო შეფასების მეთოდი – პროგნოზირების მეთოდი, რომელიც ემყარება ერთი ექსპერტის აზრს, როგორც პროგნოზული ინფორმაციის წყაროს. იგი სამი სახისაა: სცენარის, მონოგრაფიული მოხსენებისა და ინტერვიუს მეთოდი.

ინერციული მაჩვენებლები – ეკონომიკური მაჩვენებლები, რომლებიც რაიმე ფაქტორთა ცვლილების მიუხედავად დროის ხანგრძლივი პერიოდის მანძილზე მეტ-ნაკლებად ინარჩუნებენ თავის მნიშვნელობებს და უმნიშვნელოდ იცვლებიან, ან საერთოდ არ იცვლებიან. ასეთი მაჩვენებლები ფართოდ გამოიყენება საპროგნოზო მოდელებში პარამეტრების სახით.

ინტერვალური პროგნოზი – პროგნოზი, რომელიც წარმოდგენილია საპროგნოზო ობიექტის მახასიათებლები ნდობის ინტერვალის სახით და არა პროგნოზული მაჩვენებლის ერთი რომელიმე მნიშვნელობით.

ინტერპოლაცია – დროითი (დინამიკური) მწკრივის შიგნით რომელიმე უცნობი (არარსებული) დონის გაანგარიშება სხვადასხვა სტატისტიკური ხერხის გამოყენებით (საშუალო სიდიდეები, დროითი მწკრივის ანალიზური მაჩვენებლები და

ა. შ.). თანამედროვე სპეციალურ ლიტერატურაში ამ ტერმინის ნაცვლად ხშირად გამოიყენება „იმპუტაცია“.

ბ

კორელაციური ანალიზი – მათემატიკური სტატისტიკის ერთ-ერთი მიმართულებაა, რომელიც შეისწავლის ცვალებად მოვლენებს (სიდიდეებს) შორის არსებული ურთიერთკავშირების სიმჭიდროვეს. კორელაცია ინგლისური სიტყვაა და ნიშნავს თანაფარდობას, ურთიერთდამოკიდებულებას. მისი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ერთი რომელიმე ნიშნის საშუალო სიდიდე იცვლება სხვა მნიშვნელობაზე დამოკიდებულებით. თუ კორელაციური ურთიერთკავშირი არსებობს ორ ცვალებად სიდიდეს შორის, მაშინ მას წყვილადი კორელაცია ეწოდება, ხოლო სამ და მეტ ცვალებად სიდიდეს შორის – მრავლობითი კორელაცია.

ღ

ლოგისტიკური ფუნქცია – ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი, რომლის მრუდი გრაფიკზე ჯერ ნელა იზრდება, შემდეგ სწრაფად და მერე ისევ ანელებს ზრდას. ლოგისტიკური ფუნქცია განსაკუთრებით ფართოდ გამოიყენება საქონელზე მოთხოვნისა და მოხმარების მოდელირებისა და პროგნოზირებისას.

ლორენტის მრუდი – გრაფიკული გამოსახულება, რომელიც გამოიყენება მოსახლეობის შემოსავლების განაწილების ანალიზისას სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების განსაზღვრულ ეტაპზე.

მ

მათემატიკურ-სტატისტიკური მოდელი – მოდულების ერთ-ერთი ძირითადი სახე, რომელშიც ერთი განტოლების ან განტოლებათა სისტემების საშუალებით ასახულია ეკონომიკურ, სოციალურ, ეკოლოგიურ და სხვა მოვლენებსა და პროცესებს შორის არსებული კორელაციური ურთიერთკავშირები და მათი ცვლილების მექანიზმი. ასეთი მოდულები მრავალი სახისაა და ისინი შეიძლება დაჯგუფდეს

სხვადასხვა არსებითი ნიშნის მიხედვით: ასახვის ფორმის, დანიშნულების, დროის, ობიექტის, გამოყენებული მეთოდის, მასშტაბურობის, სტრუქტურის და სხვ. ნიშნების მიხედვით. მათემატიკურ-სტატისტიკური მოდელები ფართოდ გამოიყენება ეკონომიკური პროცესების პროგნოზების შემუშავებისას ყველა დონეზე.

მაქსიმალური მართლმსგავსების მეთოდი – ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელების პარამეტრების შეფასების მეთოდი, რომელიც ემყარება მართლმსგავსების ფუნქციის მაქსიმიზაციას. ამ მეთოდის საფუძველზე მიღებული შეფასებანი შერჩევის დიდი რიცხვის პირობებში მიისწრაფვიან ჭეშმარიტებისაკენ და მათი განაწილება უახლოვდება ნორმალურს.

ქართულენოვან სპეციალურ ლიტერატურაში ამ მეთოდს ზოგჯერ მაქსიმალური დასაჯერისობის მეთოდსაც უწოდებენ.

მექანიკური მოსწორება – დროითი (დინამიკური) მწკრივის დონეების ხელოვნური (თეორიული) გათანაბრება სრიალა საშუალოს ან სხვა მარტივი სტატისტიკური ხერხების გამოყენებით.

მიზნის ხე – პროგნოზული საექსპერტო მოდელი. პრაქტიკულად იგი წარმოადგენს გრაფიკულ სქემას, რომელიც ასახავს შესასწავლი ობიექტის პერსპექტიული განვითარების ზოგად (გენერალურ) მიზანს და მისგან გამომდინარე დაქვემდებარებულ კონკრეტულ მიზნებს. საერთო მიზნის კონკრეტულ მიზნებად დანაწევრებისას აუცილებელია იმ ძირითადი მოთხოვნის დაცვა, რომ ყოველი ქვედა დონის მიზნები სრულად უნდა წარმოადგენდნენ ზედა დონის უშუალო მიზანს, ან მიზნებს.

მოდელი – ობიექტის ძირითადი სქემა, მისი ასახვა. მოდელი უნდა ასახავდეს ობიექტის განვითარების ყველა მნიშვნელოვან ურთიერთკავშირებს, კანონზომიერებებსა და პირობებს. მათ საფუძველზე შესაძლებელი უნდა იყოს ობიექტის ცვლილების განსაზღვრა სხვადასხვა პირობებისათვის. ეკონომიკურ პროგნოზირებაში გამოყენებული მოდელები ძირითადად შემდეგი სახისაა: ეკონომიკურ-მათემატიკური და ეკონომიკურ-სტატისტიკური, რომლებიც თავის მხრივ მოიცავენ მრავალი კონკრეტული სახის მოდელებს (ერთფაქტორიანი და მრავალფაქტორიანი,

წრფივი და არაწრფივი, სტრუქტურული, დინამიკის, ურთიერთკავშირების და სხვ).

მოდელის ადეკვატურობა – მისი შესაბამისობა სამოდულო ობიექტთან. ეს გარკვეული ზომით პირობითი ცნებაა, რამდენადაც შეუძლებელია მოდელის სრული შესაბამისობა რეალურ სინამდვილესთან. წინააღმდეგ შემთხვევაში ეს იქნება არა მოდელი, არამედ თვითონ ობიექტი. პროგნოზირებისას ადეკვატურობაში იგულისხმება ობიექტის არსებითი, ძირითადი თვისებების სრული და ზუსტი ასახვა. მოდელის ადეკვატურობის ხარისხის დასადგენად გამოიყენება სხვადასხვა სახის მათემატიკური და სტატისტიკური კრიტერიუმები.

მოდელის ცვლადი – ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელის შემადგენელი წევრი (მაჩვენებელი), რომელიც სხვადასხვა რიცხვით მნიშვნელობებს ღებულობს ამა თუ იმ ეკონომიკურ-სტატისტიკური ამოცანის გადაწყვეტის პროცესში. იგი შეიძლება იყოს დამოკიდებული ან დამოუკიდებელი, ფაქტორული და შედეგობრივი და სხვ.

მოდელის აგრეგირება – აგებული ფაქტიური (ემპირიული) მოდელის გარდაქმნა ისეთ მოდელად, რომელიც მოიცავს ფაქტორული ნიშნების შედარებით უფრო მცირე (გამსხვილებულ) რაოდენობას.

მოდელის ვერიფიკაცია – საპროგნოზო მოდელის ადეკვატურობის შემოწმება. დესკრიპტული მოდელების არსებობისას ვერიფიკაცია გულისხმობს გაანგარიშებათა შედეგების შედარებას მოვლენათა რეალური განვითარების მონაცემებთან, ხოლო ნორმატიული მოდელებისას – სპეციალური ეკონომიკურ-სტატისტიკური ექსპერიმენტის ჩატარებას.

მოდელის პარამეტრიზაცია - ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელის არსებითი (ძირითადი) პარამეტრების რაოდენობრივი მნიშვნელობების განსაზღვრა და მათი შეფასება. ეს ხორციელდება ეკონომიკური ექსპერიმენტის, უმცირეს კვადრატთა მეთოდის, მაქსიმალური მსგავსების და სხვა მათემატიკურ-სტატისტიკური მეთოდებისა და ხერხების საშუალებით. მოდელის პარამეტრიზაცია საფუძვლად უდევს პროგნოზული მაჩვენებლების გაანგარიშებას.

მოდელის დაყვანილი ფორმა - ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელის ისეთი ფორმა, რომელშიც ყოველი ენდოგენური ცვლადი წარმოდგენილია როგორც მოდელის სტრუქტურული ფორმის განტოლება. მაშასადამე, მოდელის განტოლებათა რიცხვი ტოლია ენდოგენური ცვლადების რიცხვისა.

მოდელის სტრუქტურული ფორმის გარდაქმნა დაყვანილ ფორმად ხორციელდება თანმიმდევრობითი ჩასმის გზით და დაყვანილი ფორმის ყველა პარამეტრი წარმოადგენს მოდელის სტრუქტურული ფორმის საწყისი კოეფიციენტების ფუნქციებს.

მოკლევადიანი პროგნოზი - ეკონომიკური, სოციალური, ეკოლოგიური, მეცნიერულ-ტექნიკური და სხვა სფეროს ობიექტთა პროგნოზი, რომელიც მოიცავს საპროგნოზო პერიოდს 1 წლიდან 2 წლამდე.

მონტე-კარლოს მეთოდი - სტატისტიკური მოდელირების ერთ-ერთი მეთოდი, რომელიც გამოიყენება მაშინ, როდესაც ანალიზური მოდელის აგება მეტად რთული ან თითქმის შეუძლებელია. ამ მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ შესასწავლი ობიექტის მოდელირება ხდება მისი შემთხვევითი განხორციელების მრავალჯერადი გამეორების გზით.

მულტიკოლინეარობა - ფაქტორულ ნიშნებს შორის არსებული მჭიდრო კორელაციური ურთიერთკავშირი, რაც მნიშვნელოვანი ზომით განაპირობებს საშედეგო ნიშნის სიდიდეს.

6

ნორმატიული მოდელი - ეკონომიკურ-სტატისტიკური მოდელი, რომელიც ასახავს შესასწავლი ობიექტის სასურველი მდგომარეობის მიღწევის სქემას. ასეთი მდგომარეობა შეიძლება იყოს ოპტიმალური, რაციონალური. ნორმატიულ მოდელებს სხვანაირად პრესკრიპტულსაც უწოდებენ.

ნორმატიული პროგნოზი - პროგნოზი, რომლის არსი მდგომარეობს პროგნოზირების ობიექტის მომავალ პერიოდში დასახული მიზნის მიღწევაში. ამ მიზნის როლში შეიძლება იყოს წინასწარ მეცნიერულად დადგენილი რაციონალური, ფიზიოლოგიური ან სხვა ნორმები. ნორმატიული პროგნოზები უმეტესად მუშავდება ეკონომიკისა და ბიზნესის სფეროში.

ნულოვანი ჰიპოთეზა - ჰიპოთეზა, რომელიც აღიარებს, რომ ფაქტიური განაწილების მნიშვნელობები ემთხვევა თეორიულს და ნიშანთა შორის ურთიერთკავშირები არ არსებობს. ნულოვანი ჰიპოთეზის შემოწმება ხორციელდება სხვადასხვა მათემატიკურ-სტატისტიკური კრიტერიუმების საშუალებით, რომლებიც საშუალებას იძლევიან სარწმუნო ალბათობით გაკეთდეს დასკვნა მათი მიღების ან უკუგდების შესახებ.

ნულოვანი ჰიპოთეზისაგან განსხვავებულ ჰიპოთეზებს ალტერნატიული ეწოდება.

ო

ოპერატიული პროგნოზი - ეკონომიკური, სოციალური, ეკოლოგიური, მეცნიერულ-ტექნიკური და სხვა სფეროს ობიექტთა პროგნოზი, რომელიც მოიცავს საპროგნოზო პერიოდს რამდენიმე დღიდან 6 თვემდე.

ოპტიმალური მოდელი - ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი, რომლის ენდოგენური და ეგზოგენური ცვლადებიდან შერჩეულია მოცემულ პირობებში ყველაზე უფრო მისაღები და საუკეთესო. ასეთი მოდელები მოიცავს არა მხოლოდ განტოლებებს, არამედ შერჩევის კრიტერიუმებსაც. ოპტიმალური მოდელი შეიძლება გამოისახოს ერთი ან რამდენიმე განტოლების საშუალებით, რომლებშიც მოცემულია როგორც მართვადი, ასევე უმართავი პარამეტრები. მათი მნიშვნელობები შეიზღუდება მოდელის განსაზღვრული საზღვრებით.

პ

პირდაპირი ვერიფიკაცია - პროგნოზის ვერიფიკაცია სხვა მეთოდით ახლად შემუშავების გზით, რომელიც განსხვავდება პირველად გამოყენებული მეთოდისაგან.

პროგნოზი – ობიექტის (მოვლენის, პროცესის) მომავალი მდგომარეობის წინასწარი მეცნიერული განსაზღვრა რომელიმე მეთოდის ან/და მოდელის საფუძველზე. იგი მიიღება პროგნოზირების პროცესში როგორც მეცნიერული კვლევის შედეგი.

პროგნოზები მრავალი სახისაა. მათი დაჯგუფება შეიძლება შემდეგი არსებითი ნიშნების მიხედვით: შინაარსის,

ობიექტის, გამოყენებული მეთოდის, მასშტაბის, დროის, ფორმის, სიზუსტის ხარისხისა და სხვა.

პროგნოზის ვერიფიკაცია - პროგნოზის სიზუსტის და საიმედოობის, ან დასაბუთების დონის შეფასება სხვადასხვა მეთოდის გამოყენებით.

პროგნოზის კორექტირება - პროგნოზის დაზუსტება მისი ვერიფიკაციის შედეგების ან დამატებითი ანალიზის შედეგად მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე.

პროგნოზის სიზუსტე - პროგნოზის ნდობის ინტერვალის შეფასება მისი განხორციელების მოცემული ალბათობის პირობებში. ასეთ შემთხვევაში სიზუსტის ხარისხის მიხედვით პროგნოზები შეიძლება იყოს: არაზუსტი (მიუღებელი), დამაკმაყოფილებელი, ზუსტი და ზეზუსტი.

პროგნოზის განხორციელების დიაპაზონი - პროგნოზის განხორციელების მინიმალურ და მაქსიმალურ საზღვრებს შორის არსებული ინტერვალი. პროგნოზირებაში ალბათური მიდგომისას მოსალოდნელი პროგნოზული მაჩვენებლების განხორციელებისათვის მინიმალურ და მაქსიმალურ საზღვრებთან ერთად განისაზღვრება მათი საშუალო მნიშვნელობებიც.

პროგნოზის შეცდომა - პროგნოზულ მაჩვენებლებსა და ფაქტობრივ მონაცემებს შორის არსებული განსხვავება. იგი ძირითადად შეიძლება იყოს ხუთი სახის: ამოსავალი (ემპირიული) მონაცემების შეცდომები, საპროგნოზო მოდელის შეცდომები, მსგავსების შეცდომები, პროგნოზის სტრატეგიის შეცდომები და პროგნოზულ გაანგარიშებათა შეცდომები.

პროგნოზის შეცდომების კვლევა ხორციელდება ძირითადად მათემატიკურ-სტატისტიკური მეთოდებისა და ხერხების გამოყენებით.

პროგნოზული ფონი - პროგნოზირების ობიექტის ეგზოგენური (გარეშე) პირობების ერთობლიობა, რომლებსაც არსებითი მნიშვნელობა აქვთ პროგნოზის მიზნის განხორციელებისათვის.

პროგნოზული ფაქტორი - პროგნოზირების ობიექტის განვითარების განზოგადებული მახასიათებელი, რომლის გავლენა აუცილებლად გაითვალისწინება პროგნოზული მაჩვენებლების განსაზღვრისას. პროგნოზული ფაქტორი

შეიძლება იყოს რაოდენობრივი (რაოდენობრივად გაზომვადი) და ხარისხობრივი (არაგაზომვადი).

პროგნოზული კორიზონტი - მაქსიმალურად შესაძლებელი საპროგნოზო პერიოდი მოცემული პროგნოზის სიზუსტის საზღვრებში.

პროგნოზული ვარიანტი - გაანგარიშებული პროგნოზების ჯგუფში შემავალი ერთ-ერთი პროგნოზი.

პროგნოსტიკა - მეცნიერული დიციპლინა, რომელიც ქმნის პროგნოზირების თეორიას და მეთოდოლოგიას.

პროგნოზირება - პროგნოზის შემუშავების (აგების) პროცესი, რომლის დროსაც გამოიყენება ერთი ან რამდენიმე მეცნიერული მეთოდი და ხერხი. თანამედროვე პირობებში პროგნოზული გაანგარიშებანი ძირითადად ხორციელდება კომპიუტერული ტექნიკისა და ტექნოლოგიების საშუალებით.

ეკონომიკური პროგნოზირება მოიცავს შემდეგ ძირითად სფეროებს: ეკონომიკური დინამიკის, რესურსების, საზოგადოებრივ მოთხოვნილებათა, მაკრო და მიკროეკონომიკას, ინვესტიციებს, საგარეო ვაჭრობას და სხვა მრავალს. ეკონომიკური პროგნოზირება მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ეკონომიკური განვითარების კონცეფციის (ეკონომიკური სტრატეგიის) შემუშავებისას.

პროგნოზირების ობიექტი - კონკრეტული ეკონომიკური, სოციალური, მეცნიერულ-ტექნიკური, ბუნებრივი, პოლიტიკური და სხვა მოვლენა ან პროცესი, რომლისთვისაც უნდა განისაზღვროს მომავალი პერიოდის მდგომარეობა.

პროგნოზირების მეთოდი - პროგნოზის შემუშავების მეცნიერული წესი. იგი არის ზოგადი და სპეციფიკური.

პროგნოზირების მეთოდების 2 მსხვილი ჯგუფი გამოიყოფა. ესენია: რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მეთოდები. ისინი ძირითადად მოიცავენ შემდეგ მეთოდებს: ექსტრაპოლაცია, მათემატიკური მოდელირება, საექსპერტო შეფასება, ნორმატიული, კომპარატიული ანუ ანალოგია. პროგნოზირების მეთოდები შეიძლება დაჯგუფდეს ეკონომიკურ-სტატისტიკურ და მათემატიკურ-სტატისტიკურ მეთოდებად, ასევე - ინტუიციურ (სუბიექტურ) და ფორმალურიზებულ მეთოდებად. პროგნოზირების ძირითად მეთოდებს აქვს მრავალი კონკრეტული სახესხვაობებიც.

რ

რეგრესია - მოვლენის (საშედეგო ნიშნის) საშუალო მნიშვნელობასა და ფაქტორებს შორის ურთიერთკავშირის სახე. ეს ტერმინი შემოიღო ინგლისელმა სტატისტიკოსმა ფ. გალტონმა. რეგრესიას პრაქტიკაში მათემატიკური განტოლების სახე აქვს, რომელიც განსაკუთრებით ფართოდ გამოიყენება მრავალფაქტორიანი საპროგნოზო მოდელების შემუშავებისას.

რეგრესიული ანალიზი - მათემატიკური სტატისტიკის ერთ-ერთი მიმართულებაა, რომელიც მოიცავს მოვლენათა და პროცესთა შორის რეგრესიული დამოკიდებულების შესწავლისა და შეფასების პრაქტიკულ მეთოდებსა და ხერხებს. რეგრესიული ანალიზისას მთავარი როლი ენიჭება რეგრესიის განტოლების აგებას, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნება საშედეგო და ფაქტორული ნიშნების საშუალო მნიშვნელობების განსაზღვრა იმ შემთხვევაში, როდესაც უკვე ცნობილია სხვა მნიშვნელობები. რეგრესიული ანალიზი ახლოსაა კორელაციურ ანალიზთან, რომლის საშუალებითაც განისაზღვრება მოვლენათა შორის ურთიერთკავშირის სიმჭიდროვის ხარისხი.

რეგრესიული მოდელი - ეკონომიკურ-სტატისტიკური მოდელი, რომელიც გამოისახება რეგრესიის განტოლებით ან რეგრესიულ განტოლებათა სისტემით და აერთიანებს ენდოგენურ და ეგზოგენურ ცვლადებს (სიდიდეებს).

რეტროსპექტული პროგნოზი - პროგნოზი, რომელიც საშუალებას იძლევა შეუდარდეს მოვლენის განვითარების პროგნოზული მაჩვენებლები წარსულ პერიოდში იმავე პერიოდის ფაქტობრივ მონაცემებს. ასეთი პროგნოზის გამოყენებით შესაძლებელია განისაზღვროს მომავალი პერიოდის პროგნოზული მაჩვენებლების სიზუსტისა და საიმედოობის ხარისხი ფაქტორთა გავლენის სტაბილურობის პირობებში.

რეტროვერიფიკაცია - პროგნოზის ვერიფიკაცია პროგნოზული მოდელის ადეკვატურობის შემოწმების გზით წარსული პერიოდისათვის. მას ზოგჯერ ინვერსიულ ვერიფიკაციას უწოდებან.

ს

საექსპერტო შეფასება - ექსპერტის ან ექსპერტთა ჯგუფის აზრი პროგნოზირების დასახული მიზნის შესახებ. პირველ შემთხვევაში გამოიყენება ტერმინი "ინდივიდუალური საექსპერტო შეფასება", ხოლო მეორეში - "კოლექტიური საექსპერტო შეფასება".

საექსპერტო შეფასების მეთოდი - პროგნოზირების სუბიექტური მეთოდი, რომელიც ემყარება პროგნოზირების მოცემულ კონკრეტულ დარგში მაღალკვალიფიციური სპეციალისტის (ექსპერტის) ან ექსპერტთა ჯგუფის კომპეტენტურ აზრს საპროგნოზო ობიექტის შესახებ. პირველ შემთხვევაში იგი არის ინდივიდუალური საექსპერტო შეფასების, ხოლო მეორე შემთხვევაში - კოლექტიური საექსპერტო შეფასების მეთოდი.

საპროგნოზო მოდელი - პროგნოზირების ობიექტის ლოგიკური ან მათემატიკური სქემა, რომელიც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ობიექტის შესაძლებელი მდგომარეობა მომავალში.

საპროგნოზო მოდელის ენდოგენური ცვლადი - პროგნოზირების ობიექტის რაოდენობრივი მახასიათებელი, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია ობიექტის შინაგან თვისებებზე.

საპროგნოზო მოდელის ეგზოგენური ცვლადი - პროგნოზირების ობიექტის რაოდენობრივი მახასიათებელი, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია ობიექტის გარეგან ფაქტორზე.

საპროგნოზო პერიოდი - დროის ის მონაკვეთი, რომლისთვისაც მუშავდება პროგნოზი.

საშუალოვადიანი პროგნოზი - ეკონომიკური, სოციალური, ეკოლოგიური, მეცნიერულ-ტექნიკური და სხვა სფეროს ობიექტთა პროგნოზი, რომელიც მოიცავს საპროგნოზო პერიოდს ორიდან შვიდ წლამდე.

საწარმოო ფუნქცია - რეგრესიის განტოლების სახით მოცემული ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი, რომელიც ასახავს რესურსების ხარჯვას (ფაქტორები) და პროდუქციის მოცულობას (საშედევო მაჩვენებელი) შორის ურთიერთდამოკიდებულებას. შედარებით უფრო ფართოდ გამოიყენება წრფივი საწარმოო ფუნქცია, აგრეთვე კობი-

დუგლასის, ლეონტიევის და სხვა საწარმოო ფუნქციები. საწარმოო ფუნქციები გამოიყენება როგორც საწარმოს დონეზე, ისე მაკროეკონომიკურ გაანგარიშებებში.

სტატისტიკური ინერციულობა - ეს არის ეკონომიკური, სოციალური და სხვა სახის მოვლენებისა და პროცესების განვითარების ტენდენციების შედარებით სტაბილური ხასიათი დროის ხანგრძლივი პერიოდისათვის. ინერციულობის არსებობისას ტრენდის ცვლილება უმნიშვნელოა. მოვლენათა სტატისტიკურ ინერციულობას დიდი მნიშვნელობა აქვს პროგნოზირებაში, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც იგი ემყარება ტრენდის ექსტრაპოლაციას. სტატისტიკური ინერციულობა ძირითადად ვლინდება, როგორც ობიექტის განვითარების მიმართულების შენარჩუნება დროის შედარებით ხანგრძლივი პერიოდის მანძილზე.

სტატისტიკური კანონზომიერება - მოვლენათა და პროცესთა დროსა და სივრცეში ცვლილების რაოდენობრივი კანონზომიერება, რომელიც ვლინდება დაკვირვებათა საკმაოდ დიდი რიცხვის პირობებში. იგი წარმოადგენს საშუალო კანონზომიერებას და დამახასიათებელია არა ცალკეული შემთხვევებისათვის, არამედ მათი დიდი ერთობლიობისათვის. სტატისტიკური კანონზომიერების გამოვლენაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს დიდ რიცხვთა კანონი. თუ ცნობილია ობიექტის ცვლილების სტატისტიკური კანონზომიერება, მაშინ შესაძლებელია განსაზღვრული ალბათობით წინასწარ განისაზღვროს მისი მომავალი განვითარება, ე. ი. მოხდეს პროგნოზული შეფასება. ამიტომ, უმეტეს შემთხვევაში, ეკონომიკური მოვლენებისა და პროცესების პროგნოზირება ემყარება სტატისტიკური კანონზომიერების გამოვლენას, ასახვას და ანალიზს.

სტაციონარული მოდელი - მოდელი, რომელშიც ასახულია ისეთი ეკონომიკური, სოციალური ან სხვა სფეროს მოვლენა ან/და პროცესი, რომლის ძირითადი მახასიათებლები უცვლელია დროში.

სტოქასტური მოდელი - ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი, რომელიც მოიცავს შემთხვევით კომპონენტებს. იგი აიგება ისეთი ობიექტის პროგნოზირებისას, რომელთა ფუნქციონირება დაკავშირებულია არარეგულარულ კავშირებთან. აქედან გამომდინარე, მოდელში შემაჯავალი

კომპონენტების მახასიათებლები განისაზღვრება არა ერთმნიშვნელოვნად, არამედ მათი ალბათობის განაწილების კანონების საშუალებით. ამიტომ სტოქასტურ მოდელებში უფრო რეალურად აისახება ეკონომიკური და ბიზნეს პროცესები, რომლებსაც უმეტესად ალბათური ხასიათი აქვს. სტოქასტური მოდელების აგებისას ძირითადად გამოიყენება კორელაციური და რეგრესიული ანალიზის მეთოდები და ხერხები, ასევე სხვა სტატისტიკური მეთოდები. სტოქასტურ მოდელებს სხვანაირად არადეტერმინირებული, ალბათური მოდელები ეწოდება.

სტოქასტური მიდგომა - შესასწავლი ობიექტი განიხილება როგორც შემთხვევით ფაქტორთა ერთობლივი ზემოქმედების შედეგი და აიგება მისი ცვლილების ეკონომიკურ-სტატისტიკური მოდელი. ეკონომიკური და ბიზნესის სფეროს მოვლენათა და პროცესთა უმეტესობის რეალურ განვითარებას სტოქასტური ხასიათი აქვს. ამიტომ მათი მოდელირებისა და პროგნოზირებისას დიდი მნიშვნელობა და ფართო პრაქტიკული გამოყენება აქვს სტოქასტურ მიდგომას.

სცენარი პროგნოზირებაში - კვლევის ობიექტის ცვლილების შესაძლო ვარიანტების თვისებრივი აღწერა წინასწარ განსაზღვრული სხვადასხვა პირობების გათვალისწინებით. სცენარი არ წარმოადგენს უშუალოდ პროგნოზს. იგი არის საპროგნოზო სისტემის (ობიექტის) განვითარების შესაძლებელი ვარიანტების ფართო დახასიათება შემდგომი ანალიზისა და ოპტიმალური საპროგნოზო ვარიანტის შერჩევის მიზნით.

ტ

ტენდენცია პროგნოზირებაში - პროგნოზირების ობიექტის (მოვლენის ან პროცესის) ცვლილების მიმართულება, რომელიც წარმოდგენილია ანალიზური (ციფრების, ტექსტის) ან გრაფიკული სახით. ტენდენცია ყალიბდება როგორც ძირითადი, ისე ციკლური, შემთხვევითი და სეზონური ფაქტორების ერთობლივი ზემოქმედებით.

ტრენდი - პროგნოზირების ობიექტის განვითარების ძირითადი ტენდენცია, მისი მთავარი მიმართულება, რომელიც თავისუფალია შემთხვევითი გადახრებისაგან. ტრენდი ყალიბდება მხოლოდ ძირითადი, არსებითი ფაქტორების

ზემოქმედების შედეგად. ტრენდს ზოგჯერ "საუკუნის ტენდენციას" უწოდებენ.

უ

უმცირეს კვადრატთა მეთოდი - მათემატიკურ-სტატისტიკური მეთოდი, რომელიც გამოიყენება დროითი (დინამიკური) მწკრივის მოსწორებისას და კორელაციური კავშირის ფორმის გამოვლენისას. ამ მეთოდის გამოყენებისას მთავარი პირობა მდგომარეობს შემდეგში: მოსწორებული დონეების გადახრის კვადრატების ჯამი ფაქტობრივი (ემპირიული) დონეებისაგან უნდა იყოს მინიმალური.

ფ

ფაქტორული ანალიზი - სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების ერთ-ერთი მთავარი ეტაპი, რომლის დროსაც ხორციელდება სხვადასხვა ფაქტორებისა და მათი ცალკეული და კომპლექსური ზემოქმედების გამოვლენა და გაზომვა საშედეგო ნიშნის მნიშვნელობაზე. ფაქტორული ანალიზისას შეისწავლება როგორც ცალკეული ფაქტორების, ისე მათი ჯგუფების გავლენის ხარისხი საშედეგო ნიშნის სიდიდეზე, ხორციელდება მათი თანმიმდევრობითი ჩართვა საპროგნოზო მოდელში და შედეგების შედარება.

შ

შეფასების პარამეტრული მეთოდები - შეფასების მეთოდები, რომლებიც ემყარება განაწილების სხვადასხვა (საშუალო, დისპერსიული, რეგრესიული და სხვ.) პარამეტრებს. შეფასების პარამეტრული მეთოდები გამოიყენება მაშინ, როდესაც შესასწავლი ერთობლიობა ექვემდებარება ნორმალური განაწილების კანონს, ან ისეთ კანონს, რომელიც დაიყვანება ნორმალურ განაწილებამდე სათანადო გარდაქმნების შედეგად.

წ

წერტილოვანი პროგნოზი - პროგნოზი, რომლის შედეგიც წარმოდგენილია პროგნოზირების ობიექტის მახასიათებლების

ერთადერთი მნიშვნელობის სახით, სარწმუნო ინტერვალის გარეშე.

წრფივი მოდელი - ეკონომიკური სისტემის მდგომარეობის ან ფუნქციონირების მოდელი, რომელშიც ყველა ურთიერთკავშირი დაყვანილია წრფივ სახემდე. წრფივი მოდელები ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა ობიექტის მოდელირებისა და პროგნოზირების პრაქტიკაში. ასეთ მოდელს შეიძლება ჰქონდეს ერთი წრფივი განტოლების, ან განტოლებათა სისტემის სახე.

ჰ

ჰიპოთეზა - აზრი, ვარაუდი, რომელიც საჭიროებს მეცნიერულ შემოწმებას და რაიმე მეთოდით დამტკიცებას. ყოველი მოდელი აიგება საპროგნოზო ობიექტის სტრუქტურისა და ურთიერთკავშირების შესახებ ამა თუ იმ ჰიპოთეზის საფუძველზე. ასეთი ჰიპოთეზების შემოწმება ხდება სამი გზით: რეალური პროცესების სტატისტიკური შესწავლით, სპეციალური ეკონომიკური ექსპერიმენტის ჩატარებითა და კომპიუტერული იმიტაციის საშუალებით.

რეკომენდებული ლიტერატურა

1. ანანიაშვილი ი. ეკონომეტრიკა. სახელმძღვანელო, გამომც. „მერიდიანი“, თბ., 2011.
2. გაბიაშვილი ბ. სტატისტიკა ეკონომიკაში, ბიზნესსა და მენეჯმენტში. სახელმძღვ., გამომც. „უნივერსალი“, თბ., 2011.
3. გელაშვილი ს. სტატისტიკური პროგნოზირება ეკონომიკასა და ბიზნესში. წიგნი I. სახელმძღვან., გამომც. „მერიდიანი“, თბ., 2017.
4. გელაშვილი ს. ეკონომიკური პროცესების სტატისტიკური პროგნოზირება. სახელმძღვ., გამომც. „მერიდიანი“, თბ., 2012.
5. გელაშვილი ს. სტატისტიკური პროგნოზირება თანამედროვე ბიზნესში (თეორიული ნარკვევები). მონოგრ. გამომც. „მერიდიანი“, თბ., 2012.
6. გელაშვილი ს. სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების საფუძვლები. სახელმძღვან. თსუ, თბ., 2006.
7. გელაშვილი ს. მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირების მეთოდოლოგიური საკითხები. მონოგრაფია. თსუ, თბ., 2005.
8. გელაშვილი ს. რეგრესიული ანალიზი მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკურ პროგნოზირებაში. საქართველოს სახ. აგრარ. უნივ-ის სამეცნ. შრ. კრებული V. თბ., 1999.
9. გელაშვილი ს. სტატისტიკური მოდელირება და პროგნოზირება. ლექსიკონი. თსუ, თბ., 1998.
10. ზურაბიშვილი თინათინ. თვისებრივი მეთოდები სოციალურ კვლევაში: სალექციო კურსი. - თბ.; თსუ, სოციალურ მეცნიერებათა ცენტრი, 2006.
11. Abraham B., Ledolter I. Statistical methods for forecasting. John Wiley & Sons, Inc., 2005.
12. America in perspective. Major trends in the United States. Boston, 1986.
13. Armstrong, J.S. (Ed.). The Principles of Forecasting. Norwell, Mass.: Kluwer Academic Forecasting, 1999.
14. Clements, M. P. and D. F. Hendry. Forecasting Economic Time Series. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
15. Courbis R. La prevision economique en France. Futuribles, N71. Paris, 1983.
16. Das Deutschland - Modell: Herausforderungen auf dem Weg ins 21. Jahrhundert. - Stuttgart, 1978.

17. Diebold, F. X. Elements of Forecasting, Cincinnati: Southwestern College Publishing, 2001.
18. Erfahrungen mit Gesamtwirtschaftlichen Prognosen in der BRD. Stuttgart, 1988.
19. Fulda, E., Härter, M. Neue Ansätze der Prognostik. 1997.
20. Galansky Ch. Information - the basis of Japan's forecast for economic development. London, 1984.
21. Gelaschwili S. Einführung in die Statistische Modellierung und Prognose. „Statistische Diskussionsbeiträge“, Nr. 26. Universität Potsdam, 2007.
22. Gilchrist, W. G. Statistikal Forecasting. London, 1976
23. Götze W. Techniken des Business-Forecasting. München, 2000.
24. Granger C.W. J. Forecasting in Business and Economics. N.Y., 1980.
25. Helmer O. Looking forward: A guide to futures research. - Beverly Hills (Cal.), 1983.
26. Hendry, D. F. and N. R. Ericsson (eds.). Understanding Economic Forecasts. Cambridge, MA: MIT Press, 2001.
27. Homegger, J. Statistische Modellierung, Klassifikation und Lokalisation von Objekten. München, 1996.
28. Hüttner M. Prognoseverfahren und ihre Anwendung. Berlin, 1986.
29. Kacapiar, E. Economic Forecasting: The State of the Art. New York, 1996.
30. Keating G. The production and use of economic forecasts. - N.Y., 1985.
31. Little, R. J. A., and Ph. J. Smith. Editing and imputation for quantitative survey data. Journal of the American Statistical Association, 82, 1987.
32. Makridakis S. and Wheelwright S. G. The Handbook of Forecasting. N. Y., 2005.
33. Mertens, P., Rässler, S. (Hrsg.). Prognoserechnung. 7. wesentlich überarbeitete und erweiterte Auflage. Springer, Heidelberg, 2012.
34. Pichot A. Comptabilite nationale et modeles economiques. Paris, 1988.
35. Polak F. Prognostics. N.Y., 1972.
36. Rinne, H., Specht, K. Zeitreihen: Statistische Modellierung, Schätzung und Prognose. München, 2002.
37. Weber, K. Wirtschaftsprognostik, München, 1990.

38. Wilson, J. H. and B. Keating. Business Forecasting. Sixth Edition. McGraw-Hill, Boston, 2009.
39. www.geostat.ge
40. www.nbg.gov.ge
41. www.mof.ge
42. www.forecasting-summit.com

სიმონ გელაშვილი

შესავალი სტატისტიკურ
პროგნოზირებაში

Simon Gelashvili

Introduction to Statistical Forecasting

გამომცემლობა „უნივერსალი“
„Universal“ Publishing House
თბილისი, ა. პოლიტკოვსკაის ქ. 8.
ტელ.

E-mail: gamomcemlobauniversali@gmail.com