

ს. ბელაშვილი, ნ. ჩიხლაძე

სტატისტიკური
მოდელირებისა
და პროგნოზირების
თეორიული
საფუძვლები



თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა
თბილისი 2001

დამხმარე სახელმძღვანელოში განხილულია სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების საგანი, ცნებები და ტერმინები. ამ დარგის განვითარების მოკლე ისტორია და მისი თანამედროვე მდგომარეობა საზღვარგარეთის ქვეყნებში, მოდელისა და პროგნოზების კლასიფიკაცია. მოვლენათა სტრუქტურის მოდელირება და პროგნოზირება. ფაქტორთა შერჩევა და მათი სტატისტიკური შეფასება მოდელირებისას და სხვ.

დამხმარე სახელმძღვანელო გათვალისწინებულია უმაღლესი სასწავლებლების ეკონომიკური სპეციალობების სტუდენტებისათვის.

რედაქტორი

პროფ. ბ. გაბიაშვილი

რეცენზენტები:

პროფ. მ. ტურავა

დოც. მ. მინდორაშვილი

© თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 2001

0702000000

ბ 608(06)-01

ISBN 99928-33-10-6

წინასიტყვაობა

მომავლისადმი ინტერესი უშუალოდაა დაკავშირებული საზოგადოებრივი ცხოვრების პრაქტიკულ მოთხოვნილებებთან. მომავლის წინასწარ განჭვრეტის აუცილებლობა განსაკუთრებით გარდუვალი გახდა თანამედროვე პირობებში, როდესაც ძლიერ ინტენსიურია საზოგადოების სოციალურ-პოლიტიკური, ეკონომიკური, მეცნიერულ-ტექნიკური ცვლილებების ტემპები და მასშტაბები. მოვლენათა და პროცესთა მომავალი ცვლილების წინასწარი განსაზღვრა საშუალებას იძლევა მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეების გამოიყენება და ასახვის, მომავალი შედეგების კორექტირებისა და შეცვლის, აგრეთვე მათი კონტროლის საშუალებასაც იძლევა. სწორედ ამ მიზნით ჩამოყალიბდა ახალი მეცნიერული მიმართულება — პროგნოსტიკა, რომელიც მათემატიკის, სტატისტიკის, ფილოსოფიისა და საკუთარი მეთოდების საშუალებით ახორციელებს საზოგადოებრივი მოვლენებისა და პროცესების განვითარების პერსპექტიულ შეფასებას. მაშასადამე, პროგნოსტიკა მეცნიერული კვლევისა და პრაქტიკული საქმიანობის კომპლექსური დარგია. მასთან ორგანულ კავშირშია სტატისტიკური მოდელირება და პროგნოზირება, რომლის შესწავლის ობიექტია მასობრივი საზოგადოებრივ-ეკონომიკური მოვლენები და პროცესები, ხოლო საგანი — მოვლენათა და პროცესთა განვითარების კანონზომიერებანი, მასზე მოქმედი ფაქტორები და მათი ურთიერთკავშირები დროისა და სივრცის კონკრეტულ პირობებში.

სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების, როგორც ცოდნის სპეციფიკური დარგის, მნიშვნელობა განსაკუთრებით დიდია საბაზრო ურთიერთობათა სისტემის პირობებში. იგი საშუალებას იძლევა განხორციელდეს ოპერატიული და მოქმედი ეკონომიკური საქმიანობა თვით დიდი სამეურნეო რისკის პირობებშიც კი. გარდა ამისა, არსებობს მრავალი სოციალურ-ეკონო-

მიკური მოვლენა და პროცესი, რომელთა შესახებ პროგნოზების შემუშავება აუცილებელია არა მხოლოდ მათი, არამედ საზოგადოებრივი ცხოვრების სხვა სფეროების პრაქტიკული განვითარების წინასწარი განსაზღვრისთვის. აქედან გამომდინარე, სპეციალისტთა მომზადება თანამედროვე მოთხოვნების დონეზე გულისხმობს მოდელირებისა და პროგნოზირების მეთოდოლოგიური აპარატის ათვისებას, რაც მნიშვნელოვნად აფართოებს მათი დასაქმების მასშტაბებს. სამწუხაროდ, ქართულ ენაზე დღემდე არ არსებობს სახელმძღვანელო ამ დარგში, რაც დიდ სირთულეებს უქმნის უმაღლესი სასწავლებლების ეკონომიკური სპეციალობების სტუდენტებს. ამიტომ წინამდებარე დამხმარე სახელმძღვანელო გამიზნულია ამ ხარვეზის ნაწილობრივი აღმოფხვრისაკენ. რა თქმა უნდა, იგი დაზღვეული ვერ იქნება ცალკეული ნაკლოვანებებისაგან, რომელთა გამოსწორებისათვის გამოთქმულ ყველა შენიშვნასა და წინადადებას ავტორი მაღლიერებით მიიღებს.

თემა 1. სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების საბანი და მეთოდი

1.1 სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების საბანი

საზოგადოებრივი ცხოვრების განვითარების პროცესი ობიექტურად წარმოშობს მეცნიერებათა დარგების დიფერენციაციის პრობლემას. სწორედ ასეთი დიფერენციაციის შედეგს წარმოადგენს სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების, როგორც მეცნიერული დისციპლინის, წარმოშობა.

ადამიანის თეორიული და პრაქტიკული საქმიანობის უმთავრესი ორიენტირი მომავალია, იგი ყოველთვის ცდილობდა და ცდილობს წინასწარ განჭვრიტოს თავისი საქმიანობის მომავალი შედეგები. ასეთი მიზანსწრაფვის საზღვრებს ძლიერ აფართოებს თანამედროვე მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი, რომელიც საშუალებას იძლევა წინასწარ განისაზღვროს მომავალი განვითარება არა სტიქიურად, არამედ მეცნიერულად.

სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების საგნის შესწავლისათვის აუცილებელია გაირკვეს ისეთი სპეციფიკური ტერმინების შინაარსი, როგორიცაა: მოდელი, მოდელირება, პროგნოზი, პროგნოზირება, პროგნოსტიკა.

მოდელი – ეს არის რაიმე ობიექტის მდგომარეობის (ე. ი. მისი სტრუქტურისა და ურთიერთკავშირების) ამსახველი სქემა. იგი საშუალებას იძლევა დადგინდეს კვლევის ობიექტის დამახასიათებელი ძირითადი თავისებურებანი და განისაზღვროს მათი პერსპექტიული ცვლილებების მიმართულებანი. ეკონომიკის სფეროში სტატისტიკური მოდელის აგების პირველ ცდას წარმოადგენს მე-18 საუკუნის გამოჩენილი ფრანგი მეცნიერის ფრანსუა კენეს „ეკონომიკური ცხრილები“.

მოდელირება არის შემოქმედებითი საქმიანობის პროცესი, რომლის დროსაც ხორციელდება კვლევის ობიექტის ადეკვატური სქემის, ე. ი. მოდელის აგება. მოდელირების ძირითადი მიზანია ისეთი მოდელის აგება, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნება შესასწავლი მოვლენის არსში ღრმად ჩაწვდომა და მისი ყოველმხრივი ანალიზი. მოდელირებისას ხორციელდება მოდელის ტიპის შერჩევა და ფორმირება, აისახება შესასწავლი ობიექტის სტრუქტურა და ურთიერთკავშირები განსაზღვრული სიმბოლოებითა და ნიშნებით.

ტერმინი „პროგნოზი“ ბერძნული წარმოშობისაა და ნიშნავს წინასწარ განკვერტას, წინასწარ განსაზღვრას. მაგრამ ყოველგვარი წინასწარ განკვერტა არ შეიძლება ჩაითვალოს პროგნოზად. პროგნოზი არის მხოლოდ რაიმე მოვლენის ან პროცესის მომავალი ცვლილების წინასწარი განსაზღვრა მეცნიერული მეთოდებისა და ხერხების საშუალებით.

პროგნოზირება წარმოადგენს სამეცნიერო-კვლევითი და პრაქტიკული საქმიანობის პროცესს, რომლის დროსაც ხორციელდება შესასწავლი ობიექტის მომავალი განვითარების ძირითადი მაჩვენებლებისა და ტენდენციების განსაზღვრა პროგნოზების სახით. პროგნოზირებისას დგინდება მოვლენათა და პროცესთა მომავალი განვითარების შესაძლო გზები და შედეგები. პროგნოზირების ობიექტი არ შეიძლება იყოს ყოველგვარი სოციალურ-ეკონომიკური ან სხვა სფეროს მოვლენა და პროცესი. აზრი არა აქვს ისეთი მოვლენის პროგნოზირებას, რომლის მომავალი ცვლილება წინასწარ ერთმნიშვნელოვნად ზუსტადაა გარკვეული. პროგნოზირების სფეროში მოქცეულია ისეთი ობიექტები, რომელთა ცვლილებას მომავალში ალტერნატიული ხასიათი ექნება, ე. ი. მიიღებს არა ერთ, არამედ რამდენიმე მნიშვნელობას:

პროგნოსტიკა არის მეცნიერული დისციპლინა, რომელიც ამუშავებს პროგნოზირების თეორიას და მეთოდოლოგიას, ე. ი. პროგნოზირების ცნებებს, კატეგორიებს, მეთოდებსა და ხერხებს, აგრეთვე პროგნოზებისა და მისი აგების მეთოდების ტიპოლოგიისა და სტრუქტურის მეცნიერულ პრინციპებს. პროგნოსტიკის

ერთ-ერთი მთავარი პრობლემა მდგომარეობს პროგნოზირების ისეთი მეთოდოლოგიური აპარატის შექმნაში, რომელიც მნიშვნელოვნად აამაღლებს პროგნოზების დასაბუთების დონეს. მაშასადამე, პროგნოსტიკა მოწოდებულია ჩამოაყალიბოს ისეთი თეორიული და მეთოდოლოგიური სისტემა, რომლის ფარგლებშიც შესაძლებელი იქნება პროგნოზის, როგორც მეცნიერული დასკვნის ანუ შედეგის მიღება.

სოციალურ-ეკონომიკურ მოვლენებსა და პროცესებს მრავალი მეცნიერება იკვლევს. ყოველი მათგანი შეისწავლის მოვლენათა და პროცესთა განსაზღვრულ მხარეებსა და ასპექტებს. ამ პროცესში ერთ-ერთი მთავარი პრობლემაა განვითარების ტენდენციებისა და კანონზომიერებების დადგენა, როგორც წარსულში, ისე აწმყოსა და მომავალში, რაც ხორციელდება მოდელირებისა და პროგნოზირების საშუალებით. მაშასადამე, სტატისტიკური მოდელირება და პროგნოზირება არის მეცნიერების დარგი, რომელიც იკვლევს მასობრივი სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენებისა და პროცესების განვითარების კანონზომიერებებს და წინასწარ მეცნიერულად განსაზღვრავს მათი მომავალი ცვლილების ძირითად მიმართულებებს.

თანამედროვე პირობებში სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების კვლევის სფერო მოიცავს არა მხოლოდ სოციალურ-ეკონომიკურ მოვლენებსა და პროცესებს, არამედ საბუნებისმეტყველო და ტექნიკის დარგებს. ეს განპირობებულია იმით, რომ მოდელირებისა და პროგნოზირების თანამედროვე მეთოდოლოგიური არსენალი საკმაოდ მდიდარი და საიმედოა. იგი აერთიანებს როგორც სტატისტიკისა და მათემატიკის, ისე საკუთარ სპეციფიკურ მეთოდებსა და ზერხებს. აქედან გამომდინარე, იგი წარმოადგენს კომპლექსურ დარგს, რომელიც ჩამოყალიბდა ალბათობის თეორიისა და მათემატიკური სტატისტიკის, პოლიტიკური ეკონომიისა და სოციალურ-ეკონომიკური ისტორიის, სტატისტიკის ზოგადი თეორიის, სოციალური სტატისტიკის, ეკონომიკური სტატისტიკის ინტეგრაციის საფუძველზე.

1.2 მოდელირებასა და პროგნოზირებაში ბამოქმენებული სტატისტიკური ცნებების, კატეგორიებისა და მეთოდების სისტემა

მოდელირება და პროგნოზირება, წარმოადგენს რა სტატისტიკური მეცნიერების დარგს, ფართოდ იყენებს სტატისტიკურ ცნებებს, კატეგორიებსა და მეთოდებს. მათი საშუალებით შესწავლება მასობრივი სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენებისა და პროცესების განვითარების ძირითადი კანონზომიერებანი და ტენდენციები, როგორც წარსულში, ასევე აწმყოში და წინასწარ მეცნიერულად განისაზღვრება მათი მომავალი განვითარების ძირითადი მიმართულებანი.

სტატისტიკური მეცნიერების ძირითად ცნებებსა და კატეგორიებს მიეკუთვნება ნიშანი, ვარიაცია, მაჩვენებელი, სტატისტიკური ერთობლიობა, სტატისტიკური კანონზომიერება, დიდ რიცხვთა კანონი, სტატისტიკური კავშირი. მოდელირებასა და პროგნოზირებაში ფართოდ გამოიყენება სტატისტიკის შემდეგი ძირითადი მეთოდები: სტატისტიკური დაკვირვება, სტატისტიკური დაჯგუფება, საშუალო სიდიდეების მეთოდი, საინდექსო მეთოდი, კორელაციური და რეგრესიული ანალიზის მეთოდები და ა. შ.

სტატისტიკაში ნიშანი ეწოდება ერთეულის ან ობიექტის ამა თუ იმ თავისებურებას ან თვისებას, რომელიც შეიძლება გაიზომოს. ნიშნები სხვადასხვაგვარია, რომლებიც ძირითადად შეიძლება დაიყოს არსებით და არაარსებით, რაოდენობრივ და ატრიბუტულ, ვარიირებად და მუდმივ, პირდაპირ და ირიბ, პირველად და მეორეულ, ფაქტორულ და შედეგობრივ, ალტერნატიულ ნიშნებად. სტატისტიკური ნიშნების კლასიფიკაციას დიდი მნიშვნელობა აქვს ეკონომიკურ-სტატისტიკური მოდელებისა და პროგნოზების აგებისათვის. მოდელირებისა და პროგნოზირებისას ხშირ შემთხვევაში მნიშვნელოვანია სწორად გამოიყოს ფაქტორული და შედეგობრივი ნიშნები. ფაქტორული ნიშნების შიგნით კი აუცილებელია შეირჩეს ყველაზე მთავარი, არსებითი, რომლებიც განსაზღვრავენ მოვლენის ან პროცესის ძირითად შინაარსს.

ვარიაცია ეწოდება ერთეულთა ნიშნის სიდიდის ცვლილებას, რხევადობას, ხოლო ნიშნის ცალკეულ მნიშვნელობებს ეწოდება ვარიანტები.

სტატისტიკური ერთობლიობა – ეს არის სტატისტიკურად შესასწავლი მოვლენებისა და ობიექტების სიმრავლე, რომელთაც აქვთ ერთი ან რამდენიმე საერთო ნიშანი. სტატისტიკური ერთობლიობა შედგება ცალკეული ელემენტების ან ერთეულებისაგან, რომლებიც შესასწავლი მოვლენებისა და პროცესების თვისებების მატარებლები არიან. სტატისტიკური ერთობლიობის შემადგენელ ერთეულებს უნდა ახასიათებდეს მასობრიობა, ერთგვაროვნება, განსაზღვრული მთლიანობა, ურთიერთდამოკიდებულება და ვარიაცია.

სტატისტიკური მაჩვენებელი წარმოადგენს სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენებისა და პროცესების განზოგადებულ რაოდენობრივ მაჩვენებელს კონკრეტული ადგილისა და დროის პირობებში. სტატისტიკურ მაჩვენებელთა ერთობლიობა ქმნის სტატისტიკურ მაჩვენებელთა სისტემას.

სტატისტიკური კანონზომიერება ეწოდება მასობრივ მოვლენათა და პროცესთა ობიექტურ რაოდენობრივ კანონზომიერებას, რომელიც გამოისახება სტატისტიკური ერთობლიობის ერთეულთა ტიპური განაწილებით და განსაზღვრულია ფაქტორთა მთელი სიმრავლის ზემოქმედებით.

სტატისტიკური კანონზომიერების გამოვლენის პირობებს მიეკუთვნება: 1) სტატისტიკური ერთობლიობის არსებობა და 2) დიდ რიცხვთა კანონის მოქმედება.

სტატისტიკურ კანონზომიერებას გააჩნია რიგი სპეციფიკური თავისებურებანი, კერძოდ:

1) ისინი ვლინდება მასობრივ მოვლენათა და პროცესთა დიდ მასაში, დიდ ერთობლიობაში;

2) მათ დროის მეტად თუ ნაკლებად ხანგრძლივი პერიოდისათვის შედარებით მყარი ხასიათი აქვთ;

3) მათ ახასიათებთ განმეორებადობა და მემკიდრეობითობა.

სტატისტიკურ კანონზომიერებათა ასახვის ფორმას წარმოადგენს განზოგადებულ სტატისტიკურ მაჩვენებელთა სისტემა. ყოველ მაიჯანს აქვს რაოდენობრივი და თვისებრივი განსაზღვრულობა.

დიდ რიცხვთა კანონი სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენებისა და პროცესების განვითარებაში ავლენს შედარებით მყარ პროპორციებს და თანათარღობას. დიდ რიცხვთა კანონი მოვლენათა დიდ მასაში განსაზღვრავს ზოგადს, არსებითს, ძირითადს. დიდ რიცხვთა კანონის ეკონომიკური შინაარსი შეიძლება შემდეგნაირად განისაზღვროს: დაკვირვების საკმაოდ დიდი რიცხვის პირობებში ინდივიდუალურ შემთხვევით გადახრათა ურთიერთგაბათილების შედეგად სრულად ვლინდება მოვლენათა და პროცესთა განვითარების ძირითადი კანონზომიერება. დიდ რიცხვთა კანონი ასახავს შემთხვევითობასა და აუცილებლობას შორის არსებულ დიალექტიკურ ურთიერთკავშირს.

დიდ რიცხვთა კანონს გააჩნია თავისებურებანი, რომლებიც მდგომარეობს შემდეგში:

1) დიდ რიცხვთა კანონი განსაზღვრავს საშუალო სიდიდეში შემთხვევითი და არაარსებითი გადახრების ურთიერთგაბათილების მექანიზმს;

2) დიდ რიცხვთა კანონის დახმარებით განისაზღვრება ვარიაციის შეფარდებითი ზომიერება ტიპური ჯგუფების საზღვრებში;

3) დიდ რიცხვთა კანონს დიდი მნიშვნელობა აქვს ვარიაციის შესწავლისას, განზოგადებული სტატისტიკური მაჩვენებლების საფუძველზე მიღებული შედეგებისა და დასკვნების უტყუარობის შეფასებისას.

დიდ რიცხვთა კანონის პირობების შესრულება საშუალებას იძლევა განისაზღვროს, თუ რამდენად მყარია მასობრივი მოვლენის განაწილება განსაზღვრული ნიშნის მიხედვით. ამას კი დიდი მნიშვნელობა აქვს მოდელირებისა და პროგნოზირებისათვის.

იმისათვის, რომ შესასწავლი ობიექტის თვისებები და სტრუქტურა აღდგენილ იქნეს სპეციალურად აგებულ მოდელში (სწორედ ეს ზოგიერდება მოდელირების პროცესში), გამოიყენება სტატისტიკური მეცნიერების თითქმის ყველა მნიშვნელოვანი ხერხი და მეთოდი.

ეკონომიკურ-სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირებისათვის პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვს შესასწავლი ობიექტის შესახებ არსებულ სტატისტიკურ ინფორმაციას. სრული, ზუსტი და სარწმუნო ინფორმაციის არსებობის გარეშე შეუძლებელია მეცნიერული და პრაქტიკული ღირებულების მქონე მოდელებისა და პროგნოზების შემუშავება-აგება. მოდელირებისა და პროგნოზირებისათვის აუცილებელი ამოსავალი ინფორმაცია მიიღება სტატისტიკური დაკვირვების მეთოდებისა და ხერხების საშუალებით.

მოდელირებისა და პროგნოზირებისათვის განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს სტატისტიკური დაჯგუფების მეთოდს. დაჯგუფების მეთოდის საშუალებით დგინდება ფაქტორულ და შედეგობრივ ნიშნებს შორის კავშირის არსებობა და მიმართულება. კავშირის არსებობის შესახებ ობიექტური დასკვნების ჩამოყალიბებისათვის აუცილებელია წინასწარ განისაზღვროს საზღვრები, რომელთა გარეთაც არ არსებობს მაჯგუფებელი ნიშნის გავლენა.

მოდელირებასა და პროგნოზირებაში დიდი ადგილი უჭირავს საშუალო სიდიდეების მეთოდის გამოყენებას. ამ მეთოდის საშუალებით ხორციელდება სხვადასხვა სახის მოვლენათა პროგნოზული მაჩვენებლების უშუალო გაანგარიშება, რისთვისაც გამოიყენება საშუალო სიდიდის ისეთი ძირითადი სახეები, როგორიცაა: არითმეტიკული, გეომეტრიული, სრიალა საშუალო და ა. შ. უკანასკნელ პერიოდში პროგნოზირებაში დაიწყეს, ე. წ. მრავალგანზომილებიანი საშუალოს გამოყენება.

მოდელირებასა და პროგნოზირებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს შესასწავლი ობიექტის განვითარებაზე მოქმედ ფაქტორთა გავლენის სიდიდის განსაზღვრას. ამ ამოცანის გადაწყვეტა ხორციელდება სტატისტიკური მეცნიერების ერთ-ერთი ძირითადი მეთოდის — საინდექსო მეთოდის გამოყენებით.

სტატისტიკური მოდელირება და პროგნოზირება წარმოუდგენელია რეგრესიული და კორელაციური ანალიზის გარეშე. რეგრესიული და კორელაციური ანალიზის საფუძველზე დგინდება

კავშირის სიმკიდროვე ფაქტორულ და შედეგობრივ ნიშნებს შორის და იგი ღებულობს თავის ანალიზურ ასახვას.

1.3 დიდ რიცხვთა კანონი და სტატისტიკური კანონზომიერება მოდელირებასა და პრობნოზირებაში

სტატისტიკური მეცნიერებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს დიდ რიცხვთა კანონს დიდ რიცხვთა კანონის სწორად გაგებაზე დამოკიდებულია მრავალი რთული თეორიული და პრაქტიკული პრობლემის გადაწყვეტა.

სტატისტიკური კვლევის ერთ-ერთი უმთავრესი ამოცანაა მასობრივი სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენებისა და პროცესების განვითარების ძირითად კანონზომიერებათა გამოვლენა და ასახვა. ამ ამოცანის შესრულება იწყება შესასწავლი ობიექტის განვითარებაზე მასობრივი დაკვირვებითა და მონაცემთა მოპოვებით, რადგან მოვლენათა განვითარების კანონი ვლინდება არა ინდივიდუალურ დაკვირვებათა რიცხვის არსებობებისას, არამედ დაკვირვების დიდი რიცხვის პირობებში. ამ პირობას კანონის ძალა აქვს, რომელიც სტატისტიკაში ცნობილია დიდ რიცხვთა კანონის სახელწოდებით; მისი ეკონომიკური ინტერპრეტაცია შეიძლება შემდეგნაირად: დაკვირვების საკმაოდ დიდი რიცხვის პირობებში შემთხვევით გადახრათა ურთიერთგაბათილებით მკაფიოდ და სრულად ვლინდება ობიექტური სინამდვილის განვითარების შინაგანი კანონი. დიდ რიცხვთა კანონი ასახავს შემთხვევითობასა და აუცილებლობას შორის არსებულ დიალექტიკურ კავშირს. ამ კანონის საშუალებით ხდება აუცილებლობის აღმოჩენა და გამოვლენა შემთხვევითობათა დიდ მასაში. დიდ რიცხვთა კანონის საშუალებით გამოვლენილ კანონზომიერებებს აქვს მასობრივი ხასიათი და ისინი წარმოადგენს არა კერძო, არამედ ზოგად კანონზომიერებებს. დიდ რიცხვთა კანონს უშუალოდ საქმე აქვს არა მოვლენათა არსთან,

მათ შინაგან მიზეზობრივ კავშირებთან, არამედ ამ არსის განმსაზღვრელი აუცილებელი დონეებიდან შემთხვევით გადახრებთან. ასეთი დიდი ზოგადი ხასიათის გამო დიდ რიცხვთა კანონი არ ხსნის საზოგადოებრივ მოვლენათა ბუნებას, არ განსაზღვრავს და არ აყალიბებს შესასწავლ მოვლენათა დონეებს.

დიდ რიცხვთა კანონს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს საერთოდ სტატისტიკური მუშაობის თეორიისა და პრაქტიკისათვის. დიდ რიცხვთა კანონის საშუალებით დგინდება მოვლენათა განვითარების აუცილებელი კანონზომიერებანი, ე. წ. სტატისტიკური კანონზომიერებანი. კანონზომიერებას, რომელიც ვლინდება მოვლენათა და პროცესთა საკმაოდ დიდ მასაში მისთვის დამახასიათებელ შემთხვევითობათა ცალკეული ელემენტების გადალაგვის გზით და, ამასთან ერთად, სტატისტიკური მეთოდების და ხერხების საშუალებით, ეწოდება სტატისტიკური კანონზომიერება. მაშასადამე, სტატისტიკური კანონზომიერება არის მასობრივ მოვლენათა ობიექტური, რაოდენობრივი კანონზომიერება.

სტატისტიკური კანონზომიერებისათვის დამახასიათებელია სპეციფიკური თავისებურებანი კერძოდ:

1) ისინი ვლინდება მასობრივ მოვლენათა და პროცესთა დიდ მასაში, ე. ი. მასობრივი სტატისტიკური დაკვირვებისას;

2) მათ დროის მეტად თუ ნაკლებად ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში შედარებით მყარი ხასიათი აქვთ;

3) მათ ახასიათებს განმეორებადობა და მემკვიდრეობითობა.

მოვლენათა განვითარების სტატისტიკური კანონზომიერებების გამოყენებას, განსაკუთრებით 2) და 3) თავისებურებების გამო, დიდი მნიშვნელობა აქვს მოდელირებასა და პროგნოზირებაში. სტატისტიკურ კანონზომიერებათა ასახვის ფორმას წარმოადგენს განმაზოგადებელ სტატისტიკურ მაჩვენებელთა სისტემა, რომელიც ყოველ მათგანს აქვს რაოდენობრივი და თვისებრივი განსაზღვრულობა. სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენების და პროცესების განვითარების სტატისტიკური კანონზომიერებანი წარმოადგენს მათი განვითარების აუცილებლობის გამოვლენის ფორმას, მათი ბუნების ასახვას. ყოველი მასობრივი მოვლენა ვითარდება მი-

სი ბუნებისათვის დამახასიათებელი კანონით. რეალურ სინამდვილეში, ე.ი. დროისა და სივრცის კონკრეტულ პირობებში ეს კანონი ღებულობს სტატისტიკური კანონზომიერების ფორმას.

სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირებისას შესასწავლი ობიექტის მოდელის აგება ხდება გამოვლენილ სტატისტიკურ კანონზომიერებათა საფუძველზე. ყოველი კონკრეტული მასობრივი სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენის განვითარების კანონზომიერება მისთვის დამახასიათებელი ზოგადი და კერძო მიზეზების ურთიერთკავშირებით. დაფიქსირდება საპროგნოზო მოდელში. ამ კანონზომიერებათა შემდგომი განვითარების მთავარი მიმართულების განსაზღვრა კი ხორციელდება პროგნოზირების საშუალებით. ამრიგად, სოციალურ-ეკონომიკურ მოვლენათა მოდელირება და პროგნოზირება შეუძლებელია მათი განვითარების კანონზომიერებათა გამოვლენისა და ასახვის გარეშე.

1.4 მოდელირებისა და პროგნოზირების ძირითადი ეტაპები

მოდელირება და პროგნოზირება ემპირიული და მეცნიერული კვლევის კომპლექსური პროცესია, რომელიც რამდენიმე ურთიერთდაკავშირებული ეტაპისაგან შედგება. მათგან ძირითადი შემდეგია:

1. მოდელირებისა და პროგნოზირების მიზნის, ამოცანების, ობიექტის ზუსტი განსაზღვრა და დასაბუთება;
2. საჭირო ინფორმაციული ბაზის შექმნა;
3. პროგნოზირების მეთოდის შერჩევა;
4. საპროგნოზო მოდელის აგება და პროგნოზული მაჩვენებლების გაანგარიშება;
5. მიღებული პროგნოზების შეფასება.

მოდელირებისა და პროგნოზირების პირველ ეტაპზე განისაზღვრება კვლევის მიზანი, ძირითადი ამოცანები და მათი განხორციე-

ელების გზები. ამავე ეტაპზე ხდება საპროგნოზო ობიექტის ზუსტი განსაზღვრა და გამოყოფა, ასევე მისი წარსული განვითარების ზოგადი დახასიათება და სხვა ობიექტებთან ურთიერთკავშირების დადგენა.

მეორე ეტაპზე ხორციელდება კვლევის ობიექტისა და მასზე მოქმედი ფაქტორების შესახებ საჭირო ინფორმაციის მიღება, დაჯგუფება და სისტემატიზაცია.

მესამე ეტაპზე ხდება იმ მეთოდებისა და ხერხების შერჩევა, რომელთა საშუალებით უნდა განისაზღვროს შესასწავლი ობიექტის მომავალი განვითარების ძირითადი მიმართულებები და მაჩვენებლები. პროგნოზირების მეთოდის შერჩევა უმეტესად დამოკიდებულია არსებულ ინფორმაციულ უზრუნველყოფაზე.

მეოთხე ეტაპი მოიცავს საპროგნოზო მოდელის აგებას და მის საფუძველზე პროგნოზული მაჩვენებლების გაანგარიშებას. ამ ეტაპზე პრაქტიკულად ხორციელდება იმ მრავალრიცხოვანი მაჩვენებლების გამოთვლა, რომელთა მიხედვითაც განისაზღვრება საპროგნოზო ობიექტის მომავალი ცვლილების კონკრეტული მდგომარეობა. მაშასადამე, ამ ეტაპზე ჩამოყალიბებულ სახეს ღებულობს შესასწავლი ობიექტის პროგნოზი. ზოგიერთ შემთხვევაში ამ ეტაპზე შეიძლება არ იყოს საჭირო საპროგნოზო მოდელის აგება, რაც დაკავშირებულია წინა ეტაპზე შერჩეული მეთოდის სახესთან.

მოდელირებისა და პროგნოზირების დამამთავრებელი ეტაპია მიღებული პროგნოზის შეფასება, ე. ი. მათი სიზუსტისა და საიმედოობის განსაზღვრა. ამ ეტაპზე ხდება იმ პირობების დადგენა, რომლისთვისაც სამართლიანი და სწორია პროგნოზული მაჩვენებლები და განისაზღვრება პროგნოზების განხორციელების ალბათობა.

მოდელირებისა და პროგნოზირების ყველა ზემოთ განხილული ეტაპი ერთმანეთთან ორგანულ კავშირშია, რაც იმაში გამოიხატება, რომ ყოველი მომდევნო ეტაპის განხორციელება უშუალოდაა დაკავშირებული წინა ეტაპებზე მიღებულ შედეგებთან. რომელიმე ეტაპის სამუშაოების შეუსრულებლობა იწვევს მთლიანად პროგნოზირების მოცემული მიზნისა და ამოცანების განუხორციელებლობას.

1.5 მოდელირებისა და პროგნოზირების ძირითადი მეთოდოლოგიური პრინციპები

სტატისტიკური პროგნოზირება, როგორც სამეცნიერო-კვლევითი და პრაქტიკული საქმიანობა, უნდა ემყარებოდეს განსაზღვრულ მეთოდოლოგიურ პრინციპებს. მათი ერთობლიობა წარმოადგენს კონკრეტული პროგნოზების შემუშავების კონსტრუქციულ ბაზას.

სტატისტიკური პროგნოზირების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პრინციპია სისტემურობის პრინციპი. ამ შემთხვევაში საპროგნოზო მოვლენა ან პროცესი უნდა წარმოადგენდეს სისტემას, რაც იმას ნიშნავს, რომ იგი არის ერთმანეთთან დაკავშირებული ენდოგენური და ეგზოგენური ელემენტების ერთობლიობა, რომელიც ხასიათდება ერთიანი მიზნით, დანიშნულებითა და ფუნქციონირებით. აქ, უპირველეს ყოვლისა, იგულისხმება სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენები და პროცესები, რომელთა სისტემური ასახვა უნდა ხასიათდებოდეს შემდეგი ძირითადი თვისებებით: მთლიანობა, სტრუქტურა, იერარქიულობა, ფუნქციონალურობა, მიზანმიმართულება და მართვადობა. მთლიანობა ნიშნავს ისეთ თვისებას, რომელიც ახასიათებს სისტემის ცალკეულ ელემენტებს, მაგრამ ყალიბდება მათი ურთიერთზემოქმედებით. მაშასადამე, სისტემის ეს თვისება არ შეიძლება მიღებული იქნეს მასში შემავალი ელემენტების თვისებების მარტივი გაერთიანებით. სტრუქტურა წარმოადგენს სისტემის ორგანიზაციის ასახვის წესს. იგი განიხილება როგორც სისტემის მთლიანობის შედეგი. იერარქიულობა გულისხმობს სისტემის ყოველი ელემენტის ასახვას ქვესისტემების ფორმით, რაც შესაძლებლობას იძლევა განხორციელდეს სისტემების მრავალდონიანი ორგანიზაცია. ფუნქციონალურობა განაპირობებს სისტემისა და მისი ცალკეული ელემენტების ფუნქციონალურ დანიშნულებას. მიზანმიმართულება ნიშნავს ფუნქციონირების მიზნის არსებობას. ამასთანავე, სისტემისა და მისი ცალკეული ელემენტების მიზნები შეიძლება ერთმანეთს არ ემთხვეოდეს. მარ-

თვადობის თვისება საშუალებას იძლევა განვითარდეს სისტემა განსაზღვრული მიზნების შესაბამისად, რაც გულისხმობს მის რეგულირებას.

სისტემურობის პრინციპი წარმოადგენს პროგნოზირების ადეკვატურობის პრინციპის დაცვის აუცილებელ პირობას. ამ შემთხვევაში უნდა შეიქმნას საპროგნოზო სისტემის თეორიული ანალოგი, რომლის საშუალებითაც სანდოობის საკმარისი ზომით შესაძლებელი იქნება მომავალი ცვლილების იმიტაცია. ასეთ ანალოგს წარმოადგენს საპროგნოზო მოდელი, რომლის აგების ძირითადი მიზანია სისტემის მომავალი ცვლილების შესახებ ინფორმაციის მიღება და შესაბამისი მაჩვენებლების გაანგარიშება. ის საშუალებას იძლევა ასევე განხორციელდეს მოდელის ადეკვატურობის შეფასება. პროგნოზირებისას აუცილებელია მხედველობაში იქნეს მიღებული ის, რომ ადეკვატური მოდელის აგება ჯერ კიდევ ჯერ წარმოადგენს მაღალი ხარისხის პროგნოზის შემუშავების გარანტიას, რადგან წინასწარ არ არის ცნობილი, თუ რა ცვლილებები მოხდება მომავლის პროგნოზულ ფონში და სისტემის სტრუქტურაში. იმავდროულად მოდელის საფუძველზე პროგნოზული სისტემის მომავალი მახასიათებლების შეფასება შეიძლება განხილულ იქნეს არა როგორც სრული ანალოგი, არამედ როგორც პროგნოზირების მეთოდის დამხმარე ინსტრუმენტი. ამიტომ ხშირ შემთხვევაში ასეთი სახის მოდელები ახასიათებენ არა იმდენად სისტემის შინაგან სტრუქტურას, არამედ უფრო მეტად თვით პროგნოზირების პროცედურის თავისებურებებს. ამ პროცესში მოდელი წარმოადგენს ამოსავალი მონაცემების დამუშავების მეთოდებისა და ხერხების სწორი გამოყენების საფუძველს. აქედან გამომდინარე, პროგნოზული მოდელის ადეკვატურობა დაკავშირებულია არა მხოლოდ სისტემის შესაბამისობასთან, არამედ მისი მომავალი ცვლილების მახასიათებლების სწორად განსაზღვრის შესაძლებლობასთან.

ამა თუ იმ ტიპის პროგნოზული მოდელის შერჩევა მკიდრულა და დაკავშირებული ინფორმაციული ბაზის არსებობასთან. მისი მნიშვნელობა სტატისტიკურ პროგნოზირებაში განისაზღვრება

დაკვირვებადობის პრინციპით, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოყენებული იქნეს დაკვირვებადი მონაცემები სამოძღვლო კონსტრუქციებში. გარდა ამისა, ინფორმაციული ბაზა წარმოადგენს აუცილებელ პირობას სხვადასხვა ალტერნატიული სახის პროგნოზების ვარიანტების შერჩევისას. ამასთან დაკავშირებით კონკრეტული პროგნოზების შემუშავებისას განსაკუთრებით აქტუალურია ამოსავალი ინფორმაციის მოცულობა, სტრუქტურა და ხარისხი. პროგნოზირების თანამედროვე გაგებით ცალკეული პროგნოზების შესამუშავებლად აუცილებელ ინფორმაციას უნდა ახასიათებდეს შემდეგი ძირითადი ასპექტები: რაოდენობრივი, კაზუალური, გნოსეოლოგიური, კომუნიკაციური, სემანტიკური და თეორიულ-შემეცნებითი. ამის შესაბამისად, ამოსავალი პროგნოზული ინფორმაცია ზოგადი სახით უნდა მოიცავდეს შემდეგ მონაცემებს:

- პროგნოზირების მიზნებისა და ამოცანების შესახებ;
- საპროგნოზო ობიექტის განვითარებისა და ფუნქციონირების მექანიზმის შესახებ;
- ობიექტის რეტროსპექტული განვითარებისა და მისი ახლანდელი მდგომარეობის შესახებ;
- საპროგნოზო ობიექტის ენდოგენური და ეგზოგენური კავშირების შესახებ;
- ობიექტის ფორმალური ასახვის შესაძლებლობის შესახებ;
- საპროგნოზო ობიექტის ცვლილების ტენდენციების განმსაზღვრელი ფაქტორების შესახებ;
- ობიექტის ფუნქციონირების პირობების შესახებ.
- საპროგნოზო ობიექტის შესახებ დამატებითი ინფორმაციის წყაროებზე.

ამასთან ერთად, პროგნოზირების ობიექტის თავისებურებებიდან გამომდინარე, ამოსავალი ინფორმაცია შეიძლება არსებითად განსხვავდებოდეს თავისი შინაარსით და შემადგენლობით, რაც განაპირობებს ინფორმაციული უზრუნველყოფის ხარისხს. სტატისტიკური პროგნოზირების ინფორმაციული უზრუნველყოფის საკითხი ფართოდაა განხილული ამავე თავის მე-5 პარაგრაფში.

სტატისტიკური პროგნოზირების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პრინციპია ალტერნატიულობის პრინციპი. პროგნოზირების ალტერნატიული ხასიათის ფორმირებაზე მოქმედებს მრავალი ფაქტორი, რომლებიც იწვევენ შესასწავლი პროცესის განვითარებაში რაოდენობრივ და თვისებრივ ცვლილებებს, რის შედეგადაც იცვლება საპროგნოზო ობიექტის სტრუქტურა და ურთიერთკავშირები. ამასთანავე პროგნოზირების ალტერნატიულობა უნდა განვასხვავოთ მისი ალბათური ხასიათისაგან, რომელიც ასახავს მხოლოდ შემთხვევითი გადახრების არსებობას ძირითადი ტენდენციიდან და შემთხვევითი ფაქტორების გავლენის შედეგია. ალტერნატიულობა კი გამოწვეულია როგორც ძირითადი, ისე შემთხვევითი ფაქტორების ზემოქმედებით. ამასთანავე ალტერნატიულობის პრინციპი აერთიანებს როგორც ემპირიულ, ისე მეთოდოლოგიურ ასპექტებს. ეს ნიშნავს იმას, რომ პროგნოზის ალტერნატიული ვარიანტების რაოდენობა დამოკიდებულია არა მხოლოდ ობიექტის განვითარების ხასიათზე, არამედ პროგნოზირების გამოყენებული მეთოდის სახეზე.

პროგნოზირების ერთ-ერთი ძირითადი პრინციპია ასევე კომპლექსურობის პრინციპი. იგი გულისხმობს საპროგნოზო ობიექტის ასახვას განსაზღვრული სისტემისა და ქვესისტემების სახით, რომლებიც მოიცავენ ცალკეული ელემენტების ურთიერთკავშირებს, მათ ურთიერთზემოქმედებას ერთმანეთზე და ასევე მათ ურთიერთობას გარეშე პირობებთან. ამ პრინციპის გათვალისწინება განსაკუთრებით სავალდებულოა მოვლენათა სტრუქტურისა და ურთიერთკავშირების პროგნოზების შემუშავებისას. როგორც წესი, სხვა თანაბარ პირობებში აგებული პროგნოზების სანდოობის ხარისხი პროპორციულ (ანუ ფუნქციონალურ) დამოკიდებულებაშია საპროგნოზო ობიექტის სტრუქტურისა და მისი ენდოგენური და ეგზოგენური ურთიერთკავშირების ასახვის სისრულის ხარისხთან. პროგნოზირებაში კომპლექსურობის პრინციპი გულისხმობს არა მხოლოდ შესასწავლი პროცესების ცვლილების კომპლექსურ ასახვას, არამედ კონკრეტული პროგნოზების კომპლექსის შემუშავებას. ასეთი კომპლექსი შეიძლება მოიცავდეს

ცალკეულ დამოუკიდებელ პროგნოზებს, რომლებსაც აერთიანებს რაიმე დამახასიათებელი ერთი ან რამდენიმე არსებითი ნიშანი. ასეთ შემთხვევაში აიგება რთული პროგნოზული კომპლექსები, რომლებიც როგორც წესი, მოიცავენ რთულ სისტემებს.

ყოველგვარი პროგნოზის შემუშავება უნდა ემყარებოდეს მეცნიერული დასაბუთებულობის პრინციპს, რომელიც ერთ-ერთი ძირითადია არა მარტო სტატისტიკურ პროგნოზირებაში, არამედ საერთოდ პროგნოსტიკაში. მეცნიერული დასაბუთების გარეშე პროგნოზის სანდოობის ხარისხის უზრუნველყოფა შეუძლებელია. ამიტომ პროგნოზირების პროცესში აუცილებელია გაითვალისწინონ შესასწავლი მოვლენის განვითარება და ის რეალური პირობები, რომლებშიც მომავალში განვითარდება საპროგნოზო ობიექტი. პრაქტიკულ გამოკვლევებში ამ პრინციპის რეალიზაცია გულისხმობს მიღებული პროგნოზის ხარისხის ეფექტიანობის, სანდოობის და სიზუსტის განსაზღვრას, ე. ი. მის ვერიფიკაციას. ვერიფიკაცია შეიძლება იყოს შეფარდებითი და აბსოლუტური. შეფარდებითი ვერიფიკაციის ძირითადი მიზანია პროგნოზის ხარისხის შეფასება მართვისათვის. ამ შემთხვევაში მიღებული პროგნოზის ხარისხის დასაბუთებისას უნდა შემცირდეს საპროგნოზო ობიექტის მომავალი მდგომარეობის შესახებ განუსაზღვრელობის ზომა. აბსოლუტური ვერიფიკაცია მიმართულია გაანგარიშებით მაჩვენებლებსა და საპროგნოზო პერიოდში მომავალ რეალურ შედეგებს შორის განსხვავების სიდიდის გამოვლენისაკენ. ეს ხორციელდება პროგნოზის სარწმუნო ინტერვალის შეფასების ან რეალური მონაცემებისა და გაანგარიშებითი მაჩვენებლების უშუალო ურთიერთშედარების საფუძველზე. აბსოლუტური ვერიფიკაციას აქვს როგორც პრაქტიკული, ისე მეთოდოლოგიური მნიშვნელობა. იგი საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს განსხვავების მიზეზები მოვლენის განვითარებასა და მის პროგნოზულ შეფასებებს შორის. ასეთ შემთხვევაში ვლინდება როგორც ამოსავალი ინფორმაციის, ისე პროგნოზირების გამოყენებული მეთოდის ნაკლოვანებები. ეს იძლევა საფუძველს შემდეგი დასკვნისათვის: პროგნოზირებისას ადგილი აქვს ამოსავალი ინფორმაციის სტრუქტურას

და სისრულეს და პროგნოზირების შერჩეულ მეთოდს შორის გარკვეულ ოპტიმალურ თანაფარდობას. მისი რაოდენობრივი სიდიდის განსაზღვრის კონკრეტული კრიტერიუმების შემუშავება კი მნიშვნელოვან მეთოდოლოგიურ პრობლემას წარმოადგენს.

პროგნოზირების პროცესში აქ განხილული პრინციპების აუცილებელი გათვალისწინება სავალდებულოა და არ წარმოადგენს პრაქტიკული ან მეცნიერული დავის საგანს. იგი არის რეალური პროგნოზების შემუშავების საფუძველი, რაც ძლიერ მნიშვნელოვანია საბაზრო სისტემის პირობებში სწორი სოციალურ-ეკონომიკური პოლიტიკის გასატარებლად.

1.6 სტატისტიკური ინფორმაცია მოდელირებასა და პროგნოზირებაში

სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენები და პროცესები ატარებს დიალექტიკურ ხასიათს, რაც მდგომარეობს იმაში, რომ თავიანთი განვითარების პროცესში ისინი ამჟღავნებენ მდგრადობისა და ცვალებადობის ელემენტების ურთიერთშერწყმას. ამ ელემენტების თანაფარდობა, მათი ზეედრითი წილი მოვლენათა განვითარების დინამიკის დახასიათებისათვის და სტატისტიკური პროგნოზირებისათვის დიდმნიშვნელოვანია. როდესაც საპროგნოზო მოვლენის განვითარება დროის ხანგრძლივი პერიოდისათვის აისახება შედარებით მყარი ტენდენციით, მაშინ ასეთ მოვლენას ახასიათებს დიდი ინერციულობა. სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენების და პროცესების განვითარებაში ინერციულობა ძირითადად მელავნდება ორგვარი სახით: 1) როგორც ურთიერთკავშირების ინერციულობა, ე. ი. საპროგნოზო მოვლენის სხვა მოვლენებთან ურთიერთკავშირების მექანიზმის შენარჩუნება და 2) როგორც საპროგნოზო მოვლენის განვითარების ზოგადი ტენდენციის შენარჩუნება დროში. მეორე სახის ინერციულობა შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ინერციის ზოგადი გამოვლენის კერძო შემთხვევა.

მაშასადამე. თუ შესასწავლი მოვლენის განვითარება მიმდინარეობს დროის ხანგრძლივი პერიოდისათვის და დაგროვილია მასალა, რომელიც საშუალებას იძლევა აიხსნას ამ განვითარების კანონზომიერებები და ტენდენციები, აგრეთვე ურთიერთკავშირი სხვა მოვლენებთან და, ამასთან ერთად, ასეთი მოვლენები ხასიათდება დიდი ინერციულობით, მაშინ მათი მომავალი განვითარების შესახებ ჰიპოთეზა მნიშვნელოვანი ზომით შეიძლება ემყარებოდეს წარსული განვითარების (ანუ რეტროსპექტულ) ანალიზს.

მოვლენათა განვითარების ინერციულობა დაკავშირებულია არა შემთხვევით და მოკლე დროით, არამედ ხანგრძლივად მოქმედ ფაქტორებთან. ამასთან ერთად, ახალ ფაქტორებს, რომლებმაც შეცვალეს ძველი ფაქტორები, შეუძლიათ მოახდინოს მეტად ან ნაკლებად ხანგრძლივი ინერციული ზეგავლენა მოვლენის განვითარებაზე. ინერციულობის ხარისხი დამოკიდებულია, აგრეთვე, ისეთ ფაქტორებზედაც, როგორიცაა შესასწავლი მოვლენის სიდიდე ან მისი მასშტაბი. ამა თუ იმ სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენის ცვლილება მაკროდონეზე უფრო მყარია, ვიდრე მიკროდონეზე. რადგან მის მნიშვნელობაზე მაკროდონეზე გავლენას ახდენს ფაქტორთა შედარებით მეტი რაოდენობა. რომელიმე მათგანის გავლენის ცვლილება იწვევს ინერციულობის მხოლოდ მცირე ზომით დაკარგვას, ვიდრე ეს ხდება მიკროდონეზე.

სოციალურ-ეკონომიკური პროცესების სტატისტიკური პროგნოზირება, რომელიც ემყარება მოვლენათა მეორე სახის ინერციულობის არსებობას, შეიძლება მოვახდინოთ შემდეგი სახის ტრენდული მოდელების საშუალებით: $Y = f(t)$ ე. ი. მოვლენათა წარსული განვითარების შესახებ მონაცემებით და მიღებული ტრენდების ექსტრაპოლაციით. რაც შეეხება პირველი სახის ინერციულობას, მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკურ პროგნოზირებაში იგი შეიძლება გამოყენებული იქნეს მაშინ, თუ შესაბამისი ურთიერთკავშირი შესაძლებელია გამოისახოს რეგრესიული განტოლებით, რომელიც აერთიანებს მოცემული რომელიმე მაჩვენებლის ცვლილებას (დამოკიდებული ცვლადი, ანუ საშედეგო ფაქტორი) და მასზე ფაქტორ-არგუმენტების (ფაქტორული ნიშნები, ანუ დამოუკიდებელი

ცვლადები) გავლენას. ასეთ შემთხვევაში, გამოიყენება შემდეგი სახის განტოლება: $Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ასეთი განტოლებებით კონკრეტული პროგნოზი მიიღება დამოუკიდებელი ცვლადების (x_1, x_2, \dots, x_n) რიცხვითი პარამეტრების შეტანით მოდელში. შედეგი წარმოადგენს დამოკიდებული ცვლადის საშუალო მნიშვნელობას ფაქტორ-არგუმენტების მოცემული დონეებისათვის. რეგრესიის განტოლებისათვის განისაზღვრება სარწმუნო ინტერვალი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს ასევე პროგნოზირებაში. სარწმუნო ინტერვალის გაანგარიშება საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ის არე, რომლის შიგნითაც მოსალოდნელია საპროგნოზო მოვლენის მნიშვნელობის მიღწევა.

პროგნოზირების პრაქტიკა მოწმობს, რომ რაც უფრო „ახალგაზრდაა“ შესასწავლი ობიექტი და შესაბამისად მცირე დრო იყო იმისათვის, რომ ჩამოყალიბებულიყო მეტად თუ ნაკლებად მყარი ურთიერთკავშირები და ტენდენციები მის განვითარებაში, მით უფრო მცირე ინერციულობით ხასიათდება იგი.

მაშასადამე, შესასწავლი მოვლენის ან პროცესის მნიშვნელოვანი ინერციულობისას და მათი განვითარების ურთიერთკავშირებისა და ტენდენციების მომავალში შენარჩუნებისას შესაძლებელია ალბათობის საკმარისი ხარისხით ვივარაუდოთ მოცემული მოვლენის განვითარების მიმართულება და ხასიათი მომავალში. მაგრამ ინერციულობის არსებობა სრულიადაც არ ნიშნავს იმას, რომ საპროგნოზო ობიექტი თავის მომავალ განვითარებაში მკაცრად გაჰყვება უკვე არსებულ ტენდენციას. ბუნებრივია, მრავალი სხვადასხვა ფაქტორი დიდი თუ მცირე ზომით აუცილებლად იმოქმედებს მოცემული მოვლენის განვითარებაზე და მოახდენს მის გადახრას ძირითადი ტენდენციიდან. ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია გამოვიყენოთ შესასწავლი მოვლენის მთავარი ტენდენციის (ანუ ტრენდის) გამოვლენისა და მისი ექსტრაპოლაციის სხვადასხვა მეთოდი. უმეტესად ასეთი მეთოდები სტატისტიკურია, რომლებიც ფართოდაა განხილული მომდევნო თავში.

1.7 მოდელირებასა და პროგნოზირებაში სტატისტიკურ-მათემატიკური მეთოდების გამოყენების აუცილებელი წინაპირობანი

სტატისტიკური მეცნიერების განვითარებისათვის, საერთოდ, უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მათემატიკას. თანამედროვე პირობებში მისი მნიშვნელობის განსაკუთრებული ზრდა დაკავშირებულია ეკონომიკურ კვლევაში მათემატიკური მოდელების ფართოდ გამოყენებასთან.

მოდელირებისა და პროგნოზირების, როგორც სტატისტიკური მეცნიერების ერთ-ერთი შედარებით ახალი დარგის, წარმოშობა და განვითარება წარმოდგენილია მათემატიკის გარეშე. მასში გამოიყენება სხვადასხვა დონის მათემატიკური აპარატი, განსაკუთრებით ფართოდ კი — ალბათობის თეორია და მათემატიკური სტატისტიკა (ვარიაციული მწკრივების ანალიზი, რეგრესიული და კორელაციური ანალიზი, ოპტიმალური პროგრამირების მეთოდები და სხვ.). უწინარეს ყოვლისა, მათემატიკა საშუალებას იძლევა მოწესრიგდეს სტატისტიკური ინფორმაციის სისტემა, კონკრეტული ამოსავალი მონაცემები შეიცვალოს და აისახოს კომპაქტური ფორმულებითა და განტოლებებით, რომლებიც უფრო ხელსაყრელია შემდგომი განზოგადებისათვის. მათემატიკური მეთოდები წარმოადგენს მოდელირებისა და პროგნოზირების „ინდუსტრიალიზაციის“ მძლავრ წინაპირობას.

უნდა აღინიშნოს, რომ, საერთოდ, მათემატიკის გამოყენებას მეცნიერების რომელიმე სფეროში და, მათ შორის, მოდელირებასა და პროგნოზირებაში, როგორც წესი, წინ უნდა უძღვოდეს თეორიული ანალიზი.

მათემატიკური მათოდების გამოყენება სტატისტიკურ მოდელირებასა და პროგნოზირებაში უფრო ეფექტური იქნება შემდეგი ამოსავალი წინაპირობების შესრულებისას:

1. მოცემული ერთობლიობის ერთეულთა ვარიაციის თავისუფლების ხარისხის რიცხვი საკმარისად დიდი უნდა იყოს. თავი-

სუფლების ხარისხის რიცხვი – ეს არის ვარიანტთა ის რაოდენობა. რომელთაც შეუძლია მიიღოს ერთმანეთზე ფუნქციონალურად დამოუკიდებელი მნიშვნელობები. ვარიაციული მწკრივისათვის ვარიაციის თავისუფლების ხარისხის რიცხვი ტოლია ჯგუფების რიცხვს გამოკლებული თეორიული განაწილებისას გამოთვლილი საშუალოების რიცხვი, დისპერსიის რიცხვი ან სხვა მახასიათებლების რიცხვი. დისპერსიულ ანალიზში თავისუფლების ხარისხის რიცხვი სხვადასხვანაირად განისაზღვრება დისპერსიის სხვადასხვა სახისათვის: 1) საერთო დისპერსიისათვის თავისუფლების ხარისხის რიცხვი ტოლია ვარირებადი საშედეგო ნიშნის მნიშვნელობების რიცხვისა ერთის გამოკლებით; 2) ფაქტორული დისპერსიისათვის იგი უდრის ჯგუფების რიცხვს მინუს ერთი; 3) ნარჩენი დისპერსიისათვის კი, იგი ტოლია ვარირებადი საშედეგო ნიშნის მნიშვნელობების რიცხვს გამოკლებული ჯგუფების რიცხვი.

საბოლოო ანგარიშით, მოდელირებისა და პროგნოზირებისას აღნიშნული პირველი წინაპირობის შესრულება გულისხმობს იმას, რომ საპროგნოზო მოდელში შესატანი პარამეტრების რიცხვი არ უნდა იყოს დიდი.

2. დაკვირვებათა ცალკეული სიდიდეები ერთი და იმავე პარამეტრებისათვის უნდა იყოს სტატისტიკურად დამოუკიდებელი. ამ წინაპირობის დარღვევა ნიშნავს იმას, რომ ამოსავალ ემპირიულ მონაცემთა მწკრივში არსებობს ავტოკორელაცია, რაც იწვევს კორელაციისა და რეგრესიის კოეფიციენტების საშუალო კვადრატული შეცდომების დამახინჯებას. ეს კი ართულებს სარწმუნო (სანდო) ინტერვალების განსაზღვრას ამ კოეფიციენტებისათვის.

თემა 2. სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების განვითარების ისტორია და ორგანიზაცია

2.1 მომავლის შესახებ სხვადასხვა ისტორიული კონცეფციები და მათი როლი პროგნოსტიკაში

მომავლის შესახებ ადამიანის აზრის ფორმირება დაკავშირებულია პირველყოფილ საზოგადოებასთან, როდესაც ჩამოყალიბებას იწყებს პირველყოფილი პრიმიტიული მოძღვრება ფანტასტიკური მითებისა და ზღაპრების სახით. სწორედ ამის საფუძველზე შეიქმნა მომავლის შესახებ პირველი კონცეფცია – რელიგიური კონცეფცია, რომელიც დასაწყისში ძლიერ პრიმიტიულ ხასიათს ატარებდა. მისი ძირითადი აზრი მდგომარეობდა იმაში, რომ ადამიანის მომავალს განსაზღვრავდა მხოლოდ ზებუნებრივი ძალები, მაგრამ მომავლის რელიგიურმა კონცეფციებმა დიდი გავლენა მოახდინა იდეალისტური ფილოსოფიისა და უტოპიზმის ისტორიულ ევოლუციაზე.

ჩვენს ერამდე პირველ ათასწლეულში მომავლის რელიგიური კონცეფციების კვალდაკვალ და მასთან მჭიდრო კავშირში ყალიბდებოდა სხვადასხვა უტოპიური კონცეფციები. ისინი რელიგიურისაგან იმით განსხვავდებოდა, რომ კაცობრიობის მომავალი განისაზღვრებოდა არა ზებუნებრივი ძალების, არამედ თვით ადამიანთა აზროვნებით. ასეთი სახის პირველი უტოპიები აღმოცენდა ჩვენს წელთაღრიცხვამდე პირველი ათასწლეულის მეორე ნახევარში – ჩინეთსა და ანტიკურ სამყაროში, სადაც შედარებით მაღალი იყო ფილოსოფიური აზროვნების დონე (გამოჩენილი წარმომადგენლები ლაო-ძი, კონფუცი, პლატონი).

მომავლის შესახებ მოძღვრების ისტორიის მეორე ეტაპი მოიცავს შუა საუკუნეების ეპოქას. რელიგიური იდეოლოგიის გაბატონებამ შეუძლებელი გახადა მომავლის შესახებ ახალი მნიშვნე-

ლოვანი კონცეფციების წარმოშობა. უმნიშვნელო პროგრესი ამ მიმართულებით შეიმჩნეოდა XI-XIII საუკუნეებში და ისიც ახლო და შუა აღმოსავლეთში (ალ-ფარაბი, ნიზამი).

მესამე ეტაპი დაკავშირებულია აღორძინებისა და განმანათლებლობის ეპოქასთან და მოიცავს XV-XVII საუკუნეებს და მე-18 საუკუნის დასაწყისს. ამ პერიოდში მონათმფლობელური და ფეოდალური უტოპიები ადგილს უთმობს ბურჟუაზიულ და სოციალისტურ კონცეფციებს, რომლებიც პროგრესულ როლს ასრულებს და ბურჟუაზიული რევოლუციების იდეოლოგიად იქცევა (მორი, კამპანელა).

მომავლის შესახებ მოძღვრების ისტორიის მე-4 ეტაპი მოიცავს მე-18 საუკუნის ბოლო ორ მესამედს. იგი გამოირჩევა წინა ეტაპისაგან რელიგიისაგან მკვეთრი გამიჯვნით, განმანათლებლობის იდეოლოგიასთან მჭიდრო კავშირითა და პოლიტიკური ბრძოლის კონკრეტული პროგრამებით (პოზსი, სპინოზა, ვოლტერი, რუსო, მონტესკიე, ჰელვეციუსი, ღიდრო, ლესინგი, შილერი, მორელი).

მეხუთე ეტაპი მოიცავს მე-19 საუკუნეს, რომლის განმასხვავებელი თავისებურებანი მდგომარეობს შემდეგში: საფრანგეთის ღიდი რევოლუციის კრიტიკული გააზრება, უტოპიზმისა და პროლეტარული მოძრაობის დაკავშირების ცდა, კლასიკური ფილოსოფიისა და პოლიტიკონომიის გამოყენების ცდა (სენ-სიმონი, ფურიე, ოუენი, გერცენი, ჩერნიშევსკი, კანტი, ჰეგელი, სმიტი, რიკარდო, სისმონდი).

მომავლის შესახებ ისტორიის მეექვსე – უახლესი ეტაპი მოიცავს მე-20 საუკუნის მთელ განვლილ პერიოდს. ამ და წინა მეხუთე ეტაპზე უტოპიური მოძღვრებანი თანდათანობით გზას უთმობს მეცნიერულ თეორიებს.

ძველ მსოფლიოში მომავლის შესახებ რელიგიური და უტოპიური წარმოდგენების განვითარების კვალდაკვალ ჩამოყალიბდა აზრი ისტორიაზე, როგორც პროცესზე, რომელსაც განსაზღვრული კანონზომიერებანი ახასიათებს. თანდათანობით ჩამოყალიბდა სამი ძირითადი კონცეფცია, რომელიც დღემდე არსებობს:

1) ისტორია, როგორც რეგრესი, რომელიც იწყება უძველესი კულტურიდან და მთავრდება ცივილიზაციის დაღუპვით;

2) ისტორია, როგორც კულტურის აღორძინებისა და დაცემის უსასრულო ციკლები;

3) ისტორია, როგორც პროგრესული პროცესი.

უძველესი და ძველი დროის ფილოსოფოსები ცდილობდნენ აეხსნათ ისტორიული განვითარების კანონზომიერებანი და ის მიზეზები, რომლებიც განაპირობებდნენ მათ ცვლილებებს. პირველი კონცეფცია საკმაოდ დიდხანს ბატონობდა (სენეკა, ციცერონი, ვერგილიუსი, ოვიდიუსი). მეორე კონცეფცია მოიცავდა წარსულს, აწმყოსა და მომავალს. იგი სათავეს იღებს ძველი ინდოეთის, ჩინეთისა და საბერძნეთის ფილოსოფოსებიდან (ჩარვაკი, მენ-ძი, პლატონი, არისტოტელე), ასევე უძველესიამ მესამე კონცეფციის ისტორია, რაც დემოკრიტედან და ეპიკურედან იწყება და მაღალ საფეხურზე აპყავს ლუკრეციუსს. ეს იყო ანტიკური აზროვნების უდიდესი მიღწევა. შემდგომში პროგრესის იდეის ახსნას ფილოსოფოსთა ნაწილი უკავშირებდა ღმერთს (ბოდენი, ლეიბნიცი, ლესინგი). სხვები მას ხსნიდნენ მატერიალური ფაქტორებით (მონტენი, ბეკონი, დეკარტე, სპინოზა). მაგრამ ისტორიის ფილოსოფიის განვითარება თანამედროვე გაგებით ვოლტერიდან იწყება. ამასთანავე, მრავალი დამახასიათებელი წინააღმდეგობების მიუხედავად, მომავლის შესახებ მოძღვრების განვითარებაში უდიდესი როლი შეასრულა კანტის, ფიხტეს, შელინგის, ჰეგელისა და ფოიერბახის ფილოსოფიამ. მათ უდიდესი ღვაწლი მიუძღვით ისტორიული პროგრესის, როგორც კანონზომიერი და დიალექტიკური პროცესის ანალიზის მეთოდოლოგიის განვითარებაში.

მომავლის შესახებ მეცნიერული და პრაქტიკული ინტერესი ძლიერ გაიზარდა მე-19 საუკუნის ბოლოს და იგი დღემდე არ შენელებულა. შორეულ მომავალზე მსჯელობამ მოიცვა არა მხოლოდ სოციოლოგია და ფილოსოფია, არამედ ეკონომიკა, მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი, პოლიტიკა, კოსმოსი, ენერგეტიკა, რესურსები და სხვა, მათ შორის მხატვრული ლიტერატურა. ამ პერიოდის პუბლიკაციებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია შ. რიშეს „ასი

წლის შემდეგ" (1892 წ.), გ. ტარდის „ნაწყვეტები მომავალი ისტორიიდან“ (1896), დ. მენდელეევის „სანუკვარი აზრები“ (1904-1905). მეჩნიკოვის „ოპტიმიზმის ეტიუდები“ (1907) და სხვა. ასეთი ხასიათის ნაწარმოებებიდან ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი წიგნი იყო გ. უელსის „აღადმიანთა ცხოვრებასა და აზროვნებაზე მექანიკისა და მეცნიერების პროგრესის ზემოქმედების წინასწარ განკვეთა“ (1901), სადაც ერთმანეთთან ურთიერთკავშირშია განხილული სოციალური და მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის მოვლენათა მომავალი ევოლუცია. ასეთი კომპლექსური მიდგომის გამო ეს წიგნი თავისი დროის ერთ-ერთი უდიდესი მოვლენა იყო მომავლის კვლევის სფეროში. შემდგომში მე-20 საუკუნის 20-30 წლებში გ. უელსი გახდა პროგნოზირებაში პროგრესული მიმდინარეობის ერთ-ერთი ლიდერი.

ოციან წლებში ყოფილ სსრკ-ში დაიწყო მომავალი განვითარების შესახებ სხვადასხვა დარგის პრობლემების კვლევა. შემუშავდა „გოელროს“ გეგმა, რასაც საფუძვლად დაედო სხვადასხვა გრძელვადიანი პროგნოზები. ამ პერიოდის ცალკეული პუბლიკაციებიდან აღსანიშნავია კ. ციოლკოვსკის „დედამიწისა და კაცობრიობის მომავალი“ (1928), „მომავლის მცენარე და კოსმოსის ცხოველი“ (1929) და სხვ. ეს ნაშრომები სცილდება კოსმონავტიკის მეცნიერულ-ტექნიკური ასპექტის ფარგლებს და მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს მომავლის შესახებ მოძღვრების განვითარებაში. სამწუხაროდ შემდგომში დიდი ხნის მანძილზე (30-იანი წლებიდან 60-იან წლებამდე) სამეცნიერო-კვლევითი და პრაქტიკული მუშაობა ამ მიმართულებით თითქმის აღარ მიმდინარეობდა, რაც გამოწვეული იყო სახელმწიფოსაგან პროგნოზული ხასიათის თეორიული და პრაქტიკული საქმიანობის ხელოვნური შეზღუდვით.

საზღვარგარეთის ქვეყნებში 60-იანი წლების დასაწყისიდან განსაკუთრებით ინტენსიურად გაჩაღდა მუშაობა პროგნოზირების თეორიასა და კონკრეტული საკითხების კვლევაში, რამაც, ე. წ. „პროგნოზების ბუმი“ გამოიწვია. ამ პერიოდის სპეციალური პუბლიკაციებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ჰ. ტეილის „ეკონომიკური პროგნოზები და გადაწყვეტილებების მიღება“ (1965) და

„გამოყენებითი ეკონომიკური პროგნოზირება“, დ. ბელის „წინასწარმეტყველების 12 წესი“ (1964), ფ. პოლაკის „პროგნოსტიკა“ (1968), რ. ეირესის „მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის პროგნოზირება და გრძელვადიანი დაგეგმვა“ (1969), ჯ. მარტინოს „ტექნოლოგიური პროგნოზირება“ (1972), პ. დ. ჰაუშტეინის „ეკონომიკური პროგნოზირება“ (1970) და სხვ.

ამავე პერიოდში ყოფილ საბჭოთა კავშირშიც დიდი ხნის „დუმილის“ შემდეგ ინტენსიურად დაიწყო სოციალურ-ეკონომიკური პროგნოზირების პრობლემების დამუშავება. მომზადდა და გამოიცა ისეთი მნიშვნელოვანი ნაშრომები, როგორიცაა ბ. დობროვის „მეცნიერებისა და ტექნიკის პროგნოზირება“ (1969), ი. ბესტუჟევი-ლადას „ფანჯარა მომავალში: სოციალური პროგნოზირების თანამედროვე პრობლემები“ (1970), ვ. ლისიჩკინის „დარგობრივი მეცნიერულ-ტექნიკური პროგნოზირება“ (1971), აგრეთვე კოლექტიური ნაშრომები „ეკონომიკური პროგნოზირების მეცნიერული საფუძვლები“ (1971), „საბჭოთა კავშირის ეკონომიკური განვითარების პროგნოზირების მეთოდოლოგია“ (1971) და სხვ.

1970-1990 წლებში სოციალურ-ეკონომიკური პროგნოზირების თეორიისა და მეთოდოლოგიის საკითხებზე მნიშვნელოვანი შრომები გამოსცეს ცნობილმა საბჭოთა მეცნიერებმა ა. აგანბეგიანმა, ა. ანჩიშკინმა, ჯ. გვიშინმა, ვ. გლუშკოვმა, ბ. კუზნეცოვმა, ი. ფიოდოროვმა, ნ. ფედორენკომ და სხვ.

საქართველოში 1970-იან წლებამდე თითქმის არ მიმდინარეობდა სოციალურ-ეკონომიკური პროგნოზირების საკითხების კვლევა. იგი შედარებით ფართოდ დაიწყო 80-იანი წლებიდან და გამოიცა პროფესორების: ბ. გაბიძაშვილის, ი. მესხიას, ს. გელაშვილის მნიშვნელოვანი მეთოდოლოგიური და გამოყენებითი ხასიათის შრომები. მაგრამ დღეისათვის ჯერ კიდევ ძლიერ მცირე რაოდენობითაა გამოცემული სპეციალური ლიტერატურა პროგნოზირების საკითხებზე.

2.2 მოდელირებისა და პროგნოზირების ორბანიზაცია საზღვარგარეთის ჟმეჯნებში

მაღალგანვითარებულ ქვეყნებში მოდელირებისა და პროგნოზირების პრაქტიკული ორგანიზაცია საკმაოდ კარგადაა განვითარებული; ფართო მასშტაბებით მიმდინარეობს თეორიულ-მეთოდოლოგიური და პრაქტიკული საკითხების დამუშავება სხვადასხვა სახელმწიფოებრივ ორგანოებში, სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებში, უმაღლეს სასწავლებლებში, კერძო ფირმებსა და კორპორაციებში. იგი შედარებით უფრო მაღალ დონეზეა აშშ-ში, სადაც ამ პრობლემაზე 100-ზე მეტი დაწესებულება მუშაობს. იქ პროგნოზირება დეცენტრალიზებულია. ერთიანი ცენტრალური სამთავრობო ორგანო არ არსებობს. ფართოდაა გავრცელებული სხვადასხვა პროგნოზების დამუშავების კონტრაქტაციის წესი, როგორც სამთავრობო დაწესებულებებისათვის, ისე კერძო კორპორაციებისათვის. პროგნოზირების მნიშვნელოვანი ორგანიზაციებია: კორპორაცია რენდ (შეიქმნა 1948), ხელოვნებისა და მეცნიერების ამერიკის აკადემიის კომისია „2000 წელი“ (1965), უორტონის ეკონომიკური პროგნოზირების კორპორაცია (1969), კორპორაცია „ფუტურეშიკა“ (1970), საერთაშორისო პროგნოზირების კორპორაცია (1971), კალიფორნიის უნივერსიტეტის მომავლის კვლევის ცენტრი (1971), პორტლენდის უნივერსიტეტის მომავლის კვლევის ინსტიტუტი (1973), მომავლის პრობლემების ფონდი (1975) და სხვა.

გარდა ამისა, 70-იან წლებში 20-მდე შტატში შეიქმნა შტატის განვითარების კომპლექსური გრძელვადიანი პროგნოზირების შემუშავების სპეციალური ცენტრები. ამჟამად ასეთი ცენტრები ფუნქციონირებს თითქმის ყველა შტატში.

აშშ-ში პროგნოზული ინფორმაციის გავრცელება ხორციელდება მრავალი სპეციალური ჟურნალის, ბიულეტენისა და სხვა პერიოდული გამოცემებით. ჟურნალებიდან შედარებით გავრცელებულია „ფუტურისტი“ (გამოდის 1967 წლიდან ორ თვეში ერთხელ), „ფიუჩერზი“ (1968), „ალტერნატივები“ (1975) და სხვ.

პროგნოზირების ორგანიზაცია საკმაოდ მაღალ დონეზეა დიდ ბრიტანეთში. მთლიანად ჭეყნის მასშტაბით პროგნოზებს ამუშავებს საზოგადოებრივ მეცნიერებათა კვლევის საბჭო, რომელსაც აქვს განყოფილებები 6 მსხვილ ქალაქში. იგი დაარსდა 1965 წელს. სხვა კვლევითი ცენტრებიდან (მათ შორის კერძო ფირმებიც), რომლებიც პროგნოზებს ამუშავებენ, აღსანიშნავია: კორპორაცია ერა (შეიქმნა 1920 წელს), პოლიტიკური და ეკონომიკური დაგეგმვის ჯგუფი (1931), პროგნოზულ გამოკვლევათა ცენტრი (1974) და სხვ.

პროგნოზირების საკითხებზე მუშაობს, აგრეთვე უნივერსიტეტებთან შექმნილი მრავალი კვლევითი ცენტრი, მაგალითად, ედინბურგის უნივერსიტეტის დაგეგმვის საკითხების კვლევითი გაერთიანება (შეიქმნა 1962 წელს), მანჩესტერის უნივერსიტეტის სამეცნიერო-ტექნიკური ინსტიტუტი (1966), ბირმინგემის უნივერსიტეტის მომავლის კვლევის ჯგუფი (1972) და სხვ.

პროგნოზირების სისტემა შედარებით ცენტრალიზებულია კანადაში. 1978 წელს შეიქმნა სამთავრობო საკოორდინაციო ცენტრი – მეცნიერებისა და ტექნიკის სამინისტროსთან არსებული მომავლის კვლევის სამდივნო, რომელშიც შედის მომავლის კვლევის სპეციალური საუწყებოთაშორისო კომიტეტი. ფუნქციონირებს აგრეთვე კანადის მომავლის კვლევის ინსტიტუტი. პროგნოზირების საკითხებს ამუშავებს, აგრეთვე კანადის სამეცნიერო საბჭო (შეიქმნა 1966 წელს), კანადის ეკონომიკური საბჭო (1966), სტატისტიკის დეპარტამენტის პროგნოზირების ჯგუფი (1968) და სხვ. არასამთავრობო თუ კერძო დაწესებულებები და ფირმები.

მოდელირებისა და პროგნოზირების ორგანიზაცია მაღალ დონეზეა აგრეთვე იტალიაში, საფრანგეთში, ნიდერლანდიაში, გერმანიაში, იაპონიაში, შვეციისა და ევროპის თითქმის ყველა განვითარებულ ჭეყანაში. ამ ჭეყნებში პროგნოზირება შვეციის გარდა, ყველგან დეცენტრალიზებულია. შვეციაში ფუნქციონირებს პროგნოზირების სახელმწიფოებრივი სამსახური – პრემიერ მინისტრის კანცელარიასთან არსებული მომავლის შესწავლის პრობლემების სამდივნო, რომელიც შეიქმნა 1973 წელს. იგი ახორციელებს პროგნოზული ინფორმაციის კონცენტრაციას და ცენტრა-

ლიზაციას, როგორც მთლიანად მთავრობისთვის, ისე ცალკეული სამინისტროებისთვის. ამასთანავე, იგი ხშირად გამოდის კომპლექსური პროგნოზების შემუშავების ინიციატორად, რომლებსაც ამუშავებს სხვადასხვა საშემსრულო-კვლევითი ცენტრი, მაგალითად, სამხედრო-პოლიტიკურ პროგნოზებს ამუშავებს თავდაცვის პრობლემების კვლევის ეროვნული ინსტიტუტი, რომელიც 1945 წლიდან ფუნქციონირებს. ქვეყნის მასშტაბით პროგნოზული ინფორმაციის გაცვლას ახორციელებს მომავლის შესწავლის შვეციის ასოციაცია (დაარსდა 1971 წელს).

2.3 მოდელირებისა და პროგნოზირების სამართაშორისი ორგანიზაციები

მოდელირებისა და პროგნოზირების პირველი საერთაშორისო ორგანიზაცია დაარსდა ჯერ კიდევ მიმდინარე საუკუნის 60-იანი წლების დასაწყისში. ამჟამად ფუნქციონირებს ათზე მეტი ორგანიზაცია. მათგან 'ქედარებით მნიშვნელოვანია შემდეგი:

საერთაშორისო ორგანიზაცია „ფუტურიზმი“, რომელიც შეიქმნა 1960 წელს საფრანგეთში. მისი შტაბბინა მდებარეობს პარიზში, აქვს მძლავრი საინფორმაციო ცენტრი (ინფორმაციული ბანკი – 60 ათასამდე ზარათი, სამეცნიერო ბიბლიოთეკა – 5 ათასი ტომი). იგი საკუთარი ძალებით ამუშავებს სხვადასხვა სახის პროგნოზებს, გამოდის შუამავლის როლში პროგნოზირების ორგანიზაციის საქმეში, ასრულებს საკონსულტაციო ფირმის ფუნქციებს, ახორციელებს სპეციალისტთა მომზადებასა და გადამზადებას, ინფორმაციის გაცვლას. პროგნოზირების სხვადასხვა კვლევით ცენტრს შორის. ყოველთვის ურად გამოდის ასოციაციის ეურნალი „ფუტურიზმი-2000“ და ყოველ ორ თვეში ერთხელ – ბიულეტენი „ფუტურიზმის ინფორმაცია“. ამჟამად ამ საერთაშორისო ორგანიზაციის წევრია 60-მდე ქვეყანა და მათგან 6000 მოქალაქე.

1966 წელს ვაშინგტონში დაარსდა საერთაშორისო საზოგადოება „მომავლის მსოფლიო“. ამჟამად მასში გაერთიანებულია სხვადასხვა ქვეყნის 250-მდე კოლექტიური და 65 ათასამდე ინდივიდუალური წევრი, აქვს თავისი განყოფილებები აშშ-ის ყველა შტატში, აგრეთვე მსოფლიოს 25-მდე ქვეყანაში. მას აქვს მსხვილი საინფორმაციო ცენტრი და მრავალი ფუნქციონალური სექცია, კერძოდ: ბიზნესის, განათლების, მეცნიერებისა და ტექნიკის, მართვის, ჯანმრთელობის დაცვის, სოციალური, ტრანსპორტისა და კავშირგაბმულობის, საერთაშორისო ურთიერთობათა, დემოგრაფიის, შრომის, სათბობ-ენერგეტიკული და სანედლეულო რესურსების, ცხოვრების წესის, კვების, პერსპექტიული პრობლემების. საზოგადოება საკუთარი ძალებით ამუშავებს სხვადასხვა სახის პროგნოზებს, ასრულებს შუამავლის როლს პროგნოზების დამუშავებაზე შეკვეთების მიღებაში, ახორციელებს კადრების მომზადებას და გადამზადებას, ასრულებს პროგნოზირების საკითხებზე საკონსულტაციო ფირმის ფუნქციებს, ახორციელებს პროგნოზული ინფორმაციის გაცვლას. საზოგადოება ყოველ ორ თვეში ერთხელ უშვებს ჟურნალს „ფუტურისტი“ და ბიულეტენს. გარდა ამისა, ყოველი სექცია ცალკე უშვებს ბიულეტენებს.

პროგნოზირების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საერთაშორისო ორგანიზაციაა საერთაშორისო საზოგადოება „2000 წლის კაცობრიობა“, რომელიც დაარსდა 1966 წელს. მისი შტაბბინა მდებარეობს ბრიუსელში. ყოველწლიურად გამოდის „მსოფლიო პრობლემებისა და კაცობრიობის პოტენციალის წელიწდეული“.

1966 წელს ცნობილი იტალიელი მრეწველისა და საზოგადო მოღვაწის ა. პეჩეის ინიციატივით შეიქმნა მოდელირებისა და პროგნოზირების საერთაშორისო ორგანიზაცია „რომის კლუბი“, რომლის სახელწოდება დაკავშირებულია მისი შტაბბინის ადგილმდებარეობასთან. 1972 წელს გამოიცა რომის კლუბის პირველი მოხსენება „ზრდის საზღვრები“, რომელიც მოამზადა მკვლევართა ჯგუფმა დ. მედოუზის ხელმძღვანელობით. ამ წიგნმა სენსაცია გამოიწვია მთელს მსოფლიოში მასში განხილული საკითხებისა და

დასკვნების გამო. მისი მთავარი დასკვნა იყო კაცობრიობის გლობალური კატასტროფის გარდუვალობა XXI საუკუნის შუა ხანებში კვლევის შედეგები მიღებულ იქნა მრავალი სხვადასხვა მონაცემის საფუძველზე.

რომის კლუბის წევრია 40-მდე ქვეყანა. მისი საქმიანობის ძირითადი მიმართულებაა კაცობრიობის წინაშე მდგომი გლობალური პრობლემების კვლევა. იგი ყოველწლიურად ატარებს კონფერენციებს და სემინარებს.

მოდელირებისა და პროგნოზირების ერთ-ერთი ორგანიზაციაა ასევე საერთაშორისო სოციოლოგიური ასოციაციის მომავლის კვლევის კომიტეტი, რომელიც შეიქმნა 1970 წელს მისი შტაბბინა მდებარეობს რომში. მისი საქმიანობა ძირითადად მიმართულია სოციალური პრობლემების კვლევისკენ.

1972 წელს დაარსდა მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის შედეგების შედარების საერთაშორისო საზოგადოება, რომლის შტაბბინა მდებარეობს ვაშინგტონში. იგი ყოველწლიურად ატარებს საერთაშორისო კონფერენციებს, სადაც განიხილება მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების სოციალური, ეკონომიკური, ეკოლოგიური და სხვა შედეგები და ხორციელდება მათი პერსპექტიული შეფასება.

მოდელირებისა და პროგნოზირების მნიშვნელოვანი საერთაშორისო ორგანიზაციაა ასევე მომავლის შესწავლის მსოფლიო ფედერაცია, რომელიც შეიქმნა 1970 წელს იტალიაში. მისი შტაბბინა მდებარეობს რომში. მისი წევრია 60-მდე ქვეყანა. იგი პერიოდულად უშვებს სპეციალურ ბიულეტენებს.

თემა 3. სტატისტიკური მოდელირების და პროგნოზირების ინფორმაციული უზრუნველყოფა

3.1 სტატისტიკური დაკვირვება მოდელირებისა და პროგნოზირებისათვის

მოდელირებისა და პროგნოზირებისათვის განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს სტატისტიკურ ინფორმაციას, რომელიც მიიღება სტატისტიკური დაკვირვების მეთოდებისა და ხერხების საშუალებით. სტატისტიკური ინფორმაცია უნდა აკმაყოფილებდეს რიგ მოთხოვნებს, რომელთაგან ძირითადია შემდეგი: სტატისტიკური ერთობლიობის ერთგვაროვნება, სიდიდეთა განსაზღვრის ერთნიშნაობა, მონაცემთა სისრულე, სიზუსტე, უტყუარობა და შესაბამისობა.

მოდელირებისა და პროგნოზირებისათვის აუცილებელი სტატისტიკური ინფორმაციის წყარო შეიძლება იყოს როგორც ანგარიშგება, ასევე სპეციალურად ორგანიზებული დაკვირვებები და სხვადასხვა საუწყებო ინფორმაცია. რიგ შემთხვევებში კი საჭირო ხდება სამოდელო და საპროგნოზო პარამეტრების შესახებ ინფორმაციის მოპოვება უშუალო დაკვირვებებისა და რეგისტრაციის გზით. ასეთი სახით მიღებულ ინფორმაციას ზოგჯერ უწოდებენ პასიურს. პასიური ინფორმაცია შედარებით ზუსტი, უშუალო და უტყუარია, მაგრამ მოდელირებისა და პროგნოზირებისათვის პასიური ინფორმაციის ძირითადი ნაკლი მდგომარეობს იმაში, რომ ფაქტორული და შედეგობრივი ნიშნების ვარიაციის საზღვრები რიგ შემთხვევებში შეზღუდულია შესასწავლი ობიექტის პირობებით.

სოციალურ-ეკონომიკურ მოვლენათა და პროცესთა შესახებ სტატისტიკური ინფორმაციის ძირითადი მასა მიიღება ანგარიშგებით. მაგრამ ხშირ შემთხვევაში კვლევის ობიექტის შესახებ არსე-

ბული ინფორმაცია არასრული და არასაკმარისია მოდელირებისა და პროგნოზირებისათვის. ასეთ შემთხვევაში საჭირო ხდება სპეციალურად ორგანიზებული სტატისტიკური დაკვირვების ჩატარება. ასეთი გზით მიღებული ინფორმაცია უფრო ფართო, მრავალმხრივი და კომპლექსურია. ამასთანავე, იგი შედარებით სიზუსტის მაღალი ხარისხით ხასიათდება, რადგან ასეთ დაკვირვებაში მონაწილეობენ სპეციალურად შერჩეული და მომზადებული პირები.

სპეციალურად ორგანიზებული სტატისტიკური დაკვირვების ჩატარება განსაკუთრებით მიზანშეწონილი და აუცილებელია სამოქმედო და საპროგნოზო ობიექტის პარამეტრების შესახებ ინფორმაციის მისაღებად. უმეტეს შემთხვევაში, ანგარიშგება არ მოიცავს ასეთი პარამეტრების (ფაქტორების) შესახებ სრულ ინფორმაციას. ამიტომ რიგი სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენებისა და პროცესების მოდელირებისა და პროგნოზირებისათვის, განსაკუთრებით კი მათზე მოქმედი ფაქტორების შესახებ ინფორმაციის მიღებისათვის, აუცილებელია სპეციალურად ორგანიზებული სტატისტიკური დაკვირვებების ჩატარება. ასეთი ინფორმაციის საფუძველზე შემუშავებული მოდელები და პროგნოზები ხასიათდება სიზუსტის შედარებით მაღალი ხარისხით. რა თქმა უნდა, სანამ მიღებულ სტატისტიკურ ინფორმაციას გამოვიყენებდეთ, საჭიროა მათი სიზუსტის შემოწმება, რაც ხორციელდება სპეციალური მეთოდებისა და ხერხების საშუალებით.

3.2 მქსპერიმენტი, როგორც სტატისტიკური

ინფორმაციის წყარო

სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირებისათვის აუცილებელი ინფორმაციის მოპოვება ხორციელდება სტატისტიკური დაკვირვებების საშუალებით. მაგრამ არსებობს მრავალი ისეთი საზოგადოებრივ-ეკონომიკური მოვლენა და პროცესი,

რომელთა შესახებაც არ მოიპოვება მონაცემები სისტემატური სტატისტიკური დაკვირვებით, ან კიდევე ასეთი მონაცემები ძლიერ მცირეა. ამიტომ როდესაც საჭიროა ასეთი მოვლენების მოდელირება და პროგნოზირება, მიმართავენ ექსპერიმენტს, რათა შეივსოს სტატისტიკური ინფორმაციის უკმარისობა. მაშასადამე, ექსპერიმენტი გვევლინება როგორც სტატისტიკური ინფორმაციის მიღების დამატებითი წყარო. ეს შეეხება საზოგადოებრივ-ეკონომიკურ სფეროს, ხოლო ბუნებისმეტყველების ზოგიერთ დარგში ექსპერიმენტი წარმოადგენს ამა თუ იმ ობიექტის შესახებ ინფორმაციის მიღების ძირითად წყაროს.

ექსპერიმენტი საშუალებას იძლევა, რომ ჯერ ერთი, განხორციელდეს შესასწავლი მოვლენის იზოლაცია არაარსებითი და მეორეხარისხოვანი ზემოქმედებისაგან და შევისწავლოთ იგი მეთად თუ ნაკლებად „წმინდა“ სახით; მეორე, აღდგენილ იქნეს და განხორციელდეს კვლევის ობიექტის განვითარების პროცესის ფიქსირება წინასწარ შემუშავებული პირობების გათვალისწინებით; მესამე, მიზანდასახულად და გეგმაზომიერად შეიცვალოს შესასწავლი ობიექტის განვითარების პირობები.

ექსპერიმენტს ხშირად უწოდებენ აქტიურ დაკვირვებას. სანამ ექსპერიმენტის ჩატარება დაიწყებოდეს, აუცილებელია შესასწავლი ობიექტის წინასწარი თეორიული ანალიზი, მისი თავისებურების დადგენა და მის განვითარებასა და ფორმირებაზე მოქმედ ფაქტორთა განსაზღვრა. გარდა ამისა, საჭიროა წინასწარ ზუსტად განისაზღვროს ის მეთოდები და ხერხები, რომელთა საშუალებითაც უნდა მოხდეს ექსპერიმენტის ჩატარება და ინფორმაციის მიღება. უნდა განისაზღვროს აგრეთვე ექსპერიმენტის დრო და ვადები.

ექსპერიმენტით მიღებული სტატისტიკური ინფორმაცია ახასიათებს შესასწავლი მოვლენის ან პროცესის მდგომარეობას ან მასში მოქმედი ფაქტორების გავლენას აწმყოში, ე.ი. ექსპერიმენტის ჩატარების პერიოდში.

ექსპერიმენტი არ იძლევა საშუალებას განისაზღვროს შესასწავლი ობიექტის მდგომარეობა წარსულში. მას არ შეუძლია დაახასიათოს მოცემული მოვლენის ან პროცესის წარსული განვითა-

რების ნიშნები და კანონზომიერებანი ეს არის მისი ერთ-ერთი ნაკლი.

მაგრამ ექსპერიმენტულ მონაცემებს გააჩნიათ ზოგიერთი უპირატესობა, რომელიც მდგომარეობს შემდეგში:

1) ასეთი მონაცემები საშუალებას იძლევა განხორციელდეს კონტროლი სამოდლო და საპროგნოზო განტოლებაში ფაქტორების ჩართვისას, რადგან ასეთი ინფორმაცია მოპოვებულ იქნა არა ყველა მოქმედ ფაქტორზე, არამედ მხოლოდ საპროგნოზო ფაქტორების შესახებ;

2) ექსპერიმენტული მონაცემებისათვის შედარებით ნაკლები ხარისხითაა დამახასიათებელი დაკვირვების შეცდომები;

3) ექსპერიმენტულ მონაცემებს უპირატესობა გააჩნია გამოთვლების თვალსაზრისითაც.

ექსპერიმენტის პროცესში საშუალო მაჩვენებელზე წინასწარ შერჩეული ნიშნების გავლენის შესწავლისათვის ფაქტორებს ენიჭება სხვადასხვა რაოდენობრივი მნიშვნელობები, ხოლო შემდეგ ხდება მათზე დამოკიდებული ანუ საშუალო მაჩვენებლის შესაბამისი სიდიდეების (მნიშვნელობების) ფიქსაცია. ექსპერიმენტში გარკვეული ხარისხით ხდება აღურიცხავი ფაქტორების ზემოქმედების ნეიტრალიზება და შეძლებისდაგვარად ფიქსირდება ისინი რაიმე უცვლელ დონეზე.

ექსპერიმენტული მონაცემები წარმოადგენს ხელოვნურ ერთობლიობას, რომელთა გამოყენება ხორციელდება რეალურ პირობებში, სადაც მოქმედებს იგივე ფაქტორები, რომლებიც მონაწილეობდა ექსპერიმენტში. მაგრამ მათი მოქმედება რეალურ პირობებში შეიძლება გამოძვლავდეს არა ისე, როგორც ექსპერიმენტისას, არამედ სხვაგვარად, შეცვლილი ფორმითა და სიდიდით. თვით, ე.წ. ზუსტ მეცნიერებებშიც კი არ არსებობს მკაცრი შესაბამისობა ექსპერიმენტის შედეგებსა და რეალურ პირობებში მათ აღდგენა-განვითარებას შორის.

უნდა აღინიშნოს, რომ ექსპერიმენტის ჩატარება შეუძლებელია ყოველი საზოგადოებრივ-ეკონომიკური მოვლენისა, პროცესის განვითარების მდგომარეობისა და მასზე მოქმედი ფაქტორების

გავლენის განსაზღვრისათვის. განსხვავებით საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებისაგან, სოციალურ და ეკონომიკურ სფეროში ექსპერიმენტების ჩატარების შესაძლებლობები შეზღუდულია. შეუძლებელია ყოველი სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენის განვითარების მდგომარეობისა და მასზე მოქმედი ფაქტორების გავლენის განსაზღვრისათვის.

3.3 სტატისტიკურ მაჩვენებელთა სისტემა, როგორც მოდელირებისა და პროგნოზირების მეცნიერული ბაზა

სტატისტიკური შესწავლის საგანი – მასობრივი სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენები და პროცესები რთული და მრავალფეროვანია. ისინი ქმნიან სტატისტიკურ ერთობლიობებს, რომლებშიც მოვლენათა შორის კავშირი ასევე რთულია. ამიტომ სტატისტიკური ერთობლიობა არ ექვემდებარება ცალმხრივ (ერთმნიშვნელოვან) რაოდენობრივ განსაზღვრას. მაშასადამე, ერთმა რომელიმე მაჩვენებელმა არ შეიძლება ერთდროულად ასახოს ერთობლიობის ყველა თავისებურება. ყოველი სტატისტიკური მაჩვენებელი წარმოადგენს შესასწავლი ობიექტის მდგომარეობის კერძო დახასიათებას. მას არ შეუძლია დაახასიათოს კვლევის ობიექტის რთული ხასიათი. მაჩვენებელთა კერძო ხასიათი განაპირობებს სისტემების სახით მათი გამოყენების აუცილებლობას. ამრიგად, ურთიერთდაკავშირებული სტატისტიკური მაჩვენებლები ატარებენ მაჩვენებელთა სისტემის სახელწოდებას. თუ ცალკეულ მაჩვენებელში აისახება მოვლენის ერთი რომელიმე მხარე, მისი თავისებურება, მაჩვენებელთა სხვადასხვა სისტემაში კი საზოგადოებრივი ცხოვრება აისახება ყოველმხრივ. ამასთან ერთად, ყოველი სისტემა წარმოადგენს არა ცალკეულ მაჩვენებელთა მექანიკურ ჯამს, არამედ დიალექტიკურ მთლიანობას, სადაც ყოველ მაჩვენებელს შესაბამისი ადგილი აქვს.

თავისი ბუნებით სტატისტიკური კვლევის რთული ობიექტი, მაშინაც კი, როდესაც ასეთი კვლევისას წყდება რაიმე სპეციალური პრობლემა, მაგალითად, რომელიმე ობიექტის სტატისტიკური მოდელის აგება, მოითხოვს მრავალ მაჩვენებელს. მხოლოდ მაჩვენებელთა კომპლექსური გამოყენება იძლევა საშუალებას გადაიღახოს მათი ცალმხრივობა, უზრუნველყოფილ იქნეს ყოველი მათგანის მნიშვნელობის სწორი გაგება, სამოდლო ობიექტი კი წარმოდგენილ იქნეს რეალური სისრულითა და მრავალგვარობით. სწორედ ამიტომ სტატისტიკურ მაჩვენებელთა სისტემა მიეკუთვნება მოდელირებისა და პროგნოზირების ამოსავალ ბაზას.

მაჩვენებელთა სისტემისათვის დამახასიათებელია რიგი თავისებურებანი, რომლებიც გათვალისწინებული უნდა იყოს მოდელირებისა და პროგნოზირებისას:

1) სამოდლო ობიექტის მრავალფეროვნების აღდგენა (მისი იდენტიფიკაცია მოდელირებისას) მაჩვენებელთა სისტემის საშუალებით.

2) ცალკეულ მაჩვენებელთა შეზღუდული ურთიერთკავშირი, რომელიც მათი სისტემის მეშვეობით გარდაიქმნება ობიექტის რთულ დახასიათებად.

თანამედროვე პირობებში, როდესაც სტატისტიკურ მეცნიერებაში სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება მათემატიკური მეთოდები და ხერხები, როდესაც სააღრიცხვო-სტატისტიკურ მუშაობაში სულ უფრო ფართოდ ინერგება კომპიუტერული ტექნიკა, ერთ-ერთ მნიშვნელოვან თავისებურებას, რომელიც უნდა ახასიათებდეს სტატისტიკურ მაჩვენებელთა სისტემას, მიეკუთვნება მისი ფორმალიზების შესაძლებლობა.

სტატისტიკური დაკვირვებისა და მონაცემთა თავმოყრის შედეგად, მათი გაზომვით მიიღება განმაზოგადებელი სტატისტიკური მაჩვენებლები, რომლებიც კონცენტრირებულად ასახავენ საზოგადოებრივი მოვლენების რაოდენობრივი მხარის შემეცნების შედეგებს. მაშასადამე, განმაზოგადებელი სტატისტიკური მაჩვენებლები წარმოადგენს მასობრივ მოვლენათა რაოდენობრივ მახასიათებლებს დროისა და სივრცის განსაზღვრულ ფარგლებში.

განმაზოგადებული სტატისტიკური მაჩვენებლები იქმნება ინდივიდუალური მაჩვენებლებისაგან დაკვირვების ცალკეული ერთეულების მიხედვით. მაგალითად, რომელიმე დარგის პროდუქციის მოცულობა შედგება მოცემულ დარგში შემავალი საწარმოების პროდუქციის მოცულობებისაგან. მაშასადამე, ინდივიდუალური და განმაზოგადებული სტატისტიკური მაჩვენებლები პრინციპულად განსხვავდება ერთმანეთისაგან: ინდივიდუალური სტატისტიკური მაჩვენებლები მიეკუთვნება შემეცნების ემპირიულ საფეხურს, ხოლო განმაზოგადებული მაჩვენებლები – თეორიულ საფეხურს.

განმაზოგადებული სტატისტიკური მაჩვენებლები წარმოადგენს მეცნიერულ აბსტრაქციებს, მათში აისახება ის საერთო, ზოგადი, რაც არსებობს ყოველ ცალკეულ მოვლენაში. განმაზოგადებული სტატისტიკური მაჩვენებლები მრავალგვარია. მათგან შეიძლება გამოიყოს ორი ჯგუფი: 1) ექსტენსიური და 2) ინტენსიური მაჩვენებლები. ექსტენსიური მაჩვენებლები განისაზღვრება პირველადი ნიშნების მიხედვით, ხოლო ინტენსიური – მეორეული ნიშნების მიხედვით. ექსტენსიური სტატისტიკური მაჩვენებლები ახასიათებს სოციალურ-ეკონომიკურ მოვლენათა და პროცესთა მოცულობას. ისინი მიიღება ინდივიდუალური მაჩვენებლების უშუალო შეჯამებით. ინტენსიური მაჩვენებლების უშუალო შეჯამება კი არ შეიძლება. ისინი წარმოადგენს შეფარდების შედეგებს. მათ დიდი შემეცნებითი მნიშვნელობა აქვს.

განმაზოგადებული სტატისტიკური მაჩვენებლები ასახავენ იმ კანონზომიერებებს, რომლებიც უნდა გაითვალისწინონ მოდელირებისა და პროგნოზირებისას. იმისათვის, რომ კანონზომიერებანი ობიექტურად იყოს ასახული და წარმოდგენილი, განმაზოგადებული მაჩვენებლები გაანგარიშებული უნდა იყოს შესაძლარი, ზუსტი და სრული სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე. ასეთი განმაზოგადებული სტატისტიკური მაჩვენებლების გარეშე შეუძლებელია მეცნიერული მოდელირებისა და პროგნოზირების განხორციელება.

განმაზოგადებელ სტატისტიკურ მაჩვენებლებს შორის წამყვანი ადგილი უჭირავს საშუალო სიდიდეს, რომელიც მოცემული მასობრივი მოვლენისათვის ტიპურ სიდიდეს წარმოადგენს. საშუალო სიდიდის პრობლემა დაკავშირებულია დიდ რიცხვთა კანონთან. საშუალო სიდიდე, რომელიც გაანგარიშებულია შემთხვევათა საკმარისად დიდი რიცხვის საფუძველზე, წარმოადგენს შემთხვევით გადახრათა ურთიერთგაბათილების რაოდენობრივ შედეგს. მაშასადამე, იგი წარმოადგენს მასობრივი მოვლენის შინაგანი აუცილებლობის რაოდენობრივ გამოხატულებას.

საშუალო სიდიდე ერთობლიობის განზოგადებულ დახასიათებას წარმოადგენს მხოლოდ მაშინ, როდესაც ეს ერთობლიობა თვისებრივად ერთგვაროვანია; წინააღმდეგ შემთხვევაში იგი ფიქციურ საშუალოდ გადაიქცევა.

გარდა ზოგადი საშუალო სიდიდეებისა, სტატისტიკური კვლევისას ხშირად აუცილებელია განისაზღვროს შესასწავლი ერთობლიობის შიგნით გამოყოფილი ცალკეული ჯგუფების საშუალო.

საშუალო სიდიდის გაანგარიშებისას უნდა გავითვალისწინოთ ის, რომ იგი იძლევა მოვლენათა განზოგადებულ დახასიათებას მხოლოდ ერთი ნიშნის მიხედვით. ყოველი საზოგადოებრივ-ეკონომიკური მოვლენა კი მრავალი თვისებით, ნიშნით ხასიათდება. ამიტომ მოვლენათა ღრმა ანალიზის მიზნით მიზანშეწონილია განისაზღვროს არა ერთი იზოლირებული საშუალო, არამედ საშუალოების სისტემა, რომლებსაც შეუძლია დაახასიათოს შესასწავლი მოვლენა სხვადასხვა მხრიდან. გარდა ამისა, ეკონომიკურ-სტატისტიკური კვლევისას თვით საშუალოების სისტემა გამოყენებული უნდა იყოს სხვა სტატისტიკურ მაჩვენებლებთან კომპლექსურად.

სოციალურ-ეკონომიკურ მოვლენათა კომპლექსში აისახება განმსაზღვრელი ფაქტორების მოქმედების საშუალო შედეგი, თუ იგი ემყარება სტატისტიკური საშუალო სიდიდეების ანალიზს.

საშუალო სიდიდეებთან ერთად მოდელირებისა და პროგნოზირებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ვარიაციის მაჩვენებლებს. ვარიაცია ეწოდება ერთობლიობის ერთეულთა ცვლილებას, რომ-

ლის დროსაც ისინი ხასიათდება სხვადასხვა რაოდენობრივი მნიშვნელობებით. ყოველი სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენისათვის დამახასიათებელია ვარიაცია. ამიტომ განსაზღვრული აზრით ვარიაციის არსებობა განსაზღვრავს სტატისტიკის აუცილებლობას.

ვარიაციის მიზეზები თვით მოვლენათა ბუნებაშია. ყველა საზოგადოებრივი მოვლენისათვის ორგანულად დამახასიათებელია შინაგანი ტენდენციები, მაგრამ მოვლენათა ვარიაციის დონეზე მოქმედებენ გარეგანი, შემთხვევითი მიზეზებიც. მაშასადამე, ვარიაცია გამოწვეულია აუცილებელი და შემთხვევითი, შინაგანი და გარეგანი მიზეზების ერთობლივი ურთიერთზემოქმედებით.

ვარიაციის გაზომვა საშუალებას იძლევა განისაზღვროს მოცემულ ნიშანზე სხვა ვარიირებადი ნიშნების ზემოქმედების ხარისხი, დადგინდეს, თუ რომელი ფაქტორები და როგორი ზომით მოქმედებს შესასწავლი მოვლენის განვითარებაზე. ამიტომ ვარიაციის მაჩვენებლებს დიდი მნიშვნელობა აქვს სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენების მოდელირებისა და პროგნოზირებისათვის.

თემა 4. სტატისტიკური მოდელისა და პროგნოზის ტიპოლოგია

4.1 სტატისტიკური მოდელების კლასიფიკაცია

მოდელირებაში კვლევის პროცესების მიმართულებათა შესაბამისად მოდელები შეიძლება დაჯგუფდეს ეკონომიკურ-მათემატიკურ და ეკონომიკურ-სტატისტიკურ მოდელებად. ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელების გამოყენება დაკავშირებულია უმთავრესად ფუნქციონალურ დამოკიდებულებაში მყოფი მოვლენების (ფუნქციონალური ურთიერთკავშირების) მოდელირებასთან. ეკონომიკურ-სტატისტიკური მოდელები კი გამოიყენება ისეთი რაოდენობრივი კანონზომიერებების ასახვისას, რომლებიც ვლინდება მოვლენათა და პროცესთა დიდ მასაში.

სტატისტიკური მოდელირების არსი ძირითადად მდგომარეობს ისეთი მოდელების აგებაში, რომელთა საფუძველზეც შეიწავლება კვლევის ობიექტის განვითარება და მასზე მოქმედი მრავალი ძირითადი და შემთხვევითი ფაქტორის გავლენის ხასიათი. კვლევის პროცესის ასეთი მიმართულება მოიცავს კორელაციურ ანალიზს, განაწილების კანონების შესწავლასა და სტატისტიკური ცდების მეთოდებს (მონტე-კარლოს მეთოდი და სხვ.).

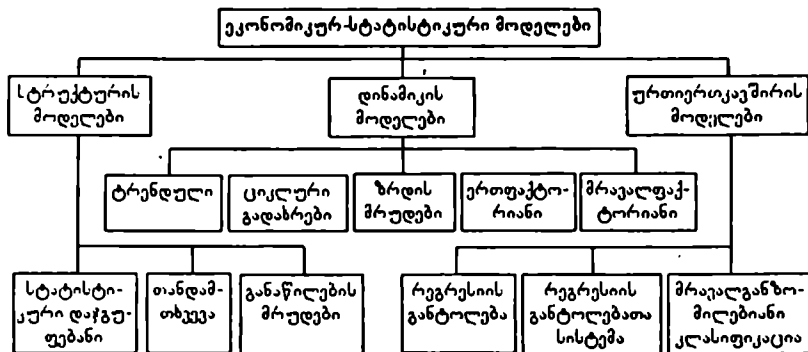
მოდელი გამოიყენება აგრეთვე შესასწავლი ობიექტის შესახებ ისეთი მონაცემების მისაღებად, რომლებიც შეუძლებელია ან ძლიერ ძნელია მივიღოთ უშუალო ორიგინალის შესწავლით. იმისათვის, რომ მოდელმა ეს ამოცანა შეასრულოს, იგი უნდა იყოს არა მხოლოდ ორიგინალ-ობიექტთან შესაბამისობაში მყოფი, არამედ მისგან განსხვავებულიც. ორიგინალისაგან განსხვავება – მოდელის აუცილებელი, ობიექტური ნიშანია.

თანამედროვე პერიოდში დიდად გაიზარდა ეკონომიკურ-სტატისტიკური მოდელებისადმი ინტერესი, რაც განპირობებულია რთული კომპიუტერული ტექნიკის არსებობასთან, რომლებიც საშუალებას იძლევა დამუშავდეს ინფორმაციის დიდი მასივები. ეკონომიკურ-სტატისტიკური მოდელები, თავის მხრივ, შეიძლება დაიყოს ორ ტიპად: სტატისტიკური და დროითი მოდელები. სტატისტიკური მოდელები გამოიყენება სტატისტიკურ ერთობლიობათა კვლევისას, სადაც დაკვირვების ერთეულს წარმოადგენს სივრცითი ერთობლიობის ცალკეული ელემენტები, ხოლო სტატისტიკური ინფორმაციის სახით აიღება ამ ელემენტების მაჩვენებლები დროის განსაზღვრული პერიოდის მდგომარეობით. დროითი მოდელი კი შესასწავლი ობიექტის ცვლილებას განიხილავს დროში. დაკვირვების ერთეულს ამ შემთხვევაში წარმოადგენს დრო, ხოლო საბაზისო ინფორმაციად აიღება მოვლენათა ცვლილების ამსახველი დინამიკური მწკრივები და მისი განმსაზღვრელი ფაქტორები.

საკუთრივ სტატისტიკური მოდელები თავისი შემეცნებითი ფუნქციების მიხედვით შეიძლება დაიყოს სტრუქტურულ, დინამიკურ და ურთიერთკავშირების მოდელებად. სტრუქტურული მოდელები ასახავს სტატისტიკური ერთობლიობის ერთეულთა სიმ-

რავლისა და ნიშანთა სიმრავლის ურთიერთკავშირებს, რომლებიც მოცემულია რაოდენობრივი ფორმით. დინამიკური მოდელები აიგება რეგრესიის განტოლებათა საშუალებით და ისინი ასახავენ ცალკეული ფაქტორების გავლენის ხარისხს საშედეგო ნიშანზე, აგრეთვე, ყველა ფაქტორული ნიშნის გავლენის ეფექტურობას. ურთიერთკავშირების მოდელები აიგება განტოლებათა სისტემის საფუძველზე და ისინი ასახავენ შესასწავლი ობიექტის ყველა ფაქტორული და საშედეგო ნიშნების ურთიერთკავშირს.

ყველა აქ აღნიშნული მოდელი ფართოდ გამოიყენება სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენებისა და პროცესების სტატისტიკურ მოდელირებასა და პროგნოზირებაში.



სქემა 1. ეკონომიკურ-სტატისტიკური მოდელების კლასიფიკაცია

4.2 მოდელის ფორმის შერჩევა

მოდელის ფორმის შერჩევა მოდელირებისა და პროგნოზირების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ეტაპია. ამ ეტაპზე უნდა შეირჩეს მოდელის ისეთი ფორმა, რომელიც ადეკვატური იქნება როგორც ემპირიული მონაცემების, ასევე შესასწავლი სოციალ-ეკონომიკური მოვლენისა და მისი განმსაზღვრელი ფაქტორების ურთიერთ-

დამოკიდებულების ხასიათისა. მოდელის ფორმის შერჩევისას გამოიყენება სამი მიდგომა: ლოგიკური, სტატისტიკური და გრაფიკული. მათგან გადამწყვეტი როლი ეკუთვნის ლოგიკურ თეორიულ-ეკონომიკურ ანალიზს, რომლის დროსაც შეისწავლება მოვლენის შინაგანი ბუნება, მისი თავისებურებანი და კავშირი სხვა მოვლენებთან, აგრეთვე მასზე მოქმედი ფაქტორების გავლენის სიდიდე. მართალია, ლოგიკური მიდგომა არ წარმოადგენს მოდელის ფორმის შერჩევის პრაქტიკულ ინსტრუმენტს, მაგრამ იგი არის საწყისი ეტაპი და საფუძველი ამა თუ იმ პრაქტიკული ხერხის გამოყენებისათვის.

ამა თუ იმ მოდელის ფორმის შერჩევისას შეიძლება წარმატებით გამოვიყენოთ უკვე ცნობილი და შემოწმებული მოდელები, რომლებიც კვლევის ობიექტის ანალოგიურია.

მოდელის ფორმის შერჩევისათვის აუცილებელია დადგინდეს შესასწავლი მოვლენის ურთიერთკავშირების ხასიათი. ამის საფუძველზე უნდა შეირჩეს ისეთი განტოლება, რომელიც შედარებით სრულად ასახავს საშედეგო და ფაქტორულ ნიშნებს შორის კავშირს. ადეკვატური ფორმის განტოლების შერჩევისას გამოიყენება რამდენიმე პრაქტიკული მიდგომა (ხერხი), რომლებიც უნდა შეესაბამებოდეს შესასწავლი ობიექტის თავისებურებას და მისი განვითარების ხასიათს. კვლევის ამ ეტაპზე შედარებით ფართოდ გამოიყენება გრაფიკული ხერხი. მაგრამ ამ შემთხვევაში შერჩევის სუბიექტური ხარისხი მაღალია, რადგან ერთი და იმავე გრაფიკის საფუძველზე სხვადასხვა მკვლევარმა შეიძლება შეარჩიოს სხვადასხვა ფორმის განტოლება, აგრეთვე შერჩევის შედეგი მნიშვნელოვანი ზომით დამოკიდებულია გრაფიკული გამოსახვის მასშტაბზე, რაც სუბიექტურად აიღება. მიუხედავად ამისა, მოვლენის განვითარების ამსახველი შედარებით მარტივი კონფიგურაციის შემთხვევაში მოდელის ფორმის შერჩევის გრაფიკული ხერხი სასურველ შედეგებს იძლევა.

მოდელის ფორმის შერჩევის ერთ-ერთი მიდგომის არსი მდგომარეობს თანმიმდევრობითი სხვაობების მეთოდის გამოყენებაში. ეს მეთოდი, უპირველეს ყოვლისა, ემყარება იმას, რომ დინამიკური

მწკრივის არსებობისას მისი დონე შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს როგორც ორი კომპონენტის ჯამი, ე. ი.

$$y_i = \hat{y}_i + \varepsilon_i,$$

სადაც \hat{y}_i არის სტრუქტურული (სისტემატური) კომპონენტი, ხოლო ε_i – შემთხვევითი კომპონენტი.

ამ მეთოდის შესაბამისად საჭიროა განისაღვროს დინამიკური მწკრივის დონეების პირველი, მეორე, მესამე და ა. შ. სხვაობები. მაშასადამე, თუ ამ სხვაობებს აღვნიშნავთ u_i -თი, მაშინ მათი გამოთვლის პროცესი ზოგადად ასე გამოისახება:

$$u_i = y_i - y_{i-1},$$

$$u_i^{(2)} = u_i - u_{i-1},$$

$$u_i^{(3)} = u_i^{(2)} - u_{i-1}^{(2)}, \quad \text{და ა. შ.}$$

გაანგარიშებანი გრძელდება მანამდე, სანამ სხვაობები დაახლოებით ერთმანეთის ტოლი არ იქნება. სხვაობების რიგი აიღება შემდეგი დინამიკური მწკრივის მოსასწორებელი ფუნქციის ხარისხად. თუ დაახლოებით თანაბარი აღმოჩნდება პირველი სხვაობები (u_i), მაშინ მწკრივის მოსწორებისათვის გამოიყენება პირველი ხარისხის პოლინომი და ა. შ. მაგრამ ასეთი მიდგომა არ არის უნივერსალური და მას ყოველთვის ვერ გამოვიყენებთ. იგი შესაძლებელია მხოლოდ მრავალწევრიანი ფუნქციების შერჩევისას.

მოდელის ფორმის შერჩევისას შედარებით ფართო გავრცელება პოვეს წრფივმა ფუნქციებმა, რადგან მათ ახასიათებს შედარებით მარტივი სახე, მაღალი თეორიული დასაბუთება, გადაწყვეტისა და ინტერპრეტაციის სიადვილე. ფართოდ გამოიყენება აგრეთვე ისეთი განტოლებანი, რომლებიც ადვილად დაიყვანება წრფივ დამოკიდებულებაზე.

4.3 სტატისტიკური პროგნოზის ცნება, პროგნოზების კლასიფიკაცია სხვადასხვა ნიშნის მიხედვით

სტატისტიკური პროგნოზირების მთავარი ობიექტია მასობრივი სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენები და პროცესები. მათი მომავალი ცვლილების მეცნიერულად დასაბუთებული შედეგები აისახება სტატისტიკურ პროგნოზში. მაშასადამე, სტატისტიკური პროგნოზი წარმოადგენს მეცნიერული კვლევის კონკრეტულ შედეგს, რომელშიც მოცემულია შესასწავლი ობიექტის მომავალი ცვლილებების დასაბუთებული შეფასება. სტატისტიკური პროგნოზი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ ძირითად მოთხოვნებს:

- იგი შემუშავებული უნდა იყოს საკმარისად დიდი მოცულობის უტყუარი, ერთგვაროვანი და შესაღარი ინფორმაციის არსებობის პირობებში;

- იგი ასახული უნდა იყოს სტატისტიკური მაჩვენებლების საშუალებით;

- იგი მიღებული უნდა იყოს სტატისტიკური მეთოდებისა და ხერხების გამოყენებით;

- მისი სიზუსტისა და საიმედოობის ხარისხის შემოწმება შესაძლებელი უნდა იყოს სტატისტიკური კრიტერიუმებით;

- იგი უნდა იძლეოდეს კვლევის ობიექტის შესახებ ახალ ინფორმაციას, რაც გააფართოებს მისი შემეცნების საზღვრებს;

- მისი შემუშავების პროცესში შესაძლებელი უნდა იყოს განგარიშებათა ჩატარება თანამედროვე კომპიუტერული ტექნიკის გამოყენებით.

სტატისტიკური პროგნოზები მრავალი სახისაა. მათი მრავალფეროვნება დაკავშირებულია სხვადასხვა არსებითი დამახასიათებელი ნიშნების არსებობასთან. ასეთი ნიშანი შეიძლება იყოს პროგნოზირების მიზანი, პროგნოზირების ობიექტი, საპროგნოზო დრო, მასშტაბი და სხვ.

პროგნოზირების მიზნის მიხედვით სტატისტიკური პროგნოზი შეიძლება იყოს საძიებო და ნორმატიული. საძიებო ეწოდება

ისეთ პროგნოზს, რომელშიც მოცემულია შესასწავლი ობიექტის მომავალი ცვლილების ძირითადი მიმართულებები. ნორმატიული პროგნოზი კი ასახავს კვლევის ობიექტის განვითარების დასახული მიზნის (სასურველი დონის) მიღწევის გზებს, პირობებსა და ვადებს. ნორმატიულ პროგნოზს სხვანაირად მიზნობრივ პროგნოზსაც უწოდებენ.

პროგნოზირების ობიექტის მიხედვით სტატისტიკური პროგნოზები შეიძლება იყოს:

- ეკონომიკური;
- სოციალური;
- მეცნიერულ-ტექნიკური;
- პოლიტიკური;
- სამხედრო;
- ეკოლოგიური.

გარდა ამისა, ხშირად მუშავდება, ე.წ. შერეული სახის სტატისტიკური პროგნოზები, რომლებშიც აისახება განსხვავებული ბუნების ობიექტები. ასეთი პროგნოზების მაგალითია დემო-ეკონომიკური პროგნოზები, სამხედრო-პოლიტიკური პროგნოზები, გეო-ეკონომიკური პროგნოზები, სოციალურ-დემოგრაფიული პროგნოზები და სხვ.

დროის მიხედვით სტატისტიკური პროგნოზები შეიძლება იყოს:

- ოპერატიული;
- მოკლევადიანი;
- საშუალოვადიანი;
- გრძელვადიანი;
- ზევადიანი.

ოპერატიული პროგნოზები მოიცავს დროის მონაკვეთს რამდენიმე დღიდან ერთ თვემდე; მოკლევადიანი — რამდენიმე თვიდან 2 წლამდე; საშუალოვადიანი — 3-დან 8 წლამდე; გრძელვადიანი — 8-დან 20 წლამდე; ხოლო ზევადიანი — 20 წელზე ზევით.

მასშტაბის მიხედვით სტატისტიკური პროგნოზები შეიძლება იყოს:

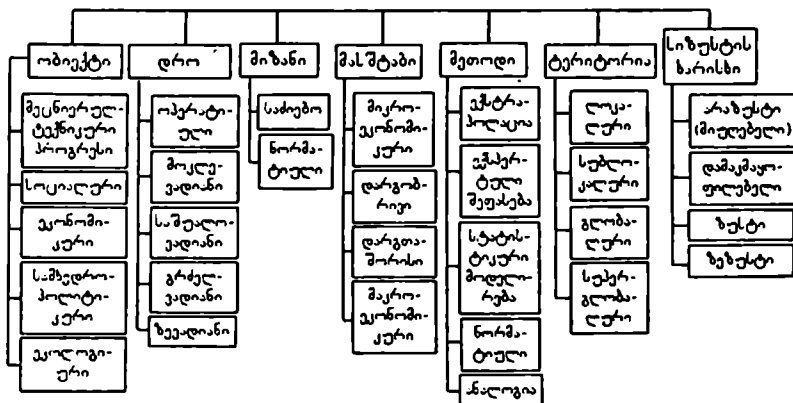
სუბლოკალური

- ლოკალური;
- გლობალური;
- სუპერგლობალური.

სუბლოკალური პროგნოზები ასახავენ კონკრეტული მოვლენის ან პროცესის მომავალი განვითარების მეცნიერულ შეფასებებს შეზღუდული მასშტაბის ფარგლებში. მაგ.: მოსახლეობის რიცხოვნობის პროგნოზი ქვეყნის ცალკეული ქალაქების ან რაიონების მიხედვით. ლოკალური პროგნოზი შედარებით უფრო ფართოა, ვიდრე სუბლოკალური და გულისხმობს სხვადასხვა ობიექტის პროგნოზს მთლიანად ქვეყნის მიხედვით. გლობალური პროგნოზები მუშავდება ცალკეული ქვეყნების ან ქვეყნების ჯგუფის მიხედვით, ხოლო სუპერგლობალური პროგნოზები მოიცავს მთელ მსოფლიოს.

სტატისტიკური პროგნოზების კლასიფიკაცია შეიძლება სხვა ნიშნების მიხედვითაც, როგორიცაა: ტერიტორიული და დარგობრივი, ინფორმაციული უზრუნველყოფა, პროგნოზირების მეთოდი, პროგნოზის სიზუსტის ხარისხი და სხვ.

ეკონომიკურ-სტატისტიკური პროგნოზები



სქემა 2. ეკონომიკურ-სტატისტიკური პროგნოზების კლასიფიკაცია

თემა 5. მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკური მოდელირება და პროგნოზირება

5.1 მოვლენათა დინამიკა, როგორც სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების ობიექტი

სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენები და პროცესები რთული და მრავალმხრივი ცვლილებებით ხასიათდებიან, რომელთა შესახებ გარკვეული ინფორმაციის წინასწარი ცოდნა საშუალებას იძლევა განხორციელდეს ადამიანის მიერ მათი მიზანდასახული რეგულირება. სწორედ ასეთი ინფორმაციის მიღების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საშუალებას წარმოადგენს სტატისტიკური პროგნოზირება. მაგრამ აქვე უნდა აღინიშნოს ის გარემოება, რომ სტატისტიკური პროგნოზირების კვლევის სფეროში მოქცეულია არა ყოველგვარი მოვლენა და პროცესი, არამედ მხოლოდ ისეთი, რომლებსაც მასობრივი ხასიათი აქვს და მომავალში მათ ცვლილებას ალტერნატიული მნიშვნელობები ექნება. მეცნიერული აზრი არა აქვს ისეთი მოვლენების პროგნოზირებას, რომელთა მომავალი ცვლილება წინასწარ ერთმნიშვნელოვნად ზუსტადაა გარკვეული.

სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენებისა და პროცესების ცვლილება აისახება დინამიკის (ანუ დროითი) მწკრივების საშუალებით. ემპირული დინამიკური მწკრივი ასახავს შესასწავლი მოვლენის განვითარების ტენდენციას, ხოლო თეორიული ანუ მოსწორებული მწკრივი კი – ტენდს (ანუ ძირითად ტენდენციას). ამ შემთხვევაში სტატისტიკური პროგნოზირების ობიექტია არა ზოგადად სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენები და პროცესები, არამედ მათი ცვლილების ძირითადი ტენდენციები, როგორც წარსულში და აწმყოში, ასევე მომავალში. ასეთი კვლევის ძირითადი სასურველი შედეგია მეცნიერულად დასაბუთებული პროგნო-

ზული შეფასებების მიღება ამა თუ იმ მოვლენის მომავალი განვითარების შესახებ.

სტატისტიკური პროგნოზირების, როგორც მეცნიერული შედეგების დარგსა და მისი შესწავლის ობიექტს შორის თანაფარდობის კვლევა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მეთოდოლოგიური პრობლემაა, რაც არასაკმარისადაა განხილული სპეციალურ ლიტერატურაში; თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ზოგიერთი მეცნიერის მიერ განხილულია ამ პრობლემის ცალკეული ასპექტები (იხ. 20, 24, 25, 49). ჩვენი აზრით, აღნიშნული პრობლემის კვლევაში შეიძლება გამოიყოს სამი სხვადასხვა მიდგომა: ფორმალური, კოლუნტარული და პრაგმატული.

ფორმალური მიდგომისას პროგნოზირება განიხილება როგორც თეორიული კვლევის სფერო, რომლის დროსაც მიღებული შედეგი, ე.ი. პროგნოზი წარმოადგენს შესასწავლი ობიექტის მომავალი ცვლილების შესახებ მეცნიერული მსჯელობის შედეგად მიღებულ დასკვნას (იხ. მაგალითად, 48, გვ. 52). ასეთი მიდგომისას პროგნოზირება განიხილება როგორც მეცნიერული მიმართულება, რომელიც ამუშავებს პროგნოზირების ტიპოლოგიის პრინციპებს და თეორიულ ცნებებს. ამ შემთხვევაში პროგნოზირების ობიექტი უახლოვდება აბსტრაქციას, ხოლო თვით პროგნოზირება ახორციელებს თეორიული კონსტრუქციების აგებას, პრაქტიკული სამუშაოების ფუნქცია კი უნდა შეასრულოს გამოყენებითი ხასიათის გამოკვლევებმა.

კოლუნტარული მიდგომა გულისხმობს პროგნოზირებაში ადამიანის აქტიურ საქმიანობას და მას მიიჩნევს სუბიექტურად დასახული მიზნების მიღწევის თეორიად (იხ. 24). დაახლოებით იგივეა ის აზრიც, რომ პროგნოზირება წარმოადგენს მართვის თეორიის ერთ-ერთ შემადგენელ კომპონენტს, რამდენადაც იგი ემყარება იმ წინაპირობას, რომ მართვა — ეს ნიშნავს წინასწარ ხედვას, ხვალისდელი დღის წინასწარ განკვერტას (იხ. 44). მაშასადამე, ასეთი მიდგომისას პროგნოზირება წარმოადგენს ადამიანთა სუბიექტური აზრების ჩამოყალიბების ინსტრუმენტს.

პროგნოზირებაში პრაგმატული მიდგომა გულისხმობს მთელი რიგი განსხვავებული პროგნოსტიკების, როგორც მეცნიერებათა სხვადასხვა დარგების არსებობას, რომლის დროსაც ყოველმა თვანს აქვს კვლევის საკუთარი ობიექტი და შესაბამისი სპეციფიკური მეთოდი და ხერხი; მაშასადამე, ყოველი მათგანი გათვალისწინებულია ცოდნის სპეციალური დარგისათვის. ასეთი თვალსაზრისი მოცემულია, მაგალითად, ჯ. მარტინოს წიგნში (იხ. 25), რომელიც ტექნოლოგიების განვითარების პროგნოზების შემუშავებას განიხილავს, როგორც მეცნიერების სხვადასხვა დარგის მიზანდასახული გამოყენების სფეროს, რომლის შიგნითაც პროგნოზირება ასრულებს დამხმარე როლს ინფორმაციის რაღაც ნაწილის მიღებაში. პრაგმატული მიდგომისას ზოგიერთი მკვლევარი მიიჩნევს, რომ ყოველი ობიექტის შესწავლისას აუცილებელია დამუშავდეს პროგნოზირების ცალკე მეთოდი და სპეციალური მოდელი, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელი იქნება მისი ცვლილებისა და შინაგანი მექანიზმის კვლევა. ასეთ მიდგომასთან ახლოსაა ე. იანჩის მსჯელობა იმის შესახებ, რომ ტექნოლოგიური პროგნოზირება – ეს ჯერ კიდევ ხელოვნებაა და არა მეცნიერება, რომ ამჟამად იგი ხასიათდება თვალსაზრისებით და არა ინსტრუმენტებით. ეს, რა თქმა უნდა, შეეხება მხოლოდ პროგნოზირების ერთ-ერთ სპეციალურ მიმართულებას და არა პროგნოსტიკის სხვა დარგებს, რაც პრაგმატული მიდგომის გამოხატულებაა. ჩვენი აზრით, პროგნოსტიკის, როგორც ზოგადმეცნიერული დისციპლინის ასეთი დიფერენციაცია პრაგმატული მიდგომით იმით აიხსნება, რომ იგი როგორც მეცნიერება, საბოლოოდ ჯერ კიდევ არ არის სრულყოფილად ჩამოყალიბებული და ინტენსიური განვითარების პროცესშია. აქედან გამომდინარე, მის სრულყოფასთან ერთად შეიცვლება სპეციალისტთა მიდგომაც მისი კვლევის ობიექტისა და მეთოდის თანაფარდობის მიმართ.

ყოველი განხილული მიდგომა ხასიათდება გარკვეული ნაკლოვანებებით და ამასთანვე თითოეული მათგანი მოიცავს განსაზღვრულ რაციონალურ მომენტებს და დებულებებს. ცალკეული მიდგომისათვის დამახასიათებელი ძირითადი ნაკლოვანებები; ჩვე-

ნი აზრით, ასეთია: ფორმალური მიდგომისას არ გაითვალისწინება პრაქტიკული მოთხოვნები და რეალური პირობები, რის გამოც კვლევას მხოლოდ თეორიული ხასიათი აქვს და მისი შედეგები უახლოვდება აბსტრაქტულ დასკვნებს. ვოლუნტარული მიდგომა ძირითადად ემყარება სუბიექტივიზმის პრინციპს და უმეტესად იგნორირებულია მეცნიერული დასაბუთებულობის პრინციპი, რის გამოც კვლევის შედეგი ხშირად შორსაა ქეშმარიტებისაგან. პრაგმატული მიდგომა აღიარებს პროგნოსტიკის ცალკეულ, დანაწევრებულ მიმართულებებს შესაბამისი მეთოდით და უარყოფს პროგნოსტიკას, როგორც მეცნიერების ერთიან თეორიულ-მეთოდოლოგიურ სისტემას.

მიუხედავად აღნიშნული ნაკლოვანებებისა, ყოველი მიდგომა გარკვეული ასპექტით ზელს უწყობს პროგნოსტიკის, როგორც კომპლექსური მეცნიერების განვითარებას და სრულყოფას. ამასთან დაკავშირებით თითოეული მიდგომის რაციონალურ მომენტებს, ჩვენი აზრით, მიეკუთვნება შემდეგი:

- კვლევის ობიექტის გავლენა პროგნოზირების მიზნებსა და ამოცანებზე;

- პროგნოზირების მეთოდის (ან მეთოდების) შერჩევაზე შესასწავლი ობიექტის გავლენა;

- პროგნოზული კვლევის ფორმალურ-ლოგიკური აპარატის შემუშავების აუცილებლობა;

- პროგნოსტიკული საქმიანობის ინფორმაციული უზრუნველყოფა;

- მეკვლევრის კვალიფიკაციისა და კომპეტენციის მაღალი დონე კონკრეტული ამოცანების გადაწყვეტაში.

მაგრამ ყოველი ეს დებულება დამახასიათებელია სტატისტიკური პროგნოზირების, როგორც მეცნიერების დარგისა და მისი ობიექტის ურთერთთანაფარდობის ცალკეული მხარეებისათვის. ამ ხარვეზის აღმოსაფხვრელად, ჩვენი აზრით, სტატისტიკურმა პროგნოზირებამ უნდა განაზოგადოს პროგნოზების შემუშავების უკვე დაგროვილი გამოცდილება ცოდნის მრავალ სხვა სფეროებში (ტექნიკასა და ტექნოლოგიებში, სოციოლოგიაში, პოლიტიკაში,

ეკოლოგიაში. კოსმოსში და ა.შ.) და ამის საფუძველზე შექმნას ზოგადთეორიული და ზოგადმეთოდოლოგიური ბაზა პროგნოზირების სპეციფიკური ამოცანების გადასაწყვეტად. ასეთი ამოცანების განსაზღვრა ხდება სხვადასხვა ხასიათის ობიექტების კვლევისას. მაგრამ ყველა შემთხვევაში ეს ამოცანა მდგომარეობს შემდეგში: მოვლენათა მომავალი მდგომარეობის წინასწარი მეცნიერული განკვერტა. ამ შემთხვევაში პირველ პლანზე ჩნდება არა იმის კვლევა, რაც არის ამჟამად, არამედ იმისი, თუ რა იქნება მომავალში, ე.ი. ჭერ კიდევ არარსებული ობიექტის სახე, ან კიდევ არსებული, მაგრამ ჭერ კიდევ უცნობი, ანუ ახალი მდგომარეობა. ასეთ პირობებში სტატისტიკური პროგნოზირება ახორციელებს შესასწავლი ობიექტის წინასწარ ასახვას და ასეთი ასახვა არის არა რაღაც აბსტრაქტული, „მკედარი“ სტემის აგება, არამედ ადამიანის (მკვლევარის) აქტიური საქმიანობის პროცესი, რაც გულისხმობს შესასწავლი ობიექტის ცვლილების გამოსახვას რეალური მოდელის (სტემის) ფორმით. ამასთან ერთად, პროგნოზირებაში შემეცნებითი საქმიანობის აქტიურობა, ჩვენი აზრით, მდგომარეობს არა მხოლოდ იმაში, რომ თეორიულად იქმნება არარსებული ობიექტის სახე (მოდელი), არამედ აგრეთვე იმაშიც, რომ ასეთი მოდელის შექმნა ექვემდებარება ადამიანის პროგნოსტიკული საქმიანობის მიზნებს – გარდაქმნას (შეცვალოს) ობიექტურად არსებული რეალური სინამდვილე, ანუ ფართო გაგებით, მატერიალური სამყარო. აქედან გამომდინარე, სტატისტიკური პროგნოზირების, როგორც მეცნიერების დარგსა და მისი კვლევის ობიექტის ურთიერთ-თანაფარდობის პრობლემის გადაწყვეტაში, ჩვენი აზრით, არსებითი მნიშვნელობა აქვს კომპლექსურ მიდგომას, რომლის დროსაც გათვალისწინებული იქნება ზემოთ განხილული სამი სხვადასხვა მიდგომის (ფორმალური, ვოლუნტარული და პრაგმატული) დამახასიათებელი რაციონალური მომენტები და მათი ნაკლოვანებების აღმოფხვრის გზები და საშუალებები. ასეთი მიდგომა ჩამოყალიბდება სტატისტიკური პროგნოზირების როგორც მეცნიერების განვითარებასა და სრულყოფის შესაბამისად. საბოლოო ანგარიშით, კომპლექსური მიდგომა მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს სტატისტიკური პროგნოზირების, როგორც მეცნიერული

შემეცნების დარგსა და მისი შესწავლის ობიექტს შორის თანათარ-
ლობის კვლევას.

სტატისტიკას ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია სა-
ერთოდ პროგნოსტიკაში და კერძოდ კი მოვლენათა დინამიკის
პროგნოზირებაში. იგი წარმოადგენს პროგნოზირების აუცილე-
ბელ ემპირიულ და მეთოდოლოგიურ საფუძველს, რაც გულისხ-
მობს შემდეგს: სტატისტიკა როგორც ინფორმაციის სისტემა; სტა-
ტისტიკა როგორც განვითარების კანონზომიერებათა გამოვლენის
მეთოდოლოგია; სტატისტიკა როგორც საპროგნოზო მოვლენების
ურთიერთკავშირის სიმჭიდროვის ხარისხის დადგენის საშუალება;
სტატისტიკა როგორც პროგნოზული მაჩვენებლების განსაზ-
ღვრის მეთოდი; სტატისტიკა როგორც მიღებული პროგნოზების
სიზუსტისა და საიმედოობის შეფასების მეთოდი.

საპროგნოზო ობიექტის (მოვლენის, პროცესის) შესახებ სა-
თანადო ემპირიული ინფორმაციის მიღება და განზოგადება სტა-
ტისტიკის პრეროგატივაა, რაც არასაკმარისადაა გაშუქებული
სპეციალურ ლიტერატურაში. საბაზრო პროცესების პროგნოზი-
რების საწყის ეტაპს წარმოადგენს სწორედ შესაბამისი ინფორმა-
ციული ბაზის ფორმირება, რაც ხორციელდება სტატისტიკის სა-
შუალებით. ამის შემდეგ იწყება პროგნოზირების შემდგომი ეტა-
პები, რომლებზეც ასევე აუცილებელია სტატისტიკური მეთოდე-
ბისა და ხერხების გამოყენება. ამის შესახებ სამართლიანად მიუთი-
თებს მრავალი მეცნიერი [იხ. 1, 13, 20, 32].

სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენები და პროცესები იმდე-
ნად რთული და ცვალებადია, რომ მათი პროგნოზირებისას არსე-
ბული რეტროსპექტული ინფორმაცია მუდმივ განახლებას საჭი-
როებს. ამ ამოცანის გადაწყვეტისას კი სტატისტიკას ალტერნა-
ტივა არა აქვს, რამდენადაც იგი ფლობს ინფორმაციის მოპოვების
ფორმებისა და ხერხების ფართო არსენალს. ასე, მაგალითად: თუ
ანგარიშგების ფორმით მიღებული სტატისტიკური ინფორმაცია
არასაკმარისია რომელიმე სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენის
პროგნოზების ასაგებად, მაშინ ინფორმაციის სისრულის უზრუნ-
ველსაყოფად შეიძლება განხორციელდეს სპეციალურად ორგანი-
ზებული სტატისტიკური დაკვირვებები. ასევე, საპროგნოზო

ობიექტზე მოქმედი ფაქტორების შესახებ ინფორმაციის მისაღებად შესაძლებელია სტატისტიკური დაკვირვების სხვადასხვა ხერხის გამოყენება. ყოველივე ეს ქმნის იმის საფუძველს, რომ პროგნოზირებისას შეიქმნას შესასწავლი ობიექტის შესახებ ინფორმაციის ერთიანი სისტემა, რომელშიც მოცემული იქნება რეტროსპექტული, მიმდინარე და პერსპექტიული მასივები. პროგნოზირების მიზნებიდან და ამოცანებიდან გამომდინარე, სტატისტიკას ყოველთვის შეუძლია განაახლოს ინფორმაციის სისტემა.

მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირება უმეტესად ემყარება კვლევის ობიექტის განვითარების ძირითად კანონზომიერებებსა და ტენდენციებს. მათი გამოვლენა კი ძირითადად ხორციელდება სტატისტიკური მეთოდებისა და ხერხების საშუალებით. ამ დროს ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა სახის საშუალო მაჩვენებლები: არითმეტიკული, გეომეტრიული, ჰარონოლოგიური. მცოცავი საშუალო სიდიდეები, აგრეთვე დინამიკის მწკრივების ანალიზური მაჩვენებლები: აბსოლუტური მატების, ზრდის ტემპის. მატების ტემპის კოეფიციენტები. გარდა ამისა, განვითარების ძირითადი ტენდენციის ანუ ტრენდის გამოვლენისა და ასახვისათვის ფართოდ გამოიყენება სტატისტიკური გრაფიკების მეთოდი.

იმ შემთხვევაში, როდესაც აიგება სტატისტიკური პროგნოზი, ეს გულისხმობს იმას, რომ კონკრეტული პროგნოზული მაჩვენებლები გამოითვლება სტატისტიკური მეთოდებითა და ხერხებით, რომელთა სახესხვაობები და მოდიფიკაციები რამდენიმე ათეულს აღემატება. სტატისტიკური პროგნოზების შემუშავებისას ფართოდ გამოიყენება ექსტრაპოლაცია, სტატისტიკური მოდელირება, საშუალო სიდიდეები, ინდექსები, კორელაციური და რეგრესიული ანალიზის მეთოდები და ხერხები, ექსპერტულ მონაცემთა დამუშავების მეთოდები, კომპარატიული მეთოდები და სხვ. ამასთანავე, სასურველ შედეგებს იძლევა პროგნოზების აგება სტატისტიკური და არასტატისტიკური მეთოდების ერთობლივი კომპლექსური გამოყენება, რაც ძლიერ ამაღლებს მათი დასაბუთების დონეს და ხარისხს.

5.2 მოვლენათა განვითარების ტენდენციების გამოვლენა სტატისტიკური საშუალო სიდიდეების გამოყენებით

სოციალურ-ეკონომიკური 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. ამ შემთხვევაში ემპირიული დინამიკური მწკრივის თავისებურებიდან გამომდინარე შეირჩევა ტრენდის გამოვლენის კონკრეტული ფორმულა. იგი ძირითადად დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორ ტენდენციას ასახავს მოცემული დინამიკური მწკრივი. თუ დინამიკური მწკრივის დონეები ერთმანეთისაგან უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან, მაშინ ტრენდის გამოსაყვანად გამოიყენება მარტივი არითმეტიკული საშუალოს ფორმულა, ე. ი.

$$\bar{y}_i = \bar{y},$$

სადაც $\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$ – მწკრივის მოსწორებული (თეორიული) დონეები; y_i – მწკრივის ემპირიული დონეები ($i = 1, 2, 3, \dots, n$); n – მწკრივის დონეთა რიცხვი.

ასეთი დინამიკური მწკრივები ასახავენ ე. წ. ნულოვან ტრენდს და პროგნოზირება მის საფუძველზე სირთულეს არ წარმოადგენს. მაგრამ პრაქტიკაში ნულოვანი ტრენდის მქონე სოციალურ-ეკონომიკური პროცესები იშვიათია. ამიტომ მათი ამსახველი დინამიკური მწკრივების დონეები მნიშვნელოვანი ზომით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, რაც მრავალი ერთდროულად მოქმედი ფაქტორის გავლენის შედეგია. ამიტომ ასეთ შემთხვევაში ტრენდის გამოსაყვანად საჭიროა სხვა მეთოდის გამოყენება, კერძოდ, მცოცავი

(ანუ სრიალა) საშუალო. მისი არსი მდგომარეობს ემპირიული დონეების შეცვლით საშუალო დონეებით. მაგრამ წინასწარ აუცილებელია განისაზღვროს სრიალის ინტერვალი, რაც დამოკიდებულია მოცემული დინამიკური მწკრივის სიდიდეზე. თუ მწკრივის დონეთა რიცხვი დიდი არ არის, მაშინ ინტერვალის სიდიდე შეიძლება იყოს 2 და 3. იმ შემთხვევაში, როდესაც დინამიკური მწკრივი მოიცავს ვარიანტთა დიდ რაოდენობას (მაგ. 10 და მეტს), მაშინ ინტერვალის სიდიდე შეიძლება იყოს 4 ან 5. საერთოდ, ინტერვალის სიდიდის ოპტიმალური ვარიანტის ზუსტი განსაზღვრის მეტოდი, როგორც სამართლიანად აღნიშნავს პროფესორი ბ. გაბიძაშვილი, არ არსებობს და არც შეიძლება არსებობდეს. იგი განისაზღვრება კვლევის კონკრეტული პირობებით (იხ. 19).

თუ მოცემულია დინამიკური მწკრივი $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$, მაშინ ტრენდის გამოვლენა მცოცავი საშუალოს გამოყენებით ხორციელდება შემდეგნაირად:

$$\bar{y}_1 = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3},$$

$$\bar{y}_2 = \frac{y_2 + y_3 + y_4}{3},$$

$$\bar{y}_3 = \frac{y_3 + y_4 + y_5}{3},$$

$$\bar{y}_{n-2} = \frac{y_{n-2} + y_{n-1} + y_n}{3}.$$

მაშასადამე, ინტერვალის სიდიდედ აღებული იყო 3. თეორიული (ანუ მოსწორებული) 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 დონეებზე.

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

$$\bar{y}_1 = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4}{4},$$

$$\bar{y}_2 = \frac{y_2 + y_3 + y_4 + y_5}{4},$$

$$\bar{y}_3 = \frac{y_3 + y_4 + y_5 + y_6}{4},$$

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

ამ შემთხვევაში მიიღება ასეთი სახის თეორიული მწკრივი: $\bar{y}_1, \bar{y}_2, \bar{y}_3, \dots, \bar{y}_{n-3}$, მაშასადამე, თეორიული მწკრივის დონეთა რიცხვი 3-ით ნაკლებია ემპირიულ დონეებზე.

ზოგადი სახით მცოცავი საშუალო სიდიდეების გაანგარიშების ფორმულა ასეთია:

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

სადაც n არის მოსწორების ინტერვალის სიდიდე.

კონკრეტულ პირობებში მოსწორების ინტერვალის სიდიდე დამოკიდებულია კვლევის ობიექტის თავისებურებებზე და აგრეთვე მოცემული ემპირიული მწკრივის დონეთა რიცხვზე. მაშასადამე, მოსწორების ინტერვალის სიდიდის განსაზღვრისას, ჩვენი აზრით, აუცილებელია ორი ასპექტის გათვალისწინება: ლოგიკურის და ფორმალურის. პირველს საფუძვლად უდევს შესასწავლი მოვლენის ხასიათი და კვლევის მიზანი, ხოლო მეორეს – მოცემული დინამიკური მწკრივის სახე და სიდიდე. ორივე ასპექტის გათვალისწინება უზრუნველყოფს რეალური ტრენდის გამოვლენას და მის საფუძველზე შედარებით ზუსტი და სარწმუნო პროგნოზების შემუშავებას.

5.3 აბსოლუტური მატებისა და ზრდის ტემპის კოეფიციენტების გამოყენება ძირითადი ტენდენციების გამოვლენაში

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 დინამიკური 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:

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \Delta_i}{n-1},$$

სადაც n არის დინამიკური მწკრივის დონეთა რიცხვი; Δ_i არის ცალკეული აბსოლუტური მატების მაჩვენებლები და $i = 1, 2, 3, \dots, n-1$.

ტრენდის გამოვლენის უშუალო პროცედურა საშუალო აბსოლუტური მატების კოეფიციენტის გამოყენებით ზოგადად ასეთია:

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

სადაც \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.

ამ შემთხვევაში პირველი მოსწორებული დონე იქნება:

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

შემდეგ

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

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

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

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

მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირებისას ტრენდის გამოსავლენად ხშირად გამოიყენება ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტი. ეს განსაკუთრებით ხდება მაშინ, როდესაც მოცემული დინამიკური მწკრივის დონეები ასახავენ პროგრესულად ზრდად ტენდენციას, ე. ი. ყოველ მომდევნო დონეებს შორის სხვაობა მნიშვნელოვნად აღემატება წინა დონეების სხვაობებს. ასეთ შემთხვევაში ტრენდის გამოვლენა ხორციელდება შემდეგნაირად:

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

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

სადაც \bar{K} — ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტი; y_1 — ემპირიული დინამიკური მწკრივის საწყისი დონე; y_n — დინამიკური მწკრივის საბოლოო დონე; n — დონეთა რიცხვი მოცემულ მწკრივში.

როგორც ამ ფორმულიდან ჩანს, ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტის სიდიდე დამოკიდებულია მხოლოდ საწყისი და საბოლოო დონეების მნიშვნელობებზე. იმ შემთხვევაში, როდესაც ეს

დონეები დიდი გადახრებით ხასიათდება (სხვადასხვა შემთხვევითი ფაქტორების ზემოქმედებით), მაშინ გაანგარიშებული კოეფიციენტი ცრუ ტემპის მაჩვენებელი და მწკრივის მოსასწორებლად მიუღებელი იქნება. იმისათვის, რომ გამოვლინდეს რეალური ტენდენ-
დის მიზანშეწონილია მოცემული დინამიკური მწკრივის ყველა დონის ჩართვა გაანგარიშებებში. ამ პრინციპის გათვალისწინებით არსებობს ზრდის საშუალო ტემპის გაანგარიშების ასეთი ფორ-
მულა:

$$\bar{K} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - y_1}{\sum_{i=1}^n y_i - y_n},$$

სადაც 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:

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

სადაც i – მოცემული მწკრივის დონეების რიგითი ნომერია.

მწკრივის პირველი მოსწორებული დონე იქნება:

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

შემდეგ კი ასე თანმიმდევრობით:

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

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

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

იმ შემთხვევაში, როდესაც მოცემულია დიდი ზომის დინამიკური მწკრივი, გაანგარიშებათა შრომატევადობის შემცირება ერთ-ერთი ძირითადი მიზანია. მაგრამ ამ შემთხვევაში მთავარი

მოთხოვნის შესრულება აუცილებელია, რაც მდგომარეობს რეალური ტრენდის გამოვლენაში. სწორედ ამ მოთხოვნას პასუხობს ჩვენ მიერ შემუშავებული ზრდის საშუალო ტემპის გაანგარიშების ახალი წესი, რომლის არსი შემდეგში მდგომარეობს: ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტის გაანგარიშებაში მონაწილეობს მოცემული დინამიკური მწკრივის მხოლოდ სამი ღონე: საწყისი, მედიანური (ანუ ცენტრალური) და საბოლოო. ფორმალურად მისი ინტერპრეტაცია ასეთია:

$$\bar{K} = \sqrt{\left(\frac{y_1 + y_M + y_n}{3}\right)} : y_1.$$

სადაც y_1 – მოცემული ემპირიული დინამიკური მწკრივის საწყისი ღონეა; y_M – დინამიკური მწკრივის მედიანური ანუ ცენტრალური ღონეა; y_n – მწკრივის საბოლოო ღონეა.

ამ ფორმულით ზრდის საშუალო ტემპის გაანგარიშების შემდეგ შეიძლება უკვე ემპირიული დინამიკური მწკრივის მოსწორება ზემოთ მოცემული ფორმულით, ე. ი.:

$$\hat{y}_i = y_1 \cdot \bar{K}^{(i-1)}.$$

ზრდის საშუალო ტემპის გაანგარიშების ჩვენ მიერ შემუშავებული ფორმულა შეიძლება გამოისახოს სხვანაირადაც, კერძოდ:

$$\bar{K} = \sqrt{\frac{\bar{y}_i}{y_1}},$$

სადაც

$$\bar{y}_i = \frac{y_1 + y_M + y_n}{3} = \frac{\sum y_i}{3}; \quad i = 1, m, n.$$

როგორც ჩვენ მიერ ჩატარებულმა გამოთვლებმა აჩვენა, ამ ფორმულით მოსწორებული დინამიკური მწკრივის ღონეები ხშირ შემთხვევაში ემთხვევა ემპირიულ ღონეებს ან მათ შორის გადახრები უმნიშვნელოა. მაშასადამე, მოვლენათა დინამიკის პროგნოზირებისას ამ ფორმულის გამოყენება ტრენდის გამოსავლენად შედარებით უფრო რეალურ შედეგებს იძლევა.

5.4 მოვლენათა განვითარების ძირითადი ტენდენციის გამოვლენის მათემატიკურ-სტატისტიკური ხერხები

მათემატიკურ-სტატისტიკური მეთოდები ტრენდის გამოვლენის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ხერხია, რომელიც ფართოდ გამოიყენება თანამედროვე პროგნოზულ კვლევაში. თუმცა საჭიროა გავითვალისწინოთ — როგორც სხვა ნებისმიერი მეთოდებისა და ხერხების გამოყენების შემთხვევაში, ისე მათემატიკურ-სტატისტიკურ ხერხებსაც ახასიათებს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი მომენტები. ამ შემთხვევაში დადებითია ის, რომ ტრენდის გამოსავლენად შესაძლებელია მრავალი ფუნქციის გამოყენება; ასევე არსებობს დიდი მოცულობის ინფორმაციის გამოყენების (დამუშავების) საშუალება; თანამედროვე ელექტრონულ-გამოთვლითი ტექნიკის ფართოდ გამოყენების შესაძლებლობა. ამასთან ერთად, ტრენდის გამოსავლენად მათემატიკურ-სტატისტიკური ხერხების გამოყენება მოითხოვს ზოგიერთი მოთხოვნის შესრულებას, კერძოდ: მკვლევარი უნდა ფლობდეს განსაზღვრულ მათემატიკურ აპარატს (რაც სოციალურ-ეკონომიკურ და სხვა სფეროებში ხშირი არ არის); ამ ხერხების გამოყენება თვისებრივი ინფორმაციის შემთხვევაში შეზღუდულია; უმეტეს შემთხვევაში გაანგარიშებები ძლიერ შრომატევადია. მიუხედავად ამისა, ტრენდის გამოვლენის მათემატიკურ-სტატისტიკური ხერხები დინამიკური მწკრივების მოსწორების ერთ-ერთი სრულყოფილი ინსტრუმენტია. მაგრამ ამ შემთხვევაში მთავარი პრობლემაა ის, თუ რა კრიტერიუმების საფუძველზე უნდა შეირჩეს შესაბამისი ფუნქცია. სპეციალისტთა შორის ამ საკითხზე სხვადასხვა პოზიცია არსებობს. პირველი ასეთია: მოსწორებული ფუნქციის შერჩევა დამოკიდებულია მოცემული ემპირიული მწკრივის მოსწორების მიზანზე (იხ. მაგალითად, 20). მეორე პოზიციის მკვლევართა აზრით, მწკრივის მოსწორებისათვის შესაბამისი სახის ფუნქციის შერჩევის ზუსტი კრიტერიუმები არ არსებობს და იგი დამოკიდებულია მხოლოდ სპეცია-

ლისტის ინტუიციაზე (იხ. მაგალითად, 29). მესამე პოზიციის მიხედვით კი, ტრენდის შესაბამისი ფუნქციის შერჩევა დამოკიდებულია ემპირიული მწკრივის მონაცემების საფუძველზე აგებულ გრაფიკზე (იხ. მაგალითად, 81). ჩვენი აზრით, შედარებით უფრო მისაღებია მესამე პოზიცია, მაგრამ სრულყოფილი არც ის არის, რადგან ფუნქციის შერჩევის გრაფიკული ხერხი საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს მხოლოდ რეტროსპექტული ტრენდი (ანუ ჩვენ მას ეუწოდებთ ემპირიულ ტრენდს), რაც პროგნოზირებისათვის ხშირად მიუღებელია. მრავალი სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენისა და პროცესის ამსახველი პროგნოზული ტრენდი ხშირ შემთხვევაში ძლიერ განსხვავებულია ემპირიული ტრენდისაგან. ეს განსხვავება მოიცავს როგორც რაოდენობრივ, ისე თვისებრივ მხარეებს, ასევე ცვლილების სხვადასხვა მიმართულებებს. ამიტომ ტრენდის გამოვლენის მათემატიკურ-სტატისტიკური მეთოდების (და არა მხოლოდ მათი) გამოყენებისას, ჩვენი აზრით, აუცილებელია კომბინირებული მიდგომა, რომელიც აერთიანებს ორ პოზიციას: მეორეს და მესამეს. ეს შეეხება მხოლოდ პროგნოზირების მიზნისათვის საჭირო ტრენდს. დანარჩენ შემთხვევაში ემპირიული ტრენდის გამოსავლენად საკმარისი იქნება ერთი რომელიმე მიდგომის გამოყენება.

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

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t,$$

სადაც \hat{y}_t – დინამიკური მწკრივის მოსწორებული ღონეებია; a_0 და a_1 – განტოლების პარამეტრებია; t – დრო.

მოსწორებისათვის აუცილებელია 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 ღონეები ძლიერ განსხვავებული არ უნდა იყოს ემპირიული ღონეებისაგან. ამ მიზნის მიღწევის ერთ-ერთი ეფექტური მეთოდია

ე.წ. უმცირეს კვადრატთა მეთოდი, რომელის არსი მდგომარეობს შემდეგში: მოსწორებული (ანუ თეორიული) მწკრივის ღონეების გადახრის კვადრატების ჯამი ემპირიული ღონეებიდან უნდა იყოს მინიმალური. მისი მათემატიკური ინტერპრეტაცია ასეთია:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min.$$

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

$$\sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 t)^2 \rightarrow \min.$$

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

$$\begin{cases} \sum y = na_0 + a_1 \sum t, \\ \sum yt = a_0 \sum t + a_1 \sum t^2, \end{cases}$$

სადაც y – მოცემული დინამიკური მწკრივის ემპირიული ღონეებია; n – მწკრივის ღონეთა 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 ხერხი: დროის (ე.ი. t -ს) ათვლა ხდება მოცემული დინამიკური მწკრივის ცენტრალური ვარიანტიდან ისე, რომ იგი იყოფა ორ თანაბარ ნაწილად. ერთ მხარეს იქნება t -ს პლუს ნიშნიანი ნომრები, ხოლო მეორე მხარეს – მინუს ნიშნიანი. ასეთ შემთხვევაში

$\sum t$ იქნება ნულის ტოლი. თუ მოცემულ მწკრივში ღონეთა რიცხვი კენტია, მაშინ $t = 0$ იქნება ცენტრალური ღონე. ხოლო ღონეთა წყვილი რიცხვის შემთხვევაში t -ს არ ექნება ნულოვანი ნომერი და

მწყრივის 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:

$$\begin{cases} \sum y = na_0, \\ \sum yt = a_1 \sum t^2, \end{cases}$$

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

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

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

მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკურ პროგნოზირებაში ტრენდის გამოსაგლენად ხშირად საჭირო ხდება სხვა მათემატიკური ფუნქციების გამოყენება, რაც დაკავშირებულია კვლევის ობიექტის ცვლილების თავისებურებებთან. ეს განსაკუთრებით შეეხება ისეთ მოვლენებსა და პროცესებს, რომელთა ცვლილება შედარებით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს. ასეთ შემთხვევაში ტრენდის გამოვლენა მიზანშეწონილია განხორციელდეს შემდეგი სახის პარაბოლური ფუნქციით:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$$

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

$$\sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 t - a_2 t^2)^2 \rightarrow \min.$$

ამ შემთხვევაში საჭიროა ამოიხსნას განტოლებათა შემდეგი სისტემა:

$$\begin{cases} \sum y = na_0 + a_1 \sum t + a_2 \sum t^2, \\ \sum yt = a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 + a_2 \sum t^3, \\ \sum yt^2 = a_0 \sum t^2 + a_1 \sum t^3 + a_2 \sum t^4. \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} \sum y = na_0 + a_2 \sum t^2, \\ \sum yt = a_1 \sum t^2, \\ \sum yt^2 = a_0 \sum t^2 + a_2 \sum t^4 \end{cases}$$

a_0 , a_1 და a_2 პარამეტრების განსაზღვრა მოხდება შემდეგი ფორმულებით:

$$a_0 = \frac{\sum y - a_2 \sum t^2}{n}, \quad a_1 = \frac{\sum yt}{\sum t^2}, \quad a_2 = \frac{n \sum yt^2 - \sum y \sum t^2}{n \sum t^4 - \sum t^2 \sum t^2}.$$

ამის შემდეგ მიღებულ კონკრეტულ მნიშვნელობებს შევითანთ მოცემულ განტოლებაში და მოვახდენთ ემპირიული მწკრივის მოსწორებას.

სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენებისა და პროცესების ცვლილება მათემატიკურად შეიძლება სხვადასხვაგვარად დახასიათდეს. რაოდენობრივი განსაზღვრით იგი შეიძლება იყოს სტაციონარული მწკრივი, არითმეტიკული პროგრესია, გეომეტრიული პროგრესია და სხვ. იმ შემთხვევაში, როდესაც საპროგნოზო ობიექტის ცვლილებას აქვს სტაციონარული ან არითმეტიკული პროგრესიის სახე, მაშინ ტრენდის გამოსავლენად სრულიად საკმარისი

სია ზემოთ განხილული მეთოდები. მაგრამ თუ კვლევის ობიექტის ცვლილების ტენდენცია შესაძლებელია აისახოს გეომეტრიული პროგრესიით, მაშინ ტრენდის გამოვლენა მიზანშეწონილია განხორციელდეს მაჩვენებლიანი ფუნქციის გამოყენებით. იგი ზოგადად ასე გამოისახება:

$$\hat{y}_i = a_0 a_1^i.$$

გამოთვლების გამარტივების მიზნით იგი უნდა დაიყვანოს წრფივ ფორმადე, რისთვისაც საჭიროა მისი გალოგარიტიზება, ე.ი.

$$\log \hat{y}_i = \log a_0 + i \log a_1.$$

თუ მის ამოსახსნელად გამოვიყენებთ უმცირეს კვადრატთა მეთოდს, მაშინ გვექნება:

$$\sum (\log y_i - \log \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min.$$

თუ შევიტანთ $\log \hat{y}_i$ -ს მნიშვნელობას, მივიღებთ:

$$\sum (\log y_i - \log a_0 - i \log a_1)^2 \rightarrow \min.$$

ამ შემთხვევაში კონკრეტული გამოთვლებისათვის საჭიროა ამოიხსნას განტოლებათა შემდეგი სისტემა:

$$\begin{cases} \sum \log y = n \log a_0 + \sum i \cdot \log a_1, \\ \sum (i \log y) = \sum i \cdot \log a_0 + \sum i^2 \log a_1. \end{cases}$$

თუ დროის (t) ათელას მოვახდენთ მოცემული დინამიკური მწკრივის ცენტრიდან, მაშინ $\sum i = 0$. შევიტანთ რა ამ მნიშვნელობას განტოლებათა სისტემაში, მივიღებთ:

$$\begin{cases} \sum \log y = n \log a_0, \\ \sum (i \log y) = \sum i^2 \log a_1. \end{cases}$$

აქედან კი მივიღებთ:

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

მათი კონკრეტული მნიშვნელობების შეტანის შემდეგ მოცემულ ლოგარითმულ ფუნქციაში მოხდება ემპირიული დინამიკური მწკრივის მოსწორება და ტრენდის გამოვლენა.

ტრენდის გამოვლენის აქ განხილული მათემატიკურ-სტატისტიკური ხერხები ამით არ ამოიწურება. ჩვენ ყურადღება გავამახვილეთ მხოლოდ ისეთ ხერხებზე, რომლებიც ყველაზე უფრო ხშირად გამოიყენება მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირების თეორიასა და პრაქტიკაში. თუმცა სხვადასხვა კონკრეტულ შემთხვევაში ტრენდის გამოვლენა შესაძლებელია ჰიპერბოლური ფუნქციით, ლოგისტიკური ფუნქციით და ა. შ.

5.5 მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირება მარტივი მოდელების გამოყენებით

სოციალ-ეკონომიკური პროცესების დინამიკის სტატისტიკურ პროგნოზირებაში ფართოდაა გავრცელებული მარტივი ერთფაქტორიანი მოდელები. ასეთ მოდელებს სხვადასხვა სახე აქვს, მაგრამ ამ შემთხვევაში მათ აერთიანებს ერთი საერთო ნიშანი — დროის ფაქტორი. ამასთანავე, ზოგიერთ მოდელში დროის ფაქტორი ჩართულია პირდაპირ, ე. ი. ცალკეა გამოყოფილი, ხოლო ზოგ მათგანში დროის ფაქტორი უშუალოდ ღიად არ ჩანს. მაშასადამე, ერთფაქტორიან დინამიკურ მოდელებში დრო წარმოადგენს ინტეგრირებულ, კომპლექსურ ფაქტორს, რომელშიც ასახულია საპროგნოზო ობიექტზე მოქმედი ყველა ძირითადი და შემთხვევითი ფაქტორების ერთობლივი ზემოქმედების შედეგები. ამ აზრით მოვლენათა დინამიკის პროგნოზირებაში დრო წარმოადგენს უნი-

ვერსაღურ ფაქტორს. თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ დინამიკის პროგნოზირებისას ყოველთვის არ არის მიზანშეწონილი ორიენტაცია მხოლოდ დროზე, როგორც უნივერსალურ ფაქტორზე. ამ შემთხვევაში უნივერსალური ფაქტორი არ ნიშნავს იმას, რომ მხოლოდ მის საფუძველზე მოხდეს ყველა სახის სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენისა და პროცესის პროგნოზების შემუშავება. აქ აუცილებელია დიფერენცირებული მიდგომა, რადგან მოვლენათა დროში ცვლილება სხვადასხვა ტენდენციებით გამოისახება. ამიტომ დინამიკის ერთფაქტორიანი მოდელების გამოყენება პროგნოზირების მიზნით ძირითადად მიზანშეწონილია მაშინ. როდესაც საპროგნოზო ობიექტის ცვლილების ამსახველი დინამიკური მწკრივის დონეები არ გამოირჩევიან მნიშვნელოვანი (ან ძლიერი) რხევებით.

იმ შემთხვევაში, როდესაც მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირებისას გამოიყენება ექსტრაპოლაციის მეთოდი, ერთფაქტორიანი მოდელის ზოგადი სახე ასეთია:

$$\hat{y}_{t+i} = f(y_{t,i}),$$

სადაც \hat{y}_{t+i} – პროგნოზული მაჩვენებლებია; y_t – დინამიკური მწკრივის თეორიული (ან ემპირიული) დონეებია, რომლებიც წარმოადგენს ექსტრაპოლაციის ბაზას; t – დროის რიგითი ნომერი.

თუ რომელიმე სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენის ან პროცესის ცვლილების ამსახველი დინამიკური მწკრივის დონეები ერთმანეთისაგან უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან, მაშინ ასეთი ობიექტის პროგნოზირება შეიძლება ემყარებოდეს მწკრივის საშუალო დონის მაჩვენებლის ექსტრაპოლაციას. ამ შემთხვევაში გამოითვლება მარტივი არითმეტიკული საშუალო ჩვენ მიერ შედგენილი ფორმულით:

$$\bar{y} = \frac{y_1 + y_M + y_n}{3}.$$

ხოლო შემდგომ იგი აიღება პროგნოზული მაჩვენებლების გაანგარიშების ბაზად. ეს მაჩვენებლები განისაზღვრება შემდეგი წესით:

$$\dot{y}_t = \bar{y}.$$

სადაც t – საპროგნოზო პერიოდია.

ამ წესის გამოყენებისას ზოგიერთ მკვლევარს აქვს განსხვავებული მიდგომა. მაგალითად, პროფესორი ბ. გაბიძაშვილი აღნიშნავს, რომ ექსტრაპოლაციის ბაზად შეიძლება ავიღოთ დინამიკური მწკრივის საწყისი, ბოლო ან სხვა დონეები. ეს დამოკიდებულია ობიექტის განვითარების ხასიათზე (იხ. 13). განსხვავებული აზრისაა პროფესორი ე. ჩეტირკინი, რომელსაც შესაძლებლად მიაჩნია ექსტრაპოლაციის ბაზად აღებული იქნეს მწკრივის მაქსიმალური ან მინიმალური მნიშვნელობის დონე (იხ. 35). ჩვენი აზრით, ექსტრაპოლაციის ბაზად აღებული უნდა იქნეს დინამიკური მწკრივის ის დონეები, რომლებიც განსაზღვრული ზომით (მაგრამ არა მთლიანად) სპობენ შემთხვევით გადახრებს. ამ შემთხვევაში გამოვლენილი ტრენდი შედარებით რეალური იქნება და მის საფუძველზე მიზანშეწონილია პროგნოზული მაჩვენებლების განსაზღვრა. ექსტრაპოლაციის ბაზად ჩვენ მიერ მოცემული წესით საშუალო დონის აღება შედარებით უფრო რეალურია, რადგან მასში აისახება დინამიკური მწკრივის საწყისი, შუალედური და საბოლოო დონეები. ასეთი საშუალო მაჩვენებელი ძლიერ ამცირებს დინამიკური მწკრივის რხევადობის არეს და შემთხვევითი გადახრების გავლენის ხარისხს, რაც უზრუნველყოფს რეალური ტრენდის გამოვლენას.

საპროგნოზო ობიექტის თავისებურებიდან გამომდინარე, მოვლენათა დინამიკის პროგნოზირებისას შეიძლება გამოვიყენოთ საშუალო აბსოლუტური მატების კოეფიციენტი. ამ შემთხვევაში პროგნოზული მაჩვენებლების გაანგარიშება მოხდება შემდეგი ფორმულით:

$$\hat{y}_{i+t} = y_i + \bar{\Delta}(i-1+t),$$

სადაც \hat{y}_{i+t} – პროგნოზული მაჩვენებლებია; y_i – 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. ეს განსაკუთრებით მიზანშეწონილია მაშინ, როდესაც მოცემული დინამიკური მწკრივის დონეები ასახავენ მზარდ ტენდენციას. ამ შემთხვევაში ექსტრაპოლაციის ბაზად და პროგნოზის ასაგებად გამოიყენება შემდეგი მოდელი:

$$\hat{y}_{i+t} = y_i + \bar{K}^{(i-1+t)},$$

სადაც \hat{y}_{i+t} – პროგნოზული მაჩვენებლებია; y_i – მოცემული დინამიკური მწკრივის საწყისი დონეა; \bar{K} – ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტი; i – მაჩვენებლის ნომერი მწკრივში; t – საპროგნოზო პერიოდი.

მოვლენათა დინამიკის პროგნოზირებაში ერთფაქტორიანი მოდელებიდან შედარებით უფრო სრულყოფილი და ფართოდ გავრცელებულია შემდეგი სახის წრფივი რეგრესიული მოდელი:

$$\hat{y}_{i+t} = a_0 + a_1(i+t),$$

სადაც \hat{y}_{i+t} – პროგნოზული მაჩვენებლებია; a_0 და a_1 – პარამეტრები, რომელთა გაანგარიშება ხორციელდება უმცირეს კვადრატთა მეთოდით (მათი გაანგარიშების წესი მოცემულია 5.4 პარაგრაფში); i – მაჩვენებლის ნომერი მწკრივში; t – საპროგნოზო პერიოდი.

განხილული მეთოდების გამოყენებით პროგნოზების გაანგარიშების პრაქტიკული ილუსტრაცია მოვახდინოთ ცხრილი 1-ის მონაცემების მიხედვით:

ცხრილი 1

საბაზო ვაჭრობის მოცულობის დინამიკა საქართველოში¹

(ათასი ლარი)

წლები	საბაზო ვაჭრობის მოცულობა მთლიანად	მათ შორის	
		სასურსათო სამომხმარებლო	არასასურსათო სამომხმარებლო
1985	1524009	514683	1009326
1986	1582056	504336	1077720
1987	1593598	508771	1084827
1988	1742416	550060	1192356
1989	1863339	565032	1298307
1990	2067846	584231	1483615
1991	2207972	624817	1583155
1992	867345	502722	364623
1993	565791	438993	126798
1994	396687	279879	116808
1995	267265	152475	114790
1996	723563	288702	434861
1997	960666	383306	577360

საბაზო ვაჭრობის მოცულობის ემპირიული დინამიკური მწკრივის ვიზუალური და გრაფიკული შეფასებით (იხ. ნახ.1) ნათლად ჩანს, რომ მას არ გააჩნია მკაცრად გამოხატული ნულოვანი, პროგრესული ან რეგრესული ტენდენცია. ამიტომ ექსტრაპოლაციის ბაზად მისი მთლიანი რეტროსპექტიული საშუალო დონის მაჩვენებლის გამოყენება, ჩვენი აზრით, მიზანშეწონილი არ არის. ასეთი დასკვნა ემყარება იმას, რომ ემპირიული დონეების რხევადობის სიდიდე მთლიანი მწკრივის მიხედვით მაღალია. ამიტომ

¹ ცხრილი შედგენილია საქართველოს სტატისტიკის სახელმწიფო დეპარტამენტიდან აღებული მონაცემების მიხედვით.

პროგნოზული მაჩვენებლის გაანგარიშებისათვის ექსტრაპოლაციის ბაზად შეიძლება ავიღოთ ემპირიული მწკრივის ბოლო სამი დონე (1995-1997 წლების მიხედვით), რომლებიც ახლოს არიან საპროგნოზო პერიოდის დასაწყისთან (2000-2010 წლები) და ამასთანავე, ასახავენ პროგრესულ ტრენდს. ასეთი მიდგომა ლოგიკურადაც გამართლებულია, რადგან საქართველოში უახლოეს პერსპექტივაში აიწევს ეკონომიკური განვითარების დონე. ამ შემთხვევაში პროგნოზული მაჩვენებლების გაანგარიშება ხორციელდება შემდეგი მოდელით:

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

მაჩვენებლების გამოთვლების პროცედურა ასეთია:

$$y_i = 267265; \text{-----} \bar{\Delta} = \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2}.$$

$$\Delta_1 = 723563 - 267265 = 456298;$$

$$\Delta_2 = 960666 - 723563 = 237103;$$

$$\bar{\Delta} = \frac{456298 + 237103}{2} = 346700.$$

ახლა განესაზღვროთ კონკრეტული პროგნოზული მაჩვენებლები:

$$\hat{y}_{1999} = 267265 + 346700 \cdot 4 = 1654065;$$

$$\hat{y}_{2000} = 267265 + 346700 \cdot 5 = 2000765;$$

$$\hat{y}_{2001} = 267265 + 346700 \cdot 6 = 2347465;$$

$$\hat{y}_{2002} = 267265 + 346700 \cdot 7 = 2694165;$$

$$\text{-----};$$

$$\hat{y}_{2010} = 267265 + 346700 \cdot 15 = 5467765.$$

ზრდის საშუალო ტემპის კოეფიციენტის გამოყენებით საცალო ვაჭრობის მოცულობის პროგნოზული მაჩვენებლები განისაზღვრება შემდეგი მოდელით:

$$\hat{y}_{i+1} = y_1 + \bar{K}^{(i-1+1)},$$

სადაც

$$\bar{K} = n \cdot \sqrt{\frac{y_n}{y_1}}$$

ამ შემთხვევაში $y_1 = 267265$, ხოლო $y_n = 960666$. მაშინ მივიღებთ:

$$\bar{K} = \sqrt{\frac{960666}{267265}} = \sqrt{3,6} = 1,9.$$

ამის შემდეგ უკვე შესაძლებელია პროგნოზული მაჩვენებლების განსაზღვრა, ე. ი.:

$$\hat{y}_{1999} = 267265 \cdot (1,9)^4 = 3447718;$$

$$\hat{y}_{2000} = 267265 \cdot (1,9)^5 = 6547992;$$

$$\hat{y}_{2001} = 267265 \cdot (1,9)^6 = 12427822;$$

$$\hat{y}_{2010} = 267265 \cdot (1,9)^{15}$$

ჩვენს მიერ აგებული ფორმულით პროგნოზული მაჩვენებლები ასე განისაზღვრება:

$$\bar{K} = \sqrt{\left(\frac{y_1 + y_M + y_n}{3}\right)} : y_1,$$

სადაც

$$y_1 = 267265; \quad y_M = 723563; \quad y_n = 960666.$$

მაშასადამე,

$$\bar{K} = \sqrt{\left(\frac{267265 + 723563 + 960666}{3}\right)} : 267265 = \sqrt{2,4} = 1,5.$$

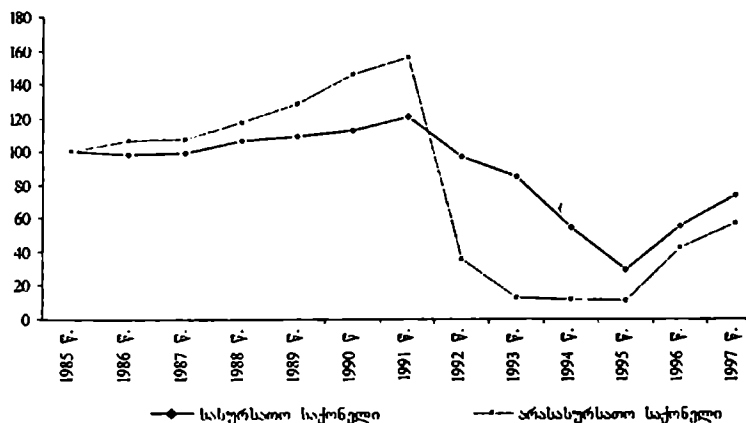
ამ ფორმულის გამოყენება მიზანშეწონილია დიდი ზომის დინამიკური მწკრივების არსებობის პირობებში, მაგრამ ამ შემთხვევაშიც კი იგი უფრო რეალური სიდიდეა წინა ტრადიციული ფორმულით მიღებულ სიდიდესთან შედარებით. მაშასადამე, კონკრეტული პროგნოზული მაჩვენებლები ასე განისაზღვრება:

$$\hat{y}_{1999} = 267265 \cdot (1,5)^4 = 1363052;$$

$$\hat{y}_{2000} = 267265 \cdot (1,5)^5 = 2031214;$$

$$\hat{y}_{2001} = 267265 \cdot (1,5)^6 = 3046821;$$

$$\hat{y}_{2010} = 267265 \cdot (1,5)^{15}$$



ნახ. 1. სასურსათო და არასასურსათო საქონლის საცალო ვაჭრობის ზრდის ტემპი საქართველოში (საბაზისო - 1985 წელი, პროცენტობით).

5.6 მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირება მრავალფაქტორიანი მოდელების საფუძველზე

სოციალ-ეკონომიკური პროცესების დინამიკის პროგნოზირებისას ერთფაქტორიანი მოდელების გამოყენება ზოგჯერ მიზანშეწონილი არ არის, რადგან ისინი არ უზრუნველყოფენ თითოეული ფაქტორის ზემოქმედების ხარისხს ცალ-ცალკე. მათში მოცემული უნივერსალური ფაქტორი – დრო არ წარმოადგენს კონკრეტულ დამოუკიდებელ ფაქტორს. იგი არის მრავალი ძირითადი და შემთხვევითი ფაქტორის ერთობლივი ზემოქმედების ინტეგრირებული ასახვა. ამიტომ მრავალი სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენის სტატისტიკური პროგნოზირებისას მიზანშეწონილი და აუცილებელია შედარებით რთული, მრავალფაქტორიანი მოდელების გამოყენება. თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ როგორც ერთფაქტორიანი, ისე მრავალფაქტორიანი მოდელები არ გამორიცხავენ ერთმანეთს, არამედ ისინი სტატისტიკური პროგნოზირების ერთიანი მეთოდოლოგიური სისტემის სრულუფლებიანი შემადგენელი ნაწილებია. ყველა კონკრეტულ შემთხვევაში რომელიმე მოდელის შერჩევა პროგნოზირების მიზნით უნდა მოხდეს არა სუბიექტურად, არამედ წინასწარი ლოგიკური ანალიზისა და დასაბუთების საფუძველზე. არ არსებობს და არც შეიძლება არსებობდეს ერთი რომელიმე მკაცრი კრიტერიუმი იმის დასადგენად, თუ რა შემთხვევაში უნდა იქნეს გამოყენებული ერთფაქტორიანი მოდელი და რომელ შემთხვევაში – მრავალფაქტორიანი. ამის განსაზღვრა უნდა ემყარებოდეს მხოლოდ კვლევის ობიექტის განვითარების თავისებურებებს და აგრეთვე პროგნოზირების მიზანს და ამოცანებს. როგორც ერთფაქტორიანი, ისე მრავალფაქტორიანი მოდელები ხასიათდება უპირატესობებითა და ნაკლოვანებებით. აბსოლუტურად ყველა შემთხვევაში ამა თუ იმ მოდელის სწორად შერჩევის ერთადერთი კემარბიტი კრიტერიუმი პრრგნოზირების პერიოდის ობიექტური სინამდვილე, რომელიც რეალურად ამტკიცებს შემუშავებული პროგნოზების სიზუსტეს. ეს კი მნიშვნელო-

ვანი ზომით დამოკიდებულია საპროგნოზო მოდელის სწორად შერჩევაზე, რისთვისაც ძირითადად ორი გზა არსებობს: ემპირიული და თეორიული. თუ ერთფაქტორიანი მოდელების შერჩევისათვის შეიძლება საკმარისი აღმოჩნდეს პირველი გზა, მრავალფაქტორიანი მოდელების შერჩევა შეუძლებელია მეორე გზის გარეშე. აქ მთავარი პრობლემაა მოდელში შესატანი ფაქტორების რაოდენობის განსაზღვრა, რაც დამოკიდებულია კვლევის ობიექტის ცვლილებაზე მოქმედი ყოველი ფაქტორის ზემოქმედების სიდიდის დადგენაზე. სპეციალურ ლიტერატურაში დღემდე გავრცელებული შეხედულებით, მრავალფაქტორიან მოდელში შესატანი ფაქტორების განსაზღვრა უნდა ემყარებოდეს რაოდენობრივ ანალიზს, რომლის დროსაც დგინდება ყოველი აღრიცხული ფაქტორის გავლენის ზომა, შემდეგ ზდება მათი რანჟირება და ამის საფუძველზე შეირჩევა მოდელში შესატანი ფაქტორები. ჩვენი აზრით, ასეთი მიდგომა ყოველთვის არ არის მიზანშეწონილი, რადგან მრავალ შემთხვევაში კვლევის ობიექტზე ამჟამად დიდი ზომით მოქმედი ფაქტორის გავლენის სიდიდე შეიძლება ძლიერ შესუსტდეს საპროგნოზო პერიოდში და პირიქით, გამოჩნდეს მრავალი ახალი ფაქტორი, რომელთა ზემოქმედების ზომა ამჟამად უმნიშვნელოა, მაგრამ საპროგნოზო პერიოდში ძლიერ გავლენას მოახდენს კვლევის ობიექტის ცვლილებაზე. ამიტომ მრავალფაქტორიანი მოდელების გამოყენებისას ყველა კონკრეტულ შემთხვევაში მათი შერჩევა უნდა მოხდეს კომპლექსური მიდგომით, ე.ი. როგორც რაოდენობრივი, ისე თვისებრივი ანალიზის საფუძველზე.

სოციალურ-ეკონომიკური პროცესების დინამიკის პროგნოზირებაში, როდესაც საჭიროა მრავალფაქტორიანი მოდელის გამოყენება, შედარებით უფრო სასურველ შედეგებს იძლევა შემდეგი სახის რეგრესიული მოდელები, რომელთა ზოგადი სახე ასეთია:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n.$$

სადაც \hat{y}_t – პროგნოზული მაჩვენებლებია; $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ – განტოლების პარამეტრებია; $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ – ფაქტორები; t – საპროგნოზო პერიოდი.

მოცემული მოდელის პარამეტრების ($a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$) გაანგარიშებისათვის საჭიროა აიგოს განტოლებათა შემდეგი სისტემა:

$$\begin{cases} \sum y = na_0 + a_1 \sum x_1 + a_2 \sum x_2 + \dots + a_n \sum x_n \\ \sum yx_1 = a_0 \sum x_1 + a_1 \sum x_1^2 + a_2 \sum x_1x_2 + \dots + a_n \sum x_1x_n \\ \sum yx_2 = a_0 \sum x_2 + a_1 \sum x_3 + a_2 \sum x_2x_3 + \dots + a_n \sum x_2x_n \\ \sum yx_n = a_0 \sum x_n + a_1 \sum x_1x_n + a_2 \sum x_2x_n + \dots + a_n \sum x_n^2 \end{cases}$$

სისტემის ამოხსნა მოხდება უმცირეს კვადრატთა მეთოდის გამოყენებით. ამის შემდეგ საჭიროა ყოველი ფაქტორის ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) მიხედვით განისაზღვროს მათი პროგნოზული მაჩვენებლები, ე. ი. $\hat{x}_1, \hat{x}_2, \hat{x}_3, \dots, \hat{x}_n$. საბოლოოდ საპროგნოზო მოდელი მიიღებს ასეთ სახეს:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1\hat{x}_1 + a_2\hat{x}_2 + \dots + a_n\hat{x}_n.$$

მოვლენათა დინამიკის მრავალფაქტორიანი პროგნოზირებისას შეიძლება გამოვიყენოთ ასევე პარაბოლური, ხარისხოვანი და სხვა ტიპის მოდელები.

აქ საჭიროა აღინიშნოს, რომ ნებისმიერ შემთხვევაში შეუძლებელია ისეთი მრავალფაქტორიანი მოდელის აგება, რომელშიც მოცემული იქნება კვლევის ობიექტის ცვლილებაზე მოქმედი ყველა ფაქტორი. ამიტომ ხშირად მრავალფაქტორიან მოდელში შეიტანება დროის ფაქტორი (t), რომელიც წარმოადგენს მოდელში აღურიცხავი ყველა ფაქტორის ერთობლივი ზემოქმედების ასახვას. ასეთ მოდელს შეიძლება ჰქონდეს შემდეგი სახე:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1\hat{x}_1 + a_2\hat{x}_2 + a_3\hat{x}_3 + \dots + a_nt.$$

მაგრამ, ჩვენი აზრით, ასეთი მოდელის გამოყენებისას მიზანშეწონილი არ არის მასში ფაქტორთა დიდი რაოდენობის შეტანა, რადგან t -ს ჩართვის მთავარი მიზანი სწორედ მოდელში შესატანი ფაქტორების რიცხვის შემცირებაა. სოციალურ-ეკონომიკური პროცესების დინამიკის პროგნოზირების პრაქტიკაში ხშირ შემ-

თხვევაში სრულიად საკმარისია ასეთი სახის მრავალფაქტორიანი მოდელის გამოყენება:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \hat{x}_1 + a_2 \hat{x}_2 + a_3 \hat{x}_3 + \dots + a_4 t,$$

სადაც x_1 , x_2 და x_3 -ის ფაქტორებია, რომლებიც ყველაზე უფრო მნიშვნელოვან გავლენას მოახდენენ კვლევის ობიექტის განვითარებაზე საპროგნოზო პერიოდში.

მოვლენათა დინამიკის მრავალფაქტორიანი მოდელების აგებასა და გამოყენებისას (ისევე როგორც სხვა სახის მოდელების შემთხვევაში) ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მეთოდოლოგიური პრობლემაა მათი ადეკვატურობა. რა თქმა უნდა, მოვლენათა ობიექტური განვითარების აბსოლუტურად ადეკვატური მოდელის აგება უმრავლეს შემთხვევაში შეუძლებელია. მაგრამ პროგნოზული მიზნებისათვის რეალურად მისაღები მოდელის აგება შესაძლებელია, თუ გავითვალისწინებთ ზოგიერთ ძირითად მოთხოვნას, კერძოდ: არსებული სტატისტიკური ინფორმაციის სისრულეს და საიმედოობას, დაკვირვებათა საკმარის რიცხვს (ჩვენს შემთხვევაში ემპირიული დინამიკური მწკრივების ერთგვაროვნება და მათი დონეების დიდი რიცხვი), მოდელში შესატანი ფაქტორების ეკონომიკური და მათემატიკურ-სტატისტიკურ დასაბუთებას მათი რაოდენობის, ურთიერთდამოკიდებულების ხასიათის, მონაცემთა განაწილების ტიპის მიხედვით. ამ მოთხოვნების სრულად შესრულების შემთხვევაში მიღწეული იქნება ადეკვატურობის საკმარისი დონე. მაგრამ, ჩვენი აზრით, ამ მოთხოვნების მთლიანი შესრულება მხოლოდ იდეალურ შემთხვევაში შეიძლება, რაც იშვიათად ხდება. მაგრამ ზოგიერთი მათგანის გათვალისწინების გარეშეც შესაძლებელია ადეკვატური მოდელის აგება და მის საფუძველზე პროგნოზული შეფასებების ფორმირება. ამას კი ადგილი აქვს მაშინ, როდესაც უზრუნველყოფილია საპროგნოზო მოდელის ეკონომიკური დასაბუთება მეცნიერულად და მისი ლოგიკური შინაარსი შეესაბამება კვლევის ძირითად ამოცანებს.

თემა 6. მოვლენათა სტრუქტურის სტატისტიკური მოდელირება და პროგნოზირება

6.1 მოვლენათა სტრუქტურა, როგორც მოდელირებისა და პროგნოზირების ობიექტი

სოციალურ-ეკონომიკურ მოვლენათა სტრუქტურა უმეტესად არაერთგვაროვანია. ასეთი მოვლენების სტატისტიკური ანალიზისას ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა მათი შემადგენელი ელემენტების ნიშანთა განაწილებისა და ნიშნებს შორის ურთიერთკავშირების ხასიათის განსაზღვრა. ამ ამოცანის წარმატებით გადაწყვეტაზე ბევრადაა დამოკიდებული მოდელირებისა და პროგნოზირების რეალური შედეგების მიღება.

სოციალურ-ეკონომიკური ობიექტების მოდელირებისა და პროგნოზირებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს მოვლენათა სტრუქტურის ერთგვაროვნების ხარისხის დადგენას. 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 კავშირში არიან და ისინი ერთმანეთს განაპირობებენ. რაოდენობრივ ერთგვაროვნებას ეკონომიკური აზრი აქვს მხოლოდ მაშინ, თუ არსებობს იმავდროულად თვისებრივი ერთგვაროვნებაც. ამიტომ სტატისტიკური მოდელირების 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 საფუძვლის

არსებობის შემდეგ შეიძლება განხორციელდეს მისი ფორმალური შემოწმება.

მოდელირებისა და პროგნოზირების მიზნის განხორციელებამდე აუცილებელია შესასწავლი სტატისტიკური ერთობლიობის ფორმირება. სოციალურ-ეკონომიკურ სფეროში სტატისტიკური ერთობლიობა შეიძლება წარმოდგენილ 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 ფორმალიზებული სტრუქტურული მოდელი არარეალური იქნება.

მოდელირების პროცესში, უწინარეს ყოვლისა, აუცილებელია ჩატარდეს წინასწარი შინაარსობრივი ანალიზი ერთობლიობის სტრუქტურული ცვლილებების ჰიპოთეზის ჩამოყალიბებისათვის. ამ ჰიპოთეზის დასაბუთებისათვის საჭიროა განისაზღვროს სტრუქტურული ცვლილებების სიდიდე. ასეთ შემთხვევაში შესაძლებელია ორგვარი სიტუაცია: 1) სტრუქტურული ცვლილების საზღვრები 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 შესაბამისად გრაფიკულად შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს, როგორც სხვადასხვა ზომით განსხვავებული ინტერვალები, ან კიდევ როგორც მრავალმწვერვალიანი განაწილების მრუდი.

გარდა ამისა, კვლევის ობიექტის თავისებურებიდან გამომდინარე, სტრუქტურული ცვლილების მოდელირებისას, საჭიროა ყოველი ფაქტორის მიხედვით, კორელაციური ველისა და რეგრესიის ემპირიული წრფის აგება. თუ რეგრესიის წყვილადი ემპირიუ-

ლი წრფეები არასწორი მიმართულებისაა, მაშინ შესასწავლი სტრუქტურა არ არის ერთგვაროვანი. ასეთი სტრუქტურის მქონე მოვლენათა პროგნოზირებისას საჭიროა 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 ყოველ ქვესისტემაში აისახება რთული სტრუქტურის შემადგენელი ცალკეული ერთგვაროვანი ქვესისტემა. ასეთ შემთხვევაში სასურველია დაახლოებით ერთნაირი ქვესისტემების გაერთიანება, რათა გამარტივდეს მოდელირების პროცესი.

6.2 სტატისტიკური დაჯგუფების მეთოდის მნიშვნელობა სტრუქტურის მოდელირებასა და პროგნოზირებაში

სტატისტიკური დაკვირვების მასალის დაჯგუფება წარმოადგენს მთლიანად სტატისტიკური კვლევის ერთ-ერთ ძირითად სტადიას. მიუხედავად იმისა, რომ დაჯგუფების ჩატარება ერთი შეხედვით თითქოს ადვილია და ამ სამუშაოს ტექნიკური ხასიათი აქვს, ეს ოპერაცია სტატისტიკური მუშაობის ერთ-ერთი რთული პროცესია.

სტატისტიკური დაჯგუფების ხერხები სხვადასხვანაირია. ეს მრავალფეროვნება განპირობებულია, ერთი მხრივ იმ სტატისტიკური დაკვირვების ნიშნების მრავალფეროვნებით, რომლებიც შეიძლება საფუძვლად დაედოს დაჯგუფებას და მეორე მხრივ, დაჯგუფების წინაშე მდგომი ამოცანების სხვადასხვაობით.

სტატისტიკური დაჯგუფების საფუძვლის ე.ი. მაჯგუფებელი ნიშნის შერჩევა, დამოკიდებულია დაჯგუფების მიზანსა და წინასწარ თეორიულ-ეკონომიკურ ანალიზზე. დაჯგუფების საფუძვლად შეიძლება ავიღოთ, როგორც ატრიბუტული, ისე რაოდენობრივი

ნიშანი. მაჩვენებელი ნიშნის სწორად შერჩევაზე დიდადაა და-
მოკიდებული სტატისტიკური კვლევის შედეგების ხარისხი.

მოდელირებასა და პროგნოზირებაში სტატისტიკური დაჯგუ-
ფების მეთოდის გამოყენებას დიდი მნიშვნელობა აქვს რაც გამოიხ-
ატება შემდეგში:

1) დაჯგუფების მეთოდი დიდ როლს ასრულებს მოდელირე-
ბისა და პროგნოზირების ობიექტების იდენტიფიკაციისათვის.

2) დაჯგუფების მეთოდის საშუალებით ვლინდება მოვლენათა
განვითარების კანონზომიერებანი და ტენდენციები;

3) დაჯგუფების მეთოდით შეისწავლება მოვლენათა სტრუქ-
ტურა და მათში მიმდინარე სტრუქტურული ძვრები;

4) დაჯგუფების მეთოდის გამოყენებით ვლინდება შესასწავლი
მოვლენების ურთიერთკავშირი და მათ შორის არსებული ურ-
თიერთდამოკიდებულება.

სტატისტიკური ერთობლიობა აერთიანებს ერთმანეთისაგან
განსხვავებულ მრავალ მოვლენას ანუ ერთეულს, რაც საშუალებას
იძლევა დაიყოს იგი ცალკეულ ქვეერთობლობებად. ეს ხორციელ-
დება სტატისტიკური დაჯგუფების მეთოდის გამოყენებით. სტა-
ტისტიკური დაჯგუფება სამი სახისაა: ტიპოლოგიური, სტრუქტურ-
ული და ანალიზური. ტიპოლოგიური დაჯგუფება განსაკუთრე-
ბით მნიშვნელოვანია მოვლენათა ურთიერთკავშირების მოდელი-
რებისას, ხოლო სტრუქტურის მოდელირება შეუძლებელია
სტრუქტურული დაჯგუფების გარეშე. ამასთანავე, თუ მოცემული
სისტემა (ერთობლიობა) ერთგვაროვანია; მაშინ მოდელირების
პროცესში შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სტრუქტურული და-
ჯგუფება, ხოლო არაერთგვაროვანი სტრუქტურის მქონე სისტე-
მის მოდელირებისას საჭიროა გამოყენებულ იქნეს ტიპოლოგიუ-
რი დაჯგუფება. ასეთ შემთხვევაში ხორციელდება სტაბილური
სტრუქტურის მქონე ქვეჯგუფების ფორმირება, რომლებსაც შეიძ-
ლება აერთიანებდეს ერთი ან რამდენიმე საერთო ნიშანი. ეს პრო-
ცესი სრულდება ორი წესით: თანმიმდევრობითი დაშლითა და
მრავალგანზომილებიანი კლასიფიკაციით. პირველი წესის გამოყე-
ნებისას მოცემული სისტემა დაიშლება ცალკეულ ქვეჯგუფებად

თანმიმდევრობით, ჯერ ერთი რომელიმე ნიშნის, შემდეგ მეორე და ა. შ. ნიშნების მიხედვით. მაშასადამე, ამ წესის გამოყენებისას მიღებულ ქვეჯგუფებს ახასიათებს ერთი საერთო დამახასიათებელი ნიშანი.

მრავალგანზომილებიანი კლასიფიკაციის ჩატარება რთული და შრომატევადი პროცესია, რომლის ფართოდ დანერგვა მოდელირების პრაქტიკაში დაკავშირებულია თანამედროვე კომპიუტერული ტექნიკის გამოყენებასთან. ასეთ შემთხვევაში მოცემული სისტემის კლასიფიკაცია ხორციელდება ერთდროულად რამდენიმე ნიშნის საფუძველზე. ამ წესით მიღებული ქვეჯგუფები ერთმანეთის მსგავსია არა ერთი არამედ ნიშანთა კომპლექსის მიხედვით. თუ კვლევის პროცესში აიღება ნიშანთა რაიმე N რაოდენობა, მაშინ მრავალგანზომილებიანი კლასიფიკაციის შედეგად მიღებული ყოველი ქვეჯგუფი განიხილება, როგორც რაიმე დონე (წერტილი) ნიშანთა N-განზომილებიან სივრცეში. ამ შემთხვევაში კლასიფიკაციის ძირითადი ამოცანაა ქვეჯგუფების წერტილოვანი განლაგების მჭიდრო სივრცის განსაზღვრა. ასეთი გრაფიკული ინტერპრეტაცია ასახავს სისტემის შემადგენელი ელემენტების მსგავსებას მრავალი ნიშნის მიხედვით. ეს კი უახლოვდება შესასწავლი ობიექტის რეალური ცვლილების სურათს, რაც შედარებით ზუსტი მოდელის აგების საშუალებას იძლევა.

მოვლენათა სტრუქტურის მოდელირებისას კლასიფიკაციის ამა თუ იმ წესის გამოყენება განისაზღვრება მოცემული სისტემის (ობიექტის) დამახასიათებელი ნიშნებით. იმ შემთხვევაში, როდესაც ობიექტისათვის უმეტესად დამახასიათებელია ატრიბუტული (თვისებრივი) ნიშნები, როგორც წესი, მათი რაოდენობა მცირეა და კლასიფიკაციის თვალსაზრისით არაერთმნიშვნელოვანი. ამ დროს მიზანშეწონილია თანმიმდევრობითი დაშლის წესის გამოყენება. თუ მოცემული სისტემა ხასიათდება ნიშანთა დიდი რიცხვით, რომელთა უმეტესობა დაახლოებით თანაბარ მნიშვნელოვანია, მაშინ სტრუქტურის მოდელირება უნდა ემყარებოდეს მრავალგანზომილებიანი კლასიფიკაციის შედეგებს. ცალკეულ შემთხვევებში კვლევის ობიექტის თავისებურებებიდან და მოდელირე-

ბის ამოცანებიდან გამომდინარე, შესაძლებელია ერთდროულად გამოვიყენოთ როგორც პირველი, ისე მეორე წესი. ასეთ შემთხვევაში ჯერ მოხდება მოცემული სისტემის დაჯგუფება თანმიმდევრობითი დაშლის წესით მცირე რაოდენობის ქვეჯგუფებად, ხოლო შემდეგ კი – ამ ქვეჯგუფების მრავალგანზომილებიანი კლასიფიკაცია. ყველა შემთხვევაში კლასიფიკაციის სხვადასხვა წესის გამოყენება აშუცილებელია მოვლენათა სტრუქტურის მოდელირებისას, განსაკუთრებით კი მაშინ, როდესაც საქმე ეხება რთულ სტრუქტურებს. რთული სტრუქტურის ობიექტთა მოდელირებისას უნდა განისაზღვროს ის, რომ მოცემული სტრუქტურა ცვალებადია თუ სტაბილური. ცვალებადი სტრუქტურის შემთხვევაში მოდელების აგება უნდა ემყარებოდეს კომბინაციურ წესს, ე. ი. თანმიმდევრობით დაშლისა და მრავალგანზომილებიანი კლასიფიკაციის ერთდროულ გამოყენებას. სტაბილური სტრუქტურის მოდელირება კი შეიძლება განხორციელდეს ერთ-ერთი მათგანის საფუძველზე.

6.3 შესაბამისობის კრიტერიუმები მოვლენათა სტრუქტურის მოდელირებისას

სოციალურ-ეკონომიკურ ობიექტთა სტრუქტურის მოდელირების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია ცალკეული ქვესტრუქტურების მოდელების შესაბამისობის ზომის განსაზღვრა. ამ ამოცანის პრაქტიკული გადაწყვეტისას გამოიყენება სხვადასხვა კრიტერიუმები, რომლებიც შეიძლება დაჯგუფდეს 3 ძირითად ტიპად: თანადობის კოეფიციენტები, ურთიერთკავშირის კოეფიციენტები და სივრცეში მანძილის სიდიდე. პირველი ორი წარმოადგენს სიხლოვის ზომას, რაც იმაში გამოიხატება, რომ რაც უფრო დიდია მისი სიდიდე, მით უფრო ახლოსაა (შესაბამისობაშია) ობიექტები ერთმანეთთან. სივრცეში მანძილის მაჩვენებლების მიხედვით კი პირიქით, რაც უფრო მცირეა მათი სიდიდე, მით უფრო ახლოს არიან ობიექტები ერთმანეთთან.

თანადობის კოეფიციენტები (Q) გამოიყენება ობიექტთა წყვილებს შორის სიახლოვის ზომის დასადგენად. ამ კოეფიციენტის გაანგარიშება ხორციელდება შემდეგი ფორმულით:

$$Q = \frac{n}{m},$$

სადაც n არის ნიშანთა დამთხვევის რიცხვი; m – ნიშანთა საერთო რაოდენობა, რომლებიც მონაწილეობენ შედარებაში.

აღნიშნული კოეფიციენტის მნიშვნელობები მოქცეულია 0-სა და 1-ს შორის, ე.ი. $0 \leq Q \leq 1$. თუ Q უახლოვდება ერთს, მაშინ შესასწავლი ქვესტრუქტურები ერთმანეთთან ახლოსაა, ხოლო თუ Q უახლოვდება ნულს, მაშინ ისინი შეუსაბამონი არიან.

სტრუქტურის მოდელირებისას თანადობის კოეფიციენტები უმეტესად გამოიყენება ობიექტთა მრავალგანზომილებიანი კლასიფიკაციის დროს, რომელსაც საფუძვლად უდევს ძირითადად თვისებრივი ნიშნები.

მოდელირების პროცესში შესაბამისობის ზომის სახით ხშირად გამოიყენება კორელაციის კოეფიციენტები, რომლებიც ახასიათებენ ობიექტთა შორის არსებული სიმჭიდროვის (ურთიერთკავშირის) ხარისხს. თუ შესასწავლ ობიექტებს შორის არსებობს წრფივი კავშირი, მაშინ კორელაციის კოეფიციენტი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \bar{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y},$$

სადაც x და y მოცემულ ობიექტთა (ნიშანთა) საშუალო მნიშვნელობებია, ხოლო σ_x და σ_y – მათი საშუალო გადახრებია:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2 \cdot f}{\sum f}}, \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2 \cdot f}{\sum f}}$$

ზოგიერთ შემთხვევაში ობიექტის დამახასიათებელი ნიშნები შეიძლება არ ექვემდებარებოდეს რაოდენობრივ შეფასებას. ასეთ

შემთხვევაში საჭიროა მოცემულ ობიექტებს მიენიჭოს რიგითი ნომერი და მოხდეს მათი რანჟირება, რის შედეგადაც უნდა განისაზღვროს რანგების კორელაციის კოეფიციენტები. არსებობს ამ კოეფიციენტების განსაზღვრის სხვადასხვა ფორმულა, რომელთაგან შედარებით ფართოდაა გავრცელებული, ე.წ. სპირმენის კოეფიციენტი:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)},$$

სადაც d არის რანგებს (ნიშანთა რიგითა ნომრებს) შორის არსებული სხვაობა; n – შესადარი წყვილების (ნიშნების) რიცხვი. სტრუქტურის მოდელირებისას შესაბამისობის ზომის განსაზღვრა ხშირ შემთხვევაში დამოკიდებულია ნიშანთა სივრცეში განლაგების მანძილზე. ასეთ შემთხვევაში გამოიყენება მანძილის ფუნქციები. თუ ობიექტის დამახასიათებელი ნიშნები ღებულობენ მხოლოდ ორ მნიშვნელობას (0 ან 1), მაშინ მანძილის ფუნქციის სახით აიღება, ე.წ. ჰემინგის მანძილი:

$$d_{ij} = \sum_{i=1}^m |x_{ir} - x_{jr}|.$$

სტრუქტურის მოდელირებისას შესაბამისობის ზომის განსაზღვრა წარმოადგენს სტრუქტურის ხარისხის მაჩვენებელს. მაგრამ მისი სრული დახასიათებისათვის საჭიროა, აგრეთვე კომპაქტურობის ზომის განსაზღვრა. კომპაქტურობის ზომის დახასიათების საფუძველს უფრო ხშირად წარმოადგენს ობიექტთა სტრუქტურის შიდა კლასობრივი და კლასთაშორისი დისპერსიების შედარება. ამ შემთხვევაში კრიტერიუმის სახით შეიძლება აღებულ იქნეს ისეთი ფუნქცია, რომლის პარამეტრები დახასიათებს ერთობლიობის შიდაკლასობრივ და კლასთაშორის სტრუქტურას.

6.4 რეგრესიული ანალიზი მოვლენათა

სტრუქტურის მოდელირებასა

და პროგნოზირებაში

სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების თანამედროვე პრაქტიკაში ფართოდ გამოიყენება რეგრესიული ანალიზი. ხშირ შემთხვევაში პროგნოზირებაში გამოყენებული სტრუქტურული მოდელების საფუძველს შეადგენს რეგრესიულ განტოლებათა სისტემები. სისტემის ყოველი განტოლება ასახავს შესასწავლი ობიექტის 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 სტატისტიკური შეფასების პროცესში არსებული საბაზისო ინფორმაციის დამუშავებისას.

სოციალურ-ეკონომიკურ მოვლენათა 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 გარდაიქმნეს და დაყვანილ იქნეს წრფივ დამოკიდებულებამდე.

სტრუქტურული მოდელის აგებისას, თუ იგი იღებს რეგრესიულ განტოლებათა სისტემის სახეს, ყოველი განტოლების შეფასება ცალ-ცალკე შეიძლება ორ შემთხვევაში:

1. როდესაც რეგრესიულ განტოლებათა სისტემაში ერთი განტოლების დამოკიდებული ცვლადები არ წარმოადგენს სხვა განტოლებათა დამოუკიდებელ ცვლადებს, ე.ი. მოცემული სისტემა უმეტესად მოიცავს ენდოგენურ ცვლადებს. ასეთ სისტემას აქვს შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned} y_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m + \alpha_1 \\ y_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m + \alpha_2 \end{aligned} \quad (6.1)$$

$$y_n = a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nm}x_m + \alpha_n$$

მოცემულ განტოლებათა სისტემაში y_i წარმოადგენს ენდოგენურ ცვლადებს, x_j – ეგზოგენურ ცვლადებს, a_{ij} ეგზოგენური ცვლადების უცნობი პარამეტრები. α_i შემთხვევითი კომპონენტები $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$.

2. როდესაც რეგრესიის განტოლებათა სისტემა რეკურსიულია, ე.ი. როდესაც მოცემულ სისტემაში წინა განტოლების დამოკიდებული ცვლადი გამოდის როგორც მომდევნო განტოლებათა დამოუკიდებელი ცვლადი. ასეთ სისტემას აქვს შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned} y_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m + \alpha_1 \\ y_2 &= b_{21}y_1 + a_{21}x_1 + \dots + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m + \alpha_2 \end{aligned} \quad (6.2)$$

$$y_n = b_{n1}y_1 + b_{n2}y_2 + \dots + b_{nn-1}y_{n-1} + a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nm}x_m + \alpha_n$$

(6.1) და (6.2) განტოლებათა სისტემების პარამეტრების შეფასებისას აუცილებელი არ არის, რომ ამ სისტემებში მოცემული იყოს მხოლოდ წრფივი განტოლებანი. შეიძლება ნებისმიერი, ე.ი. არაწრფივიც, რათა შესაძლებელი იყოს თითოეული მათგანის სტატისტიკური შეფასება სხვადასხვა მეთოდით. მაგალითად, (6.2) სისტემის შეფასებისას შეიძლება გამოვიყენოთ შემდეგი ხერხი: ჯერ უნდა შეფასდეს პირველი განტოლება, შემდეგ მეორე იმ პირობით, რომ მასში y -ის მნიშვნელობა განისაზღვროს უკვე შეფასებული (დადგენილი) პირველი განტოლების საფუძველზე, და ა. შ. ყველა განტოლების მიხედვით.

ზოგადი სახით წრფივი სტრუქტურული მოდელი, რომელიც მოიცავს n ენდოგენურ და m ეგზოგენურ ცვლადებს, შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგნაირად:

$$\begin{aligned} y_1 &= b_{11}y_1 + b_{12}y_2 + \dots + b_{1n}y_n + a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m + \alpha_1 \\ y_2 &= b_{21}y_1 + b_{22}y_2 + \dots + b_{2n}y_n + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m + \alpha_2 \end{aligned} \quad (6.3)$$

$$y_n = b_{n1}y_1 + b_{n2}y_2 + \dots + b_{nn}y_n + a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nm}x_m + \alpha_n$$

განტოლებათა (6.3) სისტემა წარმოადგენს მოდელის სტრუქტურულ ფორმას, რომელიც მოიცავს როგორც ენდოგენურ, ასევე ეგზოგენურ ცვლადებს. იგი საშუალებას იძლევა დადგინდეს ეგზოგენური ცვლადების ცვლილების გავლენა ენდოგენური ცვლადების მნიშვნელობებზე. მოდელის ცალკეულ განტოლებათა პარამეტრებს ეწოდება სტრუქტურული კოეფიციენტები. მათი საერთო რაოდენობა ტოლია ან ნაკლები $n(n-1+m)$ -ის.

განტოლებათა (6.3) სისტემა შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს, როგორც წრფივ ფუნქციათა სისტემა x_1 -დან x_m -მდე, ე.ი.

$$\begin{aligned} y_1 &= \gamma_{11}x_1 + \gamma_{12}x_2 + \dots + \gamma_{1m}x_m + \eta_1 \\ y_2 &= \gamma_{21}x_1 + \gamma_{22}x_2 + \dots + \gamma_{2m}x_m + \eta_2 \end{aligned} \quad (6.4)$$

$$y_n = \gamma_{n1}x_1 + \gamma_{n2}x_2 + \dots + \gamma_{nm}x_m + \eta_n$$

(6.4) სისტემას ეწოდება სტრუქტურული მოდელის დაყვანილი ფორმა, ხოლო პარამეტრებს γ_{ij} – დაყვანილი ფორმის კოეფიციენტები ($i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$). ზემოთ მოცემული (6.1) სისტემა ასევე წარმოადგენს სტრუქტურული მოდელის დაყვანილ ფორმას. მოდელის დაყვანილ ფორმაში ყოველი ენდოგენური ცვლადი მოცემულია მხოლოდ ერთ განტოლებაში და მისი სიდიდე დამოკიდებულია პარამეტრებისა და ეგზოგენური ცვლადების მნიშვნელობებზე (თუ არ ჩავთვლით η_j -ს). ამის საილუსტრაციოდ ავიღოთ მარტივი სახის სტრუქტურული მოდელი:

$$\begin{aligned} y_1 &= b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + \alpha_1 \\ y_2 &= b_{21}y_1 + a_{22}x_2 + \alpha_2 \end{aligned} \quad (6.5)$$

მოცემული სისტემისათვის კოეფიციენტების სიდიდე განისაზღვრა შემდეგნაირად:

$$\begin{aligned} \gamma_{11} &= \frac{a_{11}}{1 - b_{12}b_{21}}; \quad \gamma_{12} = \frac{b_{12}a_{22}}{1 - b_{12}b_{21}}; \\ \gamma_{21} &= \frac{b_{21}a_{11}}{1 - b_{12}b_{21}}; \quad \gamma_{22} = \frac{a_{22}}{1 - b_{12}b_{21}}. \end{aligned}$$

ხშირად საჭირო ხდება მოდელის სტრუქტურული ფორმიდან დაყვანილ ფორმაზე გადასვლა. ეს ზოგადი მატრიცული სახით შეიძლება შემდეგნაირად ჩაიწეროს:

$$\Gamma y + Ax = \epsilon, \quad (6.6)$$

სადაც Γ და A არის შესაბამისად $(n \times n)$ და $(n \times m)$ ზომების უცნობი პარამეტრების მატრიცები; y და x – ენდოგენური და ეგზოგენური ცვლადების ვექტორები; ϵ – შემთხვევით სიდიდეთა ვექტორი; n – ენდოგენური ცვლადების რიცხვი; m – ეგზოგენური ცვლადების რიცხვი.

აქედან, მოდელის დაყვანილი ფორმა შეიძლება მივიღოთ შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned} y &= -\Gamma^{-1}Ax + H = Bx + H \\ H &= \Gamma^{-1}\epsilon; \quad B = -\Gamma^{-1}A. \end{aligned} \quad (6.7)$$

სადაც (6.6) და (6.7) ფორმის მოდელის კოეფიციენტებს შორის არსებობს შემდეგი ურთიერთდამოკიდებულება:

$$B + \Gamma^{-1}A = 0, \quad (6.8)$$

$$\Gamma B + A = 0. \quad (6.9)$$

მოვლენათა სტრუქტურის მოდელირება და პროგნოზირებაში რეგრესიული ანალიზის ფართოდ გამოყენება დაკავშირებულია თანამედროვე კომპიუტერული ტექნიკის დანერგვასთან. ეს

განსაკუთრებით შეეხება იმ შემთხვევას, როდესაც მოდელირების ობიექტს წარმოადგენს რთული სტრუქტურის მქონე სისტემა.

6.5 იდენტიფიკაციის პრობლემა სტრუქტურის მოდელირებასა და პროგნოზირებაში

მოდელირებისა და პროგნოზირების ობიექტთა იდენტიფიკაციის ძირითადი პრობლემა მდგომარეობს ობიექტის ისეთი მოდელის აგებაში, რომელმაც უნდა ასახოს რეალური ობიექტის – ორიგინალის დამახასიათებელი არსებითი მხარეები. მაშასადამე, იდენტიფიკაცია არის აგებული მოდელის დამთხვევა ობიექტ-ორიგინალზე. იდენტიფიკაციისას დაჯგუფების მეთოდის საშუალებით წყდება შემდეგი ძირითადი ამოცანები:

1) შერჩევითი ერთობლიობის სტრუქტურის ანალიზი წრფივი მოდელების აგების შესაძლებლობათა დადგენისათვის;

2) ნიშანთა სისტემის კვლევა (ნიშანთა დაჯგუფება, მათი რიცხვის შემცირება, არსებითი ნიშნების შერჩევა);

3) ობიექტის სტატისტიკური მოდელის აგება. ამ დროს ჯგუფებში მიღებული კერძო მოდელები ერთიანდება ერთიან სტატისტიკურ მოდელში.

რთული ობიექტების იდენტიფიკაციისას უნდა გადაწყდეს შემდეგი ამოცანები:

1) განისაზღვროს ფაქტორულ და შედეგობრივ ნიშნებს შორის კავშირის ფორმა და ხარისხი;

2) გამოსაკვლევი ფუნქციების სტაციონარულობის განსაზღვრა;

3) აგებული მოდელის ორიგინალთან ადეკვატურობის რაოდენობრივი შეფასება.

იდენტიფიკაციის მოდელები ხსნიან ცალკეული ფაქტორების როლსა და მათი ფუნქციონირების მექანიზმს. სრული იდენტიფიკაციის მოდელი იძლევა ფაქტორთა გავლენის ზუსტ აღწერას.

სრული იდენტიფიკაცია მოდელში მიღწეულია მაშინ, როდესაც y_i უკვე ცნობილ დონეზე და r_i უცვლელობის პირობებში შესაძლებელია განისაზღვროს y_2 დონე.

სრული იდენტიფიკაციის პირობების ახსნისათვის განვიხილოთ აღრიცხულ (გათვალისწინებულ) და აღურიცხავ (გაუთვალისწინებელ) ფაქტორებს შორის თანაფარდობა.

იდენტიფიკაციის პირველი პირობაა გამოსაკვლევი ფაქტორების დამოუკიდებლობა აღურიცხავი ფაქტორებისაგან, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს დინამიკური მწკრივების შესწავლისას. დინამიკური მწკრივების ძირითადი ტენდენცია ანუ ტრენდი ასახავს მწკრივის ისეთ დონეებს, რომლებიც დამყარდა მხოლოდ ძირითადი ფაქტორების ზემოქმედებით. ამიტომ, ვახდენთ რა ტრენდის ელიმინირებას, იმავდროულად ხდება იმ აღურიცხავი ფაქტორების გავლენის ელიმინირებაც, რომლებიც არ არის ჩართული მოდელში.

სრული იდენტიფიკაციის მეორე პირობაა აღრიცხული ფაქტორების მოქმედების დამოუკიდებლობა აღურიცხავი ფაქტორებისაგან. ამ პირობის შესრულების პირველი კერძო შემთხვევაა ფაქტორთა ადიტიურობა, ე.ი. როდესაც

$$y = M(x_i) + N(r_i),$$

ხოლო მეორე კერძო შემთხვევაა ფაქტორთა მულტიპლიკაციურობა, ე.ი. როდესაც

$$y = M(x_i) \cdot N(r_i),$$

მაშასადამე, სრული იდენტიფიკაციის მეორე პირობის შესრულებისათვის აუცილებელია, რომ კავშირი y ან რაიმე $I(y)$ ფუნქციასა და აღრიცხულ და აღურიცხავ ფაქტორებს შორის იყოს ადიტიური ან მულტიპლიკაციური. მაგრამ მულტიპლიკაციური შემთხვევა გალოგარიტმების გზით შეიძლება დავიყვანოთ ადიტიურ სახემდე სრული იდენტიფიკაციის დარღვევის გარეშე. ამიტომ სრული იდენტიფიკაციის მეორე პირობას შეიძლება ვუწოდოთ აღრიცხული და აღურიცხავი ფაქტორების ადიტიურობის პირობა.

თუ ფაქტორთა ადითიურობა არ შესრულდა, მაშინ სრული იდენტიფიკაცია შეიძლება მიღწეულ იქნეს შესაბამისი ალურიცხავი ფაქტორების გადაყვანით აღრიცხულ ფაქტორთა ჯგუფში. დინამიკურ მწკრივებში აღრიცხული ფაქტორების გავლენის დამოკიდებულება ალურიცხავი ფაქტორებისაგან ნაწილობრივ შეიძლება აისახოს ამ გავლენის დამოკიდებულებით დროისაგან, ე.ი. რეგრესიის ფუნქციის პარამეტრების ცვლილებით დროისაგან. ამით კი ეს დამოკიდებულება ელიმინირდება.

სრული იდენტიფიკაციის მესამე პირობაა დაკვირვების დამოუკიდებლობა. განვიხილოთ ეს პირობა როგორც სტატისტიკაში, ასევე დინამიკაში.

სტატისტიკაში, თუ დაკვირვებანი ურთიერთდამოკიდებულია, ერთობლიობის ერთი რომელიმე ერთეულის საშედეგო ნიშნის ან ფაქტორის მნიშვნელობა შედის იმ ფაქტორთა კომპლექსში, რომლებიც ახდენენ ერთობლიობის სხვა ერთეულთა საშედეგო ნიშნის მნიშვნელობის დეტერმინირებას. როდესაც ერთი რომელიმე ერთეულის თვისებები პირდაპირ შედის სხვა ერთეულთა დეტერმინირებულ კომპლექსში, მხოლოდ ასეთ შემთხვევაში არსებობს მათ შორის დამოკიდებულება. ეს თვისებები შეიძლება განვიხილოთ როგორც ალურიცხავი ფაქტორების (u_k) რაღაც ქვესიმრავლე. თუ ამ ფაქტორებს შევიტანთ მოდელში, მივიღებთ: $y = f(x_i, r_j, u_k)$. რამდენადაც ყოველ ერთეულს სტატისტიკაში აქვს მხოლოდ ერთი დაკვირვება, ამიტომ u_k ჯგუფის არც ერთი ფაქტორი არ განიცდის ვარიაციას, ე.ი. ისინი მუდმივია ერთობლიობის ყოველი ერთეულისათვის. მაშასადამე, x_i ფაქტორები არ არიან დამოკიდებულნი u_k ფაქტორებზე და მათი გავლენა მუდმივია.

დინამიკაში ადგილი აქვს ერთი და იმავე ობიექტის მომდევნო და წინა მნიშვნელობებს. რამდენადაც დინამიკური მწკრივის წინა დონეებზე დამოკიდებულია მომდევნო დონეები, ამდენად, ამ დამოკიდებულებამ შეიძლება წარმოშვას ადითიურობის პირობის დარღვევა. ამიტომ ავტოკორელაციის გამორიცხვა დინამიკურ მწკრივებში აუცილებელია.

მაშასადამე, სრული იდენტიფიკაციის პირობებიდან გამომდინარეობს, რომ ერთეულთა შორის მიზეზობრივი კავშირების ასახვისათვის საჭიროა მოდელში ჩაირთოს ფაქტორთა დიდი რაოდენობა. მაგრამ ეს იმას როდი ნიშნავს, რომ ყოველი ფაქტორის ჩართვა მოდელში მიზანშეწონილი იყოს. ფაქტორთა შერჩევა არ შეიძლება სუბიექტურად. იგი უნდა ემყარებოდეს სამოდელო ობიექტის სტრუქტურული ურთიერთკავშირების ყოველმხრივ თეორიულ ანალიზს. ასეთი ანალიზი კი შეუძლებელია დაჯგუფების მეთოდის გარეშე.

სტრუქტურის მოდელირებისა და პროგნოზირების პროცესში კვლევის ობიექტის თავისებურებიდან გამომდინარე ხშირად საჭირო ხდება აგებული მოდელის სტრუქტურული ფორმის გარდაქმნა მის დაყვანილ ფორმად. ასეთ შემთხვევაში დიდი მნიშვნელობა აქვს მოდელის ორივე ფორმას შორის ზუსტი შესაბამისობის მიღწევას, ე.ი. მათ იდენტიფიკაციას. მოდელის სტრუქტურული ფორმა უნდა მოიცავდეს $n(n - 1 + m)$ პარამეტრებს, ხოლო დაყვანილი ფორმა n პარამეტრებს. მოდელის სტრუქტურული და დაყვანილი ფორმის კოეფიციენტებს შორის არსებული ურთიერთდამოკიდებულება საბოლოოდ ასეთ სახეს ღებულობს:

$$\Gamma B + A = 0.$$

იდენტიფიკაციის პრობლემის გადაწყვეტა ბევრადაა დამოკიდებული ამ ტოლობის სწორ ანალიზზე. თუ მოდელი წარმოდგენილია განტოლებათა სისტემის სახით, მაშინ იდენტიფიკაციის პრობლემის გადაწყვეტის პროცესში აუცილებელია მოცემული სისტემის ყოველი განტოლების შეფასება. იმ შემთხვევაში, როდესაც n არის სისტემის ენდოგენური ცვლადების რიცხვი, m – ეგზოგენური ცვლადების რიცხვი, ხოლო $n_i + m_i$ კი i -ური რაოდენობის განტოლებებში ენდოგენური და ეგზოგენური სიდიდეების რიცხვი, მაშინ მოცემული სისტემის ყოველი განტოლების იდენტიფიკირების აუცილებელი პირობაა

$$(n + m) - (n_i + m_i) \geq n - 1.$$

თუ სისტემის ყოველი განტოლება აკმაყოფილებს ამ პირობებს, მაშინ იდენტიფიცირებული იქნება განტოლებათა მთელი სისტემა.

იდენტიფიკაციის პრობლემის გადაწყვეტისას შესაძლებელია სამი შემთხვევის არსებობა: მოცემული მოდელი ზუსტად იდენტიფიცირებულია, ზეიდენტიფიცირებულია და არაიდენტიფიცირებულია. პირველ შემთხვევაში იდენტიფიკაციის პირობას შემდეგი სახე აქვს:

$$(n + m) - (n_i - m_i) = n - l,$$

მეორე შემთხვევაში გვექნება:

$$(n + m) - (n_i - m_i) > n - l,$$

ხოლო მესამე შემთხვევაში აღნიშნული პირობა ასეთ სახეს მიიღებს:

$$(n + m) - (n_i - m_i) < n - l.$$

თანამედროვე პირობებში დასავლეთის სპეციალურ ლიტერატურაში შეიმჩნევა წრფივი მოდელების მათემატიკურ-სტატისტიკური შეფასების მეთოდებისა და ხერხების მრავალფეროვნება. მათი უმეტესობა განკუთვნილია იდენტიფიცირებული ზეიდენტიფიცირებული მოდელების შეფასებისათვის. ამ მეთოდებიდან შედარებით ფართოდ გავრცელდა პრაქტიკაში ე. წ. უმცირეს კვადრატთა პირდაპირი და ირიბი მეთოდები. მოვლენათა სტრუქტურის მოდელირებისას ისეთ შემთხვევაში, როდესაც მოცემულ განტოლებათა სისტემა ზუსტად იდენტიფიცირებადი, მოდელის პარამეტრების შეფასება ხორციელდება უმცირეს კვადრატთა ირიბი მეთოდის საშუალებით (მას სხვანაირად დაყვანილი ფორმის მეთოდი ეწოდება). ზოგადად მისი არსი შემდეგში მდგომარეობს: დასაწყისში აგებული მოდელის სტრუქტურული ფორმა გარდაიქმნება დაყვანილ ფორმად. შემდეგ უმცირეს კვადრატთა მეთოდის საშუალებით შეფასდება მოდელის დაყვანილი ფორმის ყოველი განტოლების პარამეტრები და გარდაიქმნება მოდელის სტრუქტურული ფორმის პარამეტრებად. ამის შემდეგ მოხდება მოცემული მოდე-

ლის იდენტიფიკაციის ხარისხის შესახებ საბოლოო დასკვნის ჩამოყალიბება, თუ მოდელი აღმოჩნდება არაიდენტიფიცირებული, მაშინ აუცილებელია მისი შეცვლა და ახალი მოდელის აგება. პროგნოზული მაჩვენებლების გაანგარიშება ემყარება მხოლოდ იდენტიფიცირებულ ან ზეიდენტიფიცირებულ მოდელებს. იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც პროგნოზული მაჩვენებლები მიღებულია ზეიდენტიფიცირებული მოდელების საფუძველზე, აუცილებელია ჩატარდეს მათი რეტროსპექტული ანალიზი. იგი საშუალებას იძლევა განხორციელდეს საპროგნოზო მოდელის ვარგისიანობის ზოგადი შეფასება. მაგრამ საპროგნოზო მოდელის ვარგისიანობის ხარისხზე საბოლოო დასკვნა გაკეთდება მაშინ, როდესაც მოხდება მისი შეფასება ვერიფიკაციის მეთოდით, რაც გულისხმობს სხვადასხვა მეთოდით გაანგარიშებული პროგნოზული მაჩვენებლების შედარებას.

თემა 7. მოვლენათა ურთიერთკავშირის სტატისტიკური მოდელირება და პროგნოზირება

7.1 მოვლენათა ურთიერთკავშირების გამოვლენის სტატისტიკური მეთოდები

სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენების ურთიერთკავშირების მოდელირება რთული სისტემების კვლევის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი სფეროა, რაც მტკიცედ დამკვიდრდა სტატისტიკისა და პროგნოსტიკის თანამედროვე პრაქტიკაში. ურთიერთკავშირების მოდელები ასახავენ სოციალურ-ეკონომიკურ მოვლენებს შორის არსებულ რეალურ მიზეზშედეგობრივ დამოკიდებულებას.

მოვლენათა ურთიერთკავშირების მოდელების აგებისას ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ეტაპია რეალური ურთიერთკავშირების გა-

მოვლენა, ამ კავშირების ხასიათისა და მიმართულებების დადგენა. კვლევის ამ პროცესში მთავარ როლს ძირითადად სტატისტიკური მეთოდები ასრულებენ.

სოციალურ-ეკონომიკურ მოვლენებსა და პროცესებს შორის შეიძლება არსებობდეს სხვადასხვა სახის კავშირი. მოდელირებისას სტატისტიკური მეთოდებით ვლინდება კორელაციური კავშირის სახეები, ხასიათი და რაოდენობრივი თანაფარდობანი. კავშირის ფორმა, სახე და მიმართულება ბევრადაა დამოკიდებული სამოდელ-ლო ობიექტის (სისტემის) ხასიათზე. სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენებისა და პროცესების ურთიერთკავშირები შეიძლება იყ-ოს პირდაპირი და არაპირდაპირი, წრფივი და არაწრფივი, ერთ-ფაქტორიანი და მრავალფაქტორიანი, მუდმივი და ცვალებადი. მათი შესწავლისას იმავდროულად ვლინდება მიზეზშედეგობრივი ფაქტორების ურთიერთზემოქმედების ხასიათი.

კვლევის ამ ეტაპზე ფართოდ გამოიყენება ისეთი სტატისტი-კური მეთოდები, როგორიცაა დაჯგუფების, პარალელურ მწყრივ-თა, კორელაციურ-რეგრესიული და სხვა მეთოდები.

მოვლენათა ურთიერთკავშირების მოდელირებისას და პროგ-ნოზირებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს სტატისტიკური დაჯგუფე-ბის მეთოდის გამოყენებას. ამ დროს განსაკუთრებით ფართოდ გა-მოიყენება ანალიზური დაჯგუფება, რომლის დროსაც მოცემული საშედეგო მაჩვენებლები ჯგუფდება მიზეზობრივი ფაქტორების მი-ხედვით. შემდეგ კი ყოველი ჯგუფის მიხედვით განისაზღვრება სხვა-დასხვა საშუალო (ვარიაციული) მაჩვენებლები. ამის შემდეგ მიღე-ბული მაჩვენებლების ურთიერთშედარებით შეიძლება დადგინდეს კავშირის ხასიათი და რაოდენობრივი თანაფარდობა.

ურთიერთკავშირების რაოდენობრივი თანაფარდობის დადგე-ნისას დიდ როლს ასრულებს კორელაციურ-რეგრესიული ანალ-იზის მეთოდები. ამ დროს ცნობილი უნდა იყოს ის, რომ კორელა-ცია წყვილადია თუ მრავლობითი. წყვილადი კორელაციისას თუ კავშირის ფორმა წრფივია, მაშინ მისი ადეკვატური მოდელი წრფივი ფუნქციით აისახება, ე. ი. $y = a_0 + a_1x$, სადაც y არის საშე-

დეგო ნიშნის მნიშვნელობა, x – ფაქტორული ნიშანი ანუ მიზეზობრივი ფაქტორი,

a_0 და a_1 – განტოლების პარამეტრებია. ეკონომიკურად a_0 ასახავს საშედეგო მოვლენის თეორიულ საწყის მნიშვნელობას, ხოლო a_1 არის რეგრესიის კოეფიციენტი და გვიჩვენებს ფაქტორული ნიშნის ერთი ერთეულით შეცვლას, როგორც (რამდენი ერთეულით) შეცვლის საშედეგო ნიშნის მნიშვნელობას.

მოცემულ განტოლებაში y და x მნიშვნელობები ცნობილია, ხოლო a_0 და a_1 პარამეტრების გაანგარიშებისათვის საჭიროა ამოვხსნათ შემდეგი სახის ნორმალურ განტოლებათა სისტემა:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum x = \sum y \\ a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 = \sum xy \end{cases}$$

არაწრფივი კავშირის არსებობისას მისი ასახვა შეიძლება შემდეგი სახის ფუნქციებით:

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 \quad (\text{პარაბოლა})$$

$$y = a_0 + a_1 \frac{1}{x} \quad (\text{ჰიპერბოლა})$$

$$y = a_0 a_1^x \quad (\text{მაჩვენებლიანი ფუნქცია})$$

პარაბოლის შემთხვევაში უნდა ამოიხსნას შემდეგი სახის განტოლებათა სისტემა:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 x + a_2 x^2 = \sum y \\ a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 + a_2 \sum x^3 = \sum xy \\ a_0 \sum x^2 + a_1 \sum x^3 + a_2 \sum x^4 = \sum x^2 y \end{cases}$$

ჰიპერბოლური კავშირის არსებობისას საჭიროა ამოიხსნას შემდეგი სახის განტოლებათა სისტემა:

პროგნოზირებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს არა მხოლოდ მოვლენათა შორის კავშირის ფორმისა და ხასიათის გამოვლენას, არამედ ამ კავშირის სიმკიდროვის ხარისხის დადგენას. კავშირის სიმკიდროვის ხარისხის გაზომვის ერთ-ერთი გავრცელებული მაჩვენებელია კორელაციის კოეფიციენტი. წრფივი კავშირის შემთხვევაში კორელაციის კოეფიციენტი განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \bar{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y},$$

სადაც \bar{x} და \bar{y} ფაქტორული და საშუალო ნიშნების საშუალო მნიშვნელობებია ($\bar{x} = \sum x/n$ და $\bar{y} = \sum y/n$), σ_x და σ_y – საშუალო კვადრატული გადახრებია:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2 \cdot f}{\sum f}}, \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2 \cdot f}{\sum f}}.$$

კორელაციის წრფივი კოეფიციენტი შეიძლება განისაზღვროს სხვა ფორმულითაც, კერძოდ:

$$R_{xy} = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \cdot \sum (y - \bar{y})^2}}.$$

კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა მოქცეულია -1 -დან $+1$ -მდე. თუ მისი მნიშვნელობა 0 -ის ტოლია, ეს იმას ნიშნავს, რომ მოვლენებს შორის კავშირი არ არსებობს, ხოლო თუ $+1$ -ის ტოლია, მაშინ ადგილი აქვს არა კორელაციურ, არამედ ფუნქციონალურ კავშირს.

ზშირად მოვლენებს შორის ადგილი აქვს არაწრფივ კავშირს. ამ დროს სიმკიდროვის ხარისხი შეიძლება განისაზღვროს კორელაციური დამოკიდებულების მაჩვენებლით ანუ კორელაციის ინდექსით, რომელსაც ასეთი სახე აქვს:

$$R_{xy} = \sqrt{\frac{\sigma_{y^2}}{\sigma_{x^2}}},$$

სადაც σ_{y^2} – ფაქტორული ნიშნის მიხედვით y საშუალო ნიშნის მოსწორებული მნიშვნელობის დისპერსიაა; σ_y – y ნიშნის საერთო დისპერსიაა.

მრავლობითი კორელაციის შემთხვევაში კორელაციის კოეფიციენტი გაიანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$R_{yx_1x_2} = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - 2r_{yx_1}r_{yx_2}r_{x_1x_2}}{1 - r_{x_1x_2}^2}},$$

სადაც y – საშუალო ნიშანი (მოვლენა); x_1, x_2 – ფაქტორები; $r_{yx_1}, r_{yx_2}, r_{x_1x_2}$ – წყვილადი კორელაციის კოეფიციენტები.

სოციალურ-ეკონომიკურ მოვლენათა პროგნოზირებისას უმეტესად ადგილი აქვს მრავლობით კორელაციურ კავშირებს, რადგან ასეთი მოვლენების განვითარების ტენდენციები ყალიბდება მრავალი ფაქტორის ერთობლივი ზემოქმედებით. ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია ფაქტორთა გავლენის ხარისხის დადგენა იმ მიზნით, რომ მოხდეს მათი აგრეგირება და მათგან არსებითი ფაქტორების გამოყოფა, რომლებიც შემდეგ ჩაირთვება საპროგნოზო მოდელში. კვლევის ამ პროცესში ყოველთვის გასათვალისწინებელია ის ფაქტი, რომ პრაქტიკულად შეუძლებელია ისეთი მოდელის აგება, რომელშიც მოცემული იქნება შესასწავლ მოვლენაზე მოქმედი ყველა ფაქტორი. კორელაციური ანალიზი კი უზრუნველყოფს არსებითი ფაქტორების განსაზღვრას.

7.2 ფაქტორული ნიშნების განსაზღვრის სტატისტიკური მეთოდები მომლენათა შრთიერთკავშირების პროგნოზირებისას

სოციალურ და ეკონომიკურ პროცესებზე მოქმედი ფაქტორები ერთმანეთთან სხვადასხვა სახის ურთიერთდამოკიდებულებაში არიან. პროგნოზირებისას ერთ-ერთი მთავარი ამოცანაა არა მხოლოდ ფაქტორთა ერთობლიობის ზუსტი განსაზღვრა, არამედ იმ ფაქტორების შერჩევა, რომლებიც ერთმანეთთან არიან მკიდრო კავშირში. ასეთი ფაქტორების განსაზღვრა აუცილებელია იმისათვის, რათა მოხდეს მათი ჩართვა საპროგნოზო მოდელში. მოდელში არ შეიტანება ყველა ის ფაქტორი, რომელიც ზემოქმედებს შესასწავლ ობიექტზე. ეს იწვევს მოდელების გაუმართლებელ გართულებას და გამოთვლითი სამუშაოების მოცულობის ზრდას. ამასთანავე, მოდელების ზედმეტად გამარტივება გამოიწვევს იმას, რომ იგი გახდება არაადეკვატური და ვერ ასახავს არსებით მიზეზშედეგობრივ კავშირებს. შესაბამისად, ასეთი მოდელების საფუძველზე გაანგარიშებული პროგნოზები არარეალური იქნება და მათ არ ექნებათ პრაქტიკული მნიშვნელობა. ურთიერთკავშირების მოდლების აგებისას ერთ-ერთი მთავარი მოთხოვნა ისაა, რომ სრულად იქნეს გათვალისწინებული ყველაზე მნიშვნელოვანი ფაქტორული ნიშნები. ამ ამოცანის განხორციელება ძლიერ რთულია, რადგან სოციალურ-ეკონომიკურ პროცესებზე მოქმედი ფაქტორული ნიშნები შეიძლება ხასიათდებოდეს მულტიკოლინეარობით, რაც ფაქტორულ ნიშნებს შორის ძლიერ ურთიერთკავშირს ნიშნავს. ასეთ შემთხვევაში ფაქტორული ნიშნები ერთმანეთთან ზუსტად წრფივ ან მასთან მიახლოებულ ურთიერთდამოკიდებულებაში არიან. მულტიკოლინეარობის არსებობისას ფაქტორული ნიშნების ნაწილი ერთობლივ ზეგავლენას ახდენს საშედეგო ნიშანზე და თითქმის შეუძლებელი ხდება მოდელში ჩართული ყოველი ცალკეული ფაქტორული ნიშნის გავლენის გამოყოფა და განსაზღვრა.

მულტიკოლინეარობის არსებობის დადგენა წინასწარ მოცემული პირობების შესრულებისას შეიძლება განხორციელდეს მატრიცული ალგებრის მეთოდების გამოყენებით. მისი არსებობის შემთხვევაში საჭიროა იგი გამოირიცხოს, რისთვისაც რამდენიმე სტატისტიკური ხერხი არსებობს. ერთ-ერთი მათგანია ფაქტორული ნიშნების გარდაქმნა ისე, რომ მათ შორის დამყარდეს ნულოვანი კორელაცია. ფაქტორული ნიშნები თანმიმდევრობით (რიგ-რიგობით) შეიტანება მოდელში და დგინდება მათი საპროგნოზო ვარგისიანობა. იმავდროულად მოდელიდან გამოირიცხება ნაკლებმნიშვნელოვანი ფაქტორები. მაგრამ იმ შემთხვევაში, როდესაც ფაქტორთა დიდი რაოდენობაა, მათი შერჩევის ასეთი მიდგომა პრაქტიკულად ძნელად გამოსაყენებელია.

ფაქტორული ნიშნების შერჩევის შედარებით უფრო უკეთესი ხერხია, ე. წ. ბიჭური რეგრესია. მისი არსი მდგომარეობს ფაქტორების თანმიმდევრობით ჩართვაში საპროგნოზო მოდელში და მოდელის სტატისტიკურ შემოწმებაში. ფაქტორული ნიშნის ჩართვა მოდელში ხორციელდება შემდეგი მაჩვენებლის საფუძველზე:

$$F = \frac{nR^2 - kR^2 - rR^2}{1 - R^2} = \frac{R^2(n - k - r)}{1 - R^2}.$$

ამ ფორმულის საფუძველზე ხორციელდება ჰიპოთეზის შემოწმება იმის შესახებ, რომ საპროგნოზო მოდელში ფაქტორული ნიშნის ჩართვით არ უმჯობესდება საშუალო ნიშნის საპროგნოზო მნიშვნელობა. თუ ჰიპოთეზა სწორია, მაშინ F უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობას:

$$F = (1, n - k - 2).$$

მოვლენათა შორის სტატისტიკური ურთიერთკავშირის მოდელირებისას ფაქტორული ნიშნების შერჩევა შეიძლება განხორციელდეს აგრეთვე საექსპერტო მეთოდის გამოყენებით. ამ შემთხვევაში მნიშვნელოვანი მომენტიან ექსპერტთა ჯგუფის ფორმირება. ექსპერტებისადმი წაყენებული მთავარი მოთხოვნა — ეს არის მათი მაღალი კომპეტენტურობა კვლევის ობიექტის მიმართ. ექ-

სპერტთა საქმიანობის ძირითადი ამოცანაა კვლევის ობიექტზე მოქმედი ფაქტორული ნიშნების გავლენის შეფასება; ამ პროცესში ცალკეულ ნიშნებს ენიჭება სხვადასხვა რანგი და ყოველი რანგის მინიჭების შემდეგ ხდება მათი ზემოქმედების ზონის შეფასება. საექსპერტო შეფასების მონაცემთა დასამუშავებლად გამოიყენება კორელაციული ანალიზი, კერძოდ: ორი ექსპერტის აზრთა შესაბამისობა განისაზღვრება სპირმენის კოეფიციენტის საშუალებით, რომელიც შემდეგი ფორმულით გამოისახება:

$$S = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)},$$

სადაც $d_i = R_\alpha - R_\beta$ და იგი არის ექსპერტთა მიერ ფაქტორული ნიშნების შეფასებებს შორის არსებული სხვაობა; n – ფაქტორული ნიშნების რაოდენობა.

სპირმენის კოეფიციენტის მნიშვნელობა მოთავსებული იქნება -1 -დან $+1$ -მდე საზღვრებში, ე.ი. $-1 \leq s \leq 1$

იმ შემთხვევაში, როდესაც ფაქტორთა შეფასებაში მონაწილეობს ექსპერტთა ჯგუფი (3 და მეტი პირი), მათი შეფასებების შესაბამისობა განისაზღვრება კონკორდაციის კოეფიციენტის გაანგარიშების საფუძველზე:

$$W = \frac{12\Delta}{m^2(n^3 - n)},$$

სადაც Δ – ცხრილში მოცემული ექსპერტთა შეფასებების მონაცემთა სტრიქონების კვადრატების ჯამსა და სვეტების მიხედვით გადახრების საშუალო ჯამს შორის სხვაობა; m – ფაქტორული ნიშნების რიცხვი; n – ექსპერტთა რიცხვი.

7.3 მოვლენათა ურთიერთკავშირის

საპროგნოზო მოდელის შერჩევა

სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების, როგორც კვლევის ერთიანი პროცესის მნიშვნელოვანი ეტაპია მოდელის ტიპის შერჩევა. იგი იწყება შესასწავლი ობიექტის თვისებრივი ანალიზით, მიზეზშედეგობრივი კავშირების გამოვლენით. ხშირად კავშირის ფორმის ასახვა ხორციელდება მათემატიკურად – სხვადასხვა განტოლებების საშუალებით. მაგრამ აქ მთავარი საკითხია ის, რომ როგორი განტოლება უნდა აიგოს, რათა მან სრულად ადეკვატურად ასახოს შესასწავლი ობიექტის დამახასიათებელი ურთიერთკავშირები. ურთიერთკავშირის მოდელის შერჩევა შეიძლება სხვადასხვა ხერხით: გრაფიკულად (ვიზუალური ხერხით), საექსპერტო შეფასებით (ლოგიკურად), მათემატიკურად და სხვა. ამასთანავე, ყველა შემთხვევაში აუცილებელი მოთხოვნაა ყოველი შერჩეული მოდელის ადეკვატურობის სტატისტიკური შეფასება სხვადასხვა კრიტერიუმების საშუალებით (ფიშერის, სტიუდენტის, კოლმოგოროვის და სხვა). სოციალურ-ეკონომიკური პროცესების პროგნოზირებისას ხშირად გამოიყენება რეგრესიის მოდელები, კერძოდ, შემდეგი ტიპის მოდელები:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n$$

$$\hat{y} = a_0 x_1^1 x_2^2 \dots + x_n^n$$

$$\hat{y} = a_0 + a_1 x_1^2 + a_2 x_2^2 + \dots + a_n x_n^2$$

$$\hat{y} = a_0 + a_1 \log x_1 + a_2 \log x_2 + \dots + a_n \log x_n$$

$$\ln \hat{y} = a_0 + \ln x$$

$$\hat{y} = a_0 + \frac{a_1}{x_1} + \frac{a_2}{x_2} + \dots + \frac{a_n}{x_n}$$

მოდელის კონკრეტული ტიპის შერჩევა დამოკიდებულია არა მხოლოდ მკვლევარზე, არამედ საპროგნოზო ობიექტის მათორმირებელი ფაქტორების ზემოქმედების ხასიათზე, რაც ელინდება

წინასწარი ლოგიკური ანალიზის შედეგად. მაშასადამე, მოდელის ტიპის შერჩევისას გამოიყენება ლოგიკური და სტატისტიკური მიდგომა. პირველი მიდგომა – ეს არის მოდელის შერჩევის საწყისი ეტაპი, რაც გულისხმობს „აზრობრივი“ (აბსტრაქტული) მოდელის აგებას. მას მოსდევს შემდეგი სტატისტიკური მიდგომა, რის შედეგადაც „აზრობრივი“ მოდელი იქცევა რეალურ (კონკრეტული სახის მქონე) რეგრესიულ (ან სხვა ტიპის) მოდელად. ამრიგად, ასეთი მოდელები წარმოადგენს ლოგიკური და სტატისტიკური მიდგომის კავშირის ასახვას.

7.4 ფაქტორთა გავლენის შეფასება მოვლენათა ურთიერთკავშირის მოდელირებისას

სტატისტიკური ურთიერთკავშირის რეგრესიული მოდელების შემუშავებისა და მათი კომპლექსური შეფასების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მომენტი ფაქტორთა გავლენის ზომის განსაზღვრა საპროგნოზო მაჩვენებლებზე. კვლევის ამ ეტაპზე უნდა გაირკვეს ის, თუ ყოველი ფაქტორული ნიშანი რა ზომით იწვევს სამოდელო ნიშნის სიდიდის ცვლილებას. რეგრესიული მოდელების არსებობისას ზოგადად ეს ზემოქმედება ვლინდება შემდეგი სახით: რაც უფრო დიდია რეგრესიის კოეფიციენტის აბსოლუტური მნიშვნელობა, მით უფრო ძლიერია ფაქტორული ნიშნის ზემოქმედება სამოდელო ნიშანზე. კონკრეტულად ფაქტორული ნიშნების გავლენის განსაზღვრისას შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კორელაციური და რეგრესიული ანალიზის ზერხები, შეფარდებითი და საშუალო სიდიდეები, საინდექსო მეთოდი და სხვა.

რეგრესიული მოდელების შემთხვევაში ფაქტორული ნიშნების გავლენის შეფასება შეიძლება განხორციელდეს, აგრეთვე ელასტიურობის კოეფიციენტის გამოყენებით; ამ კოეფიციენტის საშუალებით ფაქტორთა ცალკეული შეფასებანი მიიღება პროცენტების სახით. თუ ფაქტორული ნიშანი დადებითად მოქმედებს სა-

მოდელო ნიშანზე, მაშინ მისი გავლენის ზომა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$Q_{x_i} = \left(\frac{x_{\max}}{\bar{x}_i} - 1 \right) \cdot \vartheta_i,$$

x_{\max} – ფაქტორული ნიშნის მაქსიმალური მნიშვნელობა; \bar{x}_i – ფაქტორული ნიშნის საშუალო მნიშვნელობა; ϑ_i – ელასტიურობის კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$\vartheta_i = \left(a_i \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}} \right) \cdot 100\%,$$

სადაც a_i – რეგრესიის კოეფიციენტი; \bar{y} – საშუალო (სამოდელო) ნიშნის საშუალო მნიშვნელობა.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ფაქტორული ნიშანი უარყოფით გავლენას ახდენს სამოდელო მაჩვენებელზე, მაშინ მისი ზემოქმედების რაოდენობრივი ზომა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$Q_{x_i} = \left(1 - \frac{x_{\min}}{\bar{x}_i} \right) \cdot \vartheta_i,$$

სადაც x_{\min} – ფაქტორული ნიშნის მინიმალური მნიშვნელობა.

რეგრესიულ მოდელებში ფაქტორთა გავლენის შეფასებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს რეგრესიის კოეფიციენტის ნიშანს.

რეგრესიის მოდელებში ფაქტორთა გავლენის შეფასებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს რეგრესიის კოეფიციენტის ნიშანს. თუ რეგრესიის კოეფიციენტს აქვს პლუს ნიშანი, მაშინ მოცემული ფაქტორული ნიშნის სიდიდის გადიდება გამოიწვევს საშუალო მაჩვენებლის სიდიდის ზრდასაც, და პირიქით, თუ ამ კოეფიციენტს აქვს ნიშანი მინუსი, მაშინ ფაქტორული ნიშნის სიდიდის მატება ნიშნავს საშუალო მაჩვენებლის სიდიდის შემცირებას. მაგრამ ეს ზოგადი წესი ყოველთვის არ არის სასურველი და გამართლებული. მოდელირებისას რეგრესიის კოეფიციენტის ნიშანთა მისაღები ინტერპრეტაცია დამოკიდებულია შესასწავლი ობიექტის არსზე.

თუ სამოდელო მაჩვენებლის სიდიდის ცვლილების სასურველი მიმართულება გადიდება (მაგალითად, რეალიზებული პროდუქციის ან მომსახურების მოცულობა, ფონდუკუგება, მოგება, შრომის ანაზღაურება და ა. შ.), მაშინ რეგრესიის კოეფიციენტის პლუს ნიშანი დადებით გავლენას ახდენს საშედეგო ნიშანზე და იგი მისაღებია. იმ შემთხვევაში, როდესაც სამოდელო მაჩვენებლის სასურველი ცვლილება მისი შემცირება (მაგალითად, პროდუქციის თვითღირებულება, მასალატევადობა, ენერგოტევადობა, ძირითადი კაპიტალის გამოსყიდვის ვადა და ა. შ.), მაშინ ამ მაჩვენებლებზე დადებით გავლენას მოახდენს არა ის კოეფიციენტი, რომელსაც აქვს პლუს ნიშანი, არამედ მინუსნიშანი კოეფიციენტი.

შესასწავლი ობიექტის არსიდან გამომდინარე, თუ სასურველია, რომ რეგრესიის კოეფიციენტს უნდა ჰქონდეს ნიშანი პლუსი, მაგრამ მას აქვს მინუსი, ან პირიქით, მაშინ აუცილებელია გადამოწმდეს მოცემული მოდელის პარამეტრების გაანგარიშება. თუ ჩატარებულმა შემოწმებამ დაადასტურა პარამეტრების ალოგიკურობა, მაშინ საჭიროა კვლევის ამ ეტაპის თავიდან ჩატარება. ამ შემთხვევაში შესაძლებელია არასწორად იყოს შერჩეული თვით მოდელის ამსახველი რეგრესიის განტოლება. ამიტომ საჭიროა არა მხოლოდ მისი კოეფიციენტების, არამედ მთლიანად განტოლების ზოგადი შეფასებაც.

7.5 ურთიმართკავშირების რეგრესიული მოდელების ადამპატურობის შემფასება

რეგრესიული მოდელების პრაქტიკული გამოყენება დამოკიდებულია მათი ადეკვატურობის ხარისხზე, ე. ი. იმაზე, თუ რამდენად სრულად შეესაბამება აგებული მოდელი შესასწავლი ობიექტის რეალურ მიზეზშედეგობრივ კავშირებს. მოდელის ადეკვატურობის შეფასება იწყება რეგრესიის ყოველი კოეფიციენტის მნიშვნელობის განსაზღვრით, რისთვისაც საჭიროა მათი დისპერსიის გაანგარიშება. იგი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\sigma_{p_i}^2 = \frac{\sigma_y^2(1-R^2)}{\sigma_{x_i}^2 n(1-R)},$$

სადაც, $\sigma_{p_i}^2$ — რეგრესიის j -ური კოეფიციენტის დისპერსია; σ_y^2 — საპროგნოზო (საშედეგო) მოვლენის (ნიშნის) დისპერსია; $\sigma_{x_i}^2$ — ფაქტორული ნიშნების დისპერსია; R — კორელაციის კოეფიციენტი; n — დაკვირვებათა რიცხვი.

დისპერსიის გაანგარიშების შემდეგ ხორციელდება რეგრესიის კოეფიციენტის მნიშვნელობის განსაზღვრა t კრიტერიუმის საფუძველზე, ე. ი.:

$$t_p = \frac{|a_i|}{\sqrt{\sigma_{a_i}^2}}.$$

რეგრესიის კოეფიციენტის მნიშვნელობა მისაღებია მაშინ, როდესაც მისი აბსოლუტური სიდიდე მეტია სარწმუნო ინტერვალზე, რომელიც შემდეგნაირად განისაზღვრება:

$$\Delta a_i = \pm \frac{t\sigma_y}{\sqrt{n}}.$$

რეგრესიის მოდელის ადეკვატურობის შეფასებისას შესაძლებელია შემდეგი 3 შემთხვევა:

1) რეგრესიის ყველა კოეფიციენტი თავისი მნიშვნელობით მისაღებია;

2) რეგრესიის კოეფიციენტების მხოლოდ ნაწილია მისაღები;

3) რეგრესიის ყველა კოეფიციენტი მიუღებელია.

პირველ შემთხვევაში რეგრესიის მოდელი ვარგისია პრაქტიკული გამოყენებისათვის: მის საფუძველზე შეიძლება განხორციელდეს პროგნოზების გაანგარიშება და შესაბამისი გადაწყვეტილებების მიღება. მეორე შემთხვევაში აუცილებელია შესასწავლი ობიექტის ურთიერთკავშირების თვისებრივი ანალიზი, რათა წამოყენებულ იქნეს რაიმე ჰიპოთეზა და მოხდეს მისი დასაბუთება. იმავე

დროულად უნდა აიხსნას რეგრესიის კოეფიციენტების მიუღებლობა. თუ ამ კოეფიციენტების მიუღებლობის თეორიული დასაბუთება ვერ განხორციელდა საკმარისად დამაჯერებლად, მაშინ ასეთი კოეფიციენტების მქონე ფაქტორული ნიშნები უნდა გამოირიცხოს მოდელიდან და შეიცვალოს სხვა ნიშნებით. მესამე შემთხვევაში, ე.ი. როდესაც რეგრესიის ყველა კოეფიციენტი მიღებულია, ხდება მოდელის ადეკვატურობის შესახებ წამოყენებული ჰიპოთეზის უკუგდება და აუცილებელია კვლევის ამ ეტაპის თავიდან დაწყება.

მოდელის ადეკვატურობის შეფასებისათვის ხშირად გამოიყენება ფიშერის F კრიტერიუმი, რომელიც შემდეგნაირად განისაზღვრება:

$$F_p = \frac{\sigma_{\text{მ}}^2}{\sigma_{\text{მ}}^2},$$

სადაც, $\sigma_{\text{მ}}^2$ – სამოდლო მაჩვენებლის ზოგადი (საერთო) დისპერსია; $\sigma_{\text{მ}}^2$ – ნარჩენი (ადეკვატურობის) დისპერსია.

არსებობს F კრიტერიუმის წინასწარ გაანგარიშებული სტანდარტული მნიშვნელობები, რომლებსაც ხშირად ცხრილურ მნიშვნელობებს უწოდებენ. თუ F კრიტერიუმის ფაქტობრივი (გაანგარიშებითი) მნიშვნელობა მეტია სტანდარტულ მნიშვნელობაზე, ე.ი. $F_p > F_c$, მაშინ მოდელი არ არის ადეკვატური, აუცილებელია ახალი ჰიპოთეზის ჩამოყალიბება. იმ შემთხვევაში, როდესაც $F_p < F_c$, ე.ი. კრიტერიუმის გაანგარიშებითი მნიშვნელობა ნაკლებია სტანდარტულზე, მაშინ მოცემული მოდელი ადეკვატურია.

რეგრესიული საპროგნოზო მოდელის ადეკვატურობის შეფასებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მრავლობითი კორელაციის კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$R = \sqrt{\frac{r_{y x_1}^2 + r_{y x_2}^2 - 2 r_{y x_1} \cdot r_{x_1 x_2}}{1 - r_{x_1 x_2}^2}},$$

სადაც y არის საპროგნოზო (საშედეგო) მაჩვენებელი; x_i და x_j – ფაქტორული ნიშნებია; r – წყვილადი კორელაციის კოეფიციენტი.

თუ $R = 0$, მაშინ მოცემული მოდელი მთლიანად არაადეკვატურია, ხოლო როცა $R \neq 0$, მაშინ მოდელი ადეკვატურია და სწორად ასახავს რეალურ მიზეზშედეგობრივ კავშირებს.

რეგრესიული მოდელების ადეკვატურობის შეფასებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, აგრეთვე აპროქსიმაციის საშუალო შეცდომის მაჩვენებელი. იგი შემდეგი ფორმულით განისაზღვრება:

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \left(\frac{|y_i - y|}{y_i} \cdot 100\% \right),$$

სადაც y_i – არის საპროგნოზო მაჩვენებლის ფაქტიური (ემპირიული) მნიშვნელობები; y – აგებული მოდელის საფუძველზე გაანგარიშებული საპროგნოზო მაჩვენებლის მნიშვნელობები; n – დაკვირვებათა რიცხვი.

თუ აპროქსიმაციის საშუალო შეცდომა არ აღემატება 15%-ს, მაშინ მოცემული მოდელი ადეკვატურია. იმ შემთხვევაში, როდესაც აპროქსიმაციის საშუალო შეცდომა 20%-ზე მეტია, მაშინ ასეთი მოდელი მიუღებელია და საჭიროა ახალი მოდელის აგება.

ყველა შემთხვევაში, როდესაც განიხილება საპროგნოზო მოდელის ადეკვატურობის საკითხი, აუცილებელია იმის კონსტატაცია, რომ აბსოლუტურად ადეკვატური მოდელი არ არსებობს. კვლევის პროცესში შესაძლებელია აიგოს მხოლოდ ნაწილობრივად (ამა თუ იმ ხარისხით) ადეკვატური რეგრესიული მოდელი.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ბ. გაბიაშვილი, სტატისტიკა. თბ., 1999
2. ს. გელაშვილი, სტატისტიკური მოდელირება და პროგნოზირება. ლექციების კურსი. ნაწილი I. თბ., 1993
3. ს. გელაშვილი, სტატისტიკური მოდელირება და პროგნოზირება. ლექსიკონი. თბ., 1998
4. ს. გელაშვილი, მოსახლეობის მოთხოვნა და მისი პროგნოზირება. „მაცნე“, №3. თბ., 1982
5. ს. გელაშვილი, სტატისტიკური პროგნოზირების ძირითადი მეთოდოლოგიური პრინციპების შესახებ. ჟურნ. „ეკონომიკა“, №3-4, თბ., 1998
6. ს. გელაშვილი, სტატისტიკური პროგნოზირების მეთოდების ტიპოლოგიის შესახებ. საქართველოს სახ. აგარარ. უნივერსიტეტის სამეცნ. შრ. კრებული IV. თბ., 1998
7. ს. გელაშვილი, სტატისტიკური პროგნოზირების საერთაშორისო გამოცდილება (აშშ-ისა და საფრანგეთის მაგალითზე). საქ. სახ. აგარარ. უნივერსიტეტის სამეცნ. შრ. კრებული IV. თბ., 1998
8. ს. გელაშვილი, იმპერიატორული მოდელირების გამოყენება ეკონომიკურ პროგნოზირებაში. თსუ სამეცნ. შრ. კრებული „ეკონომიკა“, თბ., 1999
9. ს. გელაშვილი, რეგრესიული ანალიზი მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკურ პროგნოზირებაში. საქ. სახ. აგარარ. უნივერსიტეტის სამეცნ. შრ. კრებული V. თბ., 1999
10. ი. მესხია, ეკონომიკური ზრდის პროგნოზირების საკითხები. თბ., 1978
11. Амиров И. Ш., Башмаков И. А. и др. Моделирование глобальных экономических процессов. М., 1984
12. Баркалов Н. Б. Производственные функции в моделях экономического роста. М., 1981
13. Габидзашвили В. С. Экономико-статистические методы прогнозирования производства и потребления. Тб., 1981
14. Гелашвили С. Проблемы регионального экономико-статистического изучения спроса населения (на примере Республики Грузия). Серия „Изучение уровня жизни населения“. Вып. 1. Госкомстат СССР. М., 1991

15. Голлацкий М. М. Экономическое прогнозирование. М., 1983
16. Гранберг А. Г. Динамические модели народного хозяйства. М., 1980
17. Добров Г. М. Прогнозирование науки и техники. М., 1977
18. Джонстон Дж. Эконометрические методы. Пер. с англ. М., 1980
19. Елисеева И. И. Статистические методы измерения связей. Л., 1982
20. Кильдишев Г. С. Методы и модели прогноза населения. МЭСИ, М., 1981
21. Ковалева Л. Н. Многофакторное прогнозирование на основе рядов динамики. М., 1980
22. Королев Ю. Г. Метод наименьших квадратов в социально-экономических исследованиях. М., 1980
23. Косолапов В. В. Методология социального прогнозирования. Киев, 1981
24. Лезгина М. Л. Детерминация прогнозирования. Л., 1983
25. Мартини Дж. Технологическое прогнозирование. Пер. с англ. М., 1977
26. Месхия Я. Е. Вопросы методологии регионального экономического прогнозирования. М., 1983
27. Месхия Я. Е. Теория и практика макроэкономического прогнозирования. Тб., 1989
28. Мосин В. Н., Лукин В. С. Научные основы экономического прогнозирования. М., 1983
29. Проблемы статистики и экономического прогнозирования. Межвуз. сб. Ред. Исаков В. И. М., 1988
30. Прогнозирование социальных процессов. Сб. статей, под ред. Бестужева-Лады И. В. М., 1981
31. Рабочая книга по прогнозированию / Редкол. М., 1982
32. Симчера В. М. Методы экономико-математического моделирования. М., 1989
33. Тейл Г. Экономические прогнозы и принятие решений. Пер. с англ. М.,

34. Трофимов В. П. Логическая структура статистических моделей. М., 1985
35. Четыркин Е. М. Статистические методы прогнозирования. М., 1977
36. Abraham B., Ledolter I. Statistical methods for forecasting. Chichester, Sussex, 1983
37. America in perspective. Major trends in the United States. Boston, 1986
38. Gelaschwili S. Anwendung der Spieltheorie bei der Prognose von Marktprozessen. In: Statistische Diskussionsbeiträge, Nr.11, Universität Potsdam. 1999
39. Gilchrist W. Statistical Forecasting. N. Y., Wiley, 1976
40. Gilchrist W. Statistical Modelling.. N. Y., Wiley, 1984
41. Granger C. W. J. Forecasting buseness and economics. N. Y. 1980
42. Erfahrungen mit Gesamtwirtschaftlichen Prognosen in der BRD. Stuttgart, 1988
43. Weber K. Wirtschaftsprognostik. München, 1990
44. Leontief V., Carter P., Petri P. The futures of the World Economy N. Y., 1976
45. Makridakis S. Forecasting. Methods and Applications. N. Y., Wiley, 1978
46. Makridakis S. Wheelwrights S. C. The Handbook of Forecasting. Methods and Applications. N. Y., Wiley, 1982
47. Pichot A. Comptabilite nationale et modeles economiques. Paris, 1988
48. Polak F. Prognostics. N. Y., 1972
49. Haustein H. D. Wirtschaftsprognose. Berlin, 1969
50. Haustein H. D. Prognoseverfahren, Berlin, 1970
51. Helmer O. Looking Formard: A quide to futures research. Beverly Hills (cal.), 1983
52. Hüttner M. Prognoseverfahren und ihre Anwendung. Berlin, 1986

შინაარსი

წინასიტყვაობა	3
---------------	---

თემა 1. სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების საგანი და მეთოდი

1.1 სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების საგანი	5
1.2 მოდელირებასა და პროგნოზირებაში გამოყენებული სტატისტიკური ცნებების, კატეგორიებისა და მეთოდების სისტემა	8
1.3 დიდ რიცხვთა კანონი და სტატისტიკური კანონზომიერება მოდელირებასა და პროგნოზირებაში	12
1.4 მოდელირებისა და პროგნოზირების ძირითადი ეტაპები	14
1.5 მოდელირებისა და პროგნოზირების ძირითადი მეთოდოლოგიური პრინციპები	16
1.6 სტატისტიკური ინერციულობა მოდელირებასა და პროგნოზირებაში	21
1.7 მოდელირებასა და პროგნოზირებაში მათემატიკურ სტატისტიკური მეთოდების გამოყენების აუცილებელი წინაპირობანი	24

თემა 2. სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების ისტორია და ორგანიზაცია

2.1 მომავლის შესახებ სხვადასხვა ისტორიული კონცეფციები და მათი როლი პროგნოსტიკაში	26
2.2 მოდელირებისა და პროგნოზირების ორგანიზაცია საზღვარგარეთის ქვეყნებში	31
2.3 მოდელირებისა და პროგნოზირების საერთაშორისო ორგანიზაციები	33

თემა 3. სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების ინფორმაციული უზრუნველყოფა

3.1 სტატისტიკური დაკვირვება მოდელირებისა და პროგნოზირებისათვის	36
3.2 ექსპერიმენტი, როგორც სტატისტიკური ინფორმაციის წყარო	37
3.3 სტატისტიკურ მაჩვენებელთა სისტემა, როგორც მოდელირებისა და პროგნოზირების ემპირიული ბაზა	40

თემა 4. სტატისტიკური მოდელებისა და პროგნოზების ტიპოლოგია

4.1 სტატისტიკური მოდელის ცნება. მოდელების კლასიფიკაცია	44
4.2 მოდელის ფორმის შერჩევა	46
4.3 სტატისტიკური პროგნოზის ცნება. პროგნოზების კლასიფიკაცია სხვადასხვა ნიშნის მიხედვით	49

თემა 5. მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკური მოდელირება და პროგნოზირება

5.1 მოვლენათა დინამიკა, როგორც სტატისტიკური მოდელირებისა და პროგნოზირების ობიექტი	52
5.2 მოვლენათა განვითარების ტენდენციების გამოვლენა სტატისტიკური საშუალო სიდიდეების გამოყენებით	59
5.3 აბსოლუტური მატებისა და ზრდის ტემპის კოეფიციენტების გამოყენება ძირითადი ტენდენციის გამოვლენაში	62
5.4 მოვლენათა განვითარების ძირითადი ტენდენციის გამოვლენის მათემატიკურ სტატისტიკური ხერხები	66
5.5 მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირება მარტივი მოდელების გამოყენებით	72
5.6 მოვლენათა დინამიკის სტატისტიკური პროგნოზირება მრავალფაქტორიანი მოდელების საფუძველზე	80

თემა 6. მოვლენათა სტრუქტურის სტატისტიკური მოდელირება და პროგნოზირება

6.1 მოვლენათა სტრუქტურა, როგორც მოდელირებისა და პროგნოზირების ობიექტი	84
6.2 სტატისტიკური დაჯგუფების მეთოდის მნიშვნელობა სტრუქტურის მოდელირებასა და პროგნოზირებაში	86
6.3 შესაბამისობის კრიტერიუმები მოვლენათა სტრუქტურის მოდელირებისას	89
6.4 რეგრესიული ანალიზი მოვლენათა სტრუქტურის მოდელირებასა და პროგნოზირებაში	92
6.5 იდენტიფიკაციის პრობლემა სტრუქტურის მოდელირებასა და პროგნოზირებაში	96