

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
ხელნაწერის უფლებით

დალი მაგრაქველიძე

ინოვაციური პროექტების ფინანსური რისკების შეფასება  
ინფორმაციული მოდელების გამოყენებით

სადოქტორო პროგრამა: ინფორმატიკა

შიფრი: 0613

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად  
წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2021 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტში  
ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი  
გამოთვლითი მათემატიკის დეპარტამენტი

თანახელმძღვანელები: გამოთვლითი მათემატიკის დეპარტამენტის

უფროსი, პროფესორი **თეიმურაზ ცაბაძე**

ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი  
მათემატიკის ინსტიტუტის დირექტორი,  
პროფესორი **ვახტანგ კვარაცხელია**

რეცენზენტები:

დაცვა შედგება ----- წლის "-----" -----, ----- საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საუნივერსიტეტო

სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე, კორპუსი -----,

აუდიტორია -----

მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოს მდივანი: თ.კაიშაური

## ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

**თემის აქტუალურობა.** ცნობილია, რომ ინოვაცია ეკონომიკური პროგრესის მამოძრავებელი ძალაა, მას სარგებელი მოაქვს როგორც მომხმარებლისთვის, ასევე ბიზნესისა და მთლიანად ეკონომიკისათვის. ინოვაციის ერთ-ერთი მთავარი სარგებელი არის მისი წვლილი ეკონომიკურ ზრდაში, რომელიც გამოიხატება იმაში, რომ ნაკლები მასალისა და რესურსის დანახარჯით ის მეტი პროდუქციის გამოშვების შესაძლებლობას იძლევა, რაც თავის მხრივ იწვევს ეკონომიკურ ზრდას. ამასთან, უნდა ითქვას, რომ ინოვაციური იდეების აღმოცენების ძირითადი წინაპირობაა სამუშაო ძალის განათლების მდგრადი დონე, ინვესტიციების გაზრდა კვლევის სფეროში, ახალი პროდუქტების შექმნა და ინვესტორთა საფონდო ბირჟაზე ხელმისაწვდომობა. კვლევისა და განვითარების ხარჯების ზრდა წარმოადგენს კონკურენტუნარიანობისა და პროგრესის მამოძრავებელ ძალას, და მათი მეშვეობით გვევლინება მდგრადი ეკონომიკური ზრდის წინაპირობად. საბოლოო ჯამში ინოვაცია დიდ გავლენას ახდებს მაკროეკონომიკურ გარემოზე, ამიტომ მისი განვითარება უნდა იყოს სახელმწიფოს ეკონომიკური პოლიტიკის პრიორიტეტული მიმართულება. ამდენად, სულ უფრო მეტ მნიშვნელობას იძენს ინვესტიციები ინოვაციურ პროექტებში.

მიუხედავად დიდი ეკონომიკური მნიშვნელობისა, ინვესტიციები ინოვაციებში უაღრესად აქტუალური პრობლემაა, რადგან ინოვაციურ პროექტებში ინვესტიციების მოზიდვა გართულებულია დაბანდებათა გრძელვადიანი ხასიითისა და პირველ ეტაპზე უკუგების არარსებობის გამო, ასევე შედეგის მიუღებლობის რისკით. ნებისმიერი საინვესტიციო, განსაკუთრებით ინოვაციური, პროექტის საციცოხლო ციკლი მიმდინარეობს სხვადასხვა რისკების წარმოშობის და განვითარების თანხლებით, რომლებიც აქვეითებენ მისი განხორციელების ეფექტურობას და პროექტის პრაქტიკული განუხორციელებლობის შესაძლებლობას

წარმოშობენ. რისკები არსებობენ ობიექტური კანონებით და წესებით, რომელთა სურვილისამებრ შეცვლაც არ შეუძლიათ მეცნიერებს და პროექტის შემმუშავებლებს, მაგრამ ვალდებულნი არიან გაითვალისწინონ პრაქტიკული წარმატების მიღწევისათვის. საინვესტიციო პროექტების რეალიზაციისას ადეკვატურად უნდა გაითვალისწინოთ ის რისკები, რომლებიც ახლავს საქმიანობის ამ სფეროს და რეალურად არსებობენ შესაბამისი რისკების ქვესივრცეში. თავის მხრივ ეს ნიშნავს, რომ არსებული რისკების სისტემის სპეციფიკით განსხვავებული პროექტებისათვის უნდა შეიქმნას რისკების საკუთარი კლასიფიკაცია, რომელიც უფრო სრულად ასახავს მოცემული პროექტების რეალიზაციის რისკებს.

სამყაროში ყველა მუდმივად ექვემდებარება მრავალ რისკს, როგორც ცალკეული ინდივიდი, ასევე სხვადასხვა საზოგადოებრივი ჯგუფების წევრები. არსებობს რისკები, რომელთაც პირადი (ნებაყოფლობითი) ქცევით იწვევენ ადამიანები და უნებლიე რისკები, რომლებიც ადამიანისგან დამოუკიდებელი მიზეზებით ჩნდება. ძალიან ცოტაა სიტუაცია, რომელიც ინდივიდებს ან სხვადასხვა საზოგადოებრივი ჯგუფების წევრებს არ უქმნის საფრთხეს.

მხოლოდ რისკის სახეობებს და მათი წარმოშობის მიზეზების შესწავლა არ არის საკმარისი. აუცილებელია მათი შეფასება და პროგნოზირება. რისკები შეიძლება ვმართოთ, ე.ი. გამოვიყენოთ სხვადასხვა მეთოდი, რომლიც საშუალებას იძლევა გარკვეული ხარისხით მოვახდინოთ რისკიანი ხდომილების მოხდენის პროგნოზირება და მივიღოთ ზომები რისკის დაწვეისათვის.

არსებობს რისკის შეფასების მრავალი მოდელი და მიდგომა, რომელთაც რისკის მოხდენის შესაძლებლობის ანალიზისათვის სჭირდებათ დიდი რაოდენობის მონაცემთა შეგროვება. რაც უფრო დიდია დაკვირვებათა რაოდენობა და რაც უფრო დიდი ანარჩევის გაკეთებაა შესაძლებელი, მით უფრო ზუსტია რაიმე ხდომილების მოხდენის შესაძლებლობის შეფასება. მაგრამ, უმეტეს შემთხვევაში არ ხერხდება ასეთი

რაოდენობით მონაცემთა შეგროვება. სწორედ ფაზი-სიმრავლეთა თეორია იძლევა ამ პრობლემის აღმოფხვრის საშუალებას.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულმა განსაზღვრა სადისერტაციო თემის აქტუალურობა.

**კვლევის მიზანი და ამოცანები.** საქართველოში რისკის შეფასების არსებული პრობლემებიდან გამომდინარე, კვლევის მიზანს წარმოადგენს ჩვენს ხელთ არსებული და მსოფლიოში აპრობირებული რისკის შეფასების მეთოდების ადაპტაცია ჩვენ სინამდვილეში.

დასახული მიზნის მისაღწევად ჩამოყალიბდა შემდეგი ამოცანები:

- დადგინდეს ინოვაციურ პროექტებთან დაკავშირებული რისკების სახეები;
- გაანალიზდეს რისკის შეფასების სხვადასხვა მოდელი და მეთოდი;
- შემუშავდეს რისკების შეფასების ახალი მიდგომა.

**კვლევის ობიექტი და საგანი.** კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ინოვაციური პროექტების რისკების გაანალიზება და მათი პროგნოზირების მეთოდოლოგიური პრინციპების დამუშავება. კვლევის უშუალო საგანი არის ინოვაციურ საინვესტიციო პროექტებთან დაკავშირებული რისკების შეფასების სხვადასხვა მეთოდი და მიდგომა.

**კვლევის თეორიული და მეთოდოლოგიური საფუძვლები.** კვლევის თეორიულ საფუძველს წარმოადგენს უცხოელი და ქართველი მეცნიერების და პრაქტიკოსების თეორიულ-გამოყენებითი სახის ნაშრომები და სახელმძღვანელოები, რომელთა საფუძველზეც მოხდა რისკის შეფასების მეთოდების და მიდგომების შესწავლა. გარდა ამისა, გლობალური საერთაშორისო კომპიუტერული ქსელით - ინტერნეტით მოპოვებული მასალები, პუბლიკაციები პერიოდულ პრესაში, საერთაშორისო ჟურნალებსა და გამოცემებში შეტანილი მონაცემები თუ რეკომენდაციები.

**ნაშრომის მეცნიერული სიახლე.** სადისერტაციო ნაშრომის მეცნიერული სიახლე მდგომარეობს შემდეგში: ნაშრომში განხილულია რისკის შეფასების სხვადასხვა მეთოდი და მოდელი, განხილულია მათი ნაკლოვანებები და შემოთავაზებული ახალი მიდგომა, რომელიც იძლევა აღნიშნული ნაკლოვანებების აღმოფხვრის საშუალებას. ჩვენ წარმოვადგინეთ ფინანსური რისკების შეფასების ახალი მიდგომა, სადაც მოკლედ არის გაანალიზებული ფინანსური რისკების შეფასების ამჟამინდელი მოდელები და გამოტანილია დასკვნა ფაზი სიმრავლეების თეორიის აპარატის გამოყენების ეფექტურობაზე.

მოცემულია საექსპერტო შეფასებების დასაბუთება სამკუთხა ფაზირიცხვების სახით. მნიშვნელოვანი ფაქტია, რომ მეთოდი ითვალისწინებს ექსპერტების შეფასების ხარისხს, რაც დამოკიდებულია ყველა სამკუთხა ფაზი შეფასებების სასრული სიმრავლის წარმომადგენელთან ექსპერტთა შეფასების სიახლოვეზე.

**კვლევის პრაქტიკული მნიშვნელობა.** სადისერტაციო ნაშრომში დამუშავებული წინადადებები და რეკომენდაციები, ასევე მეთოდური საკითხები, შეიძლება გამოყენებული იქნეს საქართველოში ინოვაციური პროექტების რისკების შეფასებისათვის. მიღებული შედეგები პრაქტიკული თვალსაზრისით სავსებით რეალიზებადია და შესაძლებელია მათი განხორციელება შესაბამისი დარგის ექსპერტებთან ერთობლივი განხილვის საფუძველზე.

**ნაშრომის მოცულობა და სტრუქტურა.** იგი შედგება შესავლის, ოთხი თავის, თოთხმეტი ქვეთავისა და დასკვნებისაგან, რაც შეადგენს 140 ნაბეჭდ გვერდს. მას თან ერთვის გამოყენებული ლიტერატურის სია.

**პუბლიკაციები.** დისერტაციის თემასთან დაკავშირებით გამოქვეყნებულია 10 ნაშრომი - 5 სტატია, 4 თეზისი და 1 მეთოდური მითითებანი დოქტორანტებისათვის.

## ნაშრომის მოკლე შინაარსი

დისერტაციის შესავალში გადმოცემულია მისი ზოგადი დახასიათება, კვლევის აქტუალურობა, კვლევის ობიექტი, კვლევის საგანი, კვლევის მიზანი, კვლევის ჰიპოთეზა, კვლევის ამოცანები, კვლევის ბაზა, კვლევის მეთოდოლოგიური საფუძვლები, კვლევის მეთოდები, კვლევის შედეგების დასაბუთება და სანდოობა, კვლევის მეცნიერული სიახლე, კვლევის პრაქტიკული მნიშვნელობა

**პირველ თავში** განხილულია ინოვაციური პროექტების მნიშვნელობა და მასთან დაკავშირებული ფინანსური რისკები. განმარტებულია ტერმინი „ინოვაცია“, რომელიც თავდაპირველად გამოიყენებოდა კულტუროლოგების ნაშრომებში ჯერ კიდევ XIX საუკუნეში და ნიშნავდა ერთი კულტურის რიგი ელემენტების დანერგვას მეორეში. ეკონომიკაში ინოვაციური დაკვირვებები პირველად გაკეთდა ნ. კონდრატიევის მიერ გასული საუკუნის 20-იან წლებში, რომელმაც აღმოაჩინა ე.წ. „გრძელი ტალღები“ ეკონომიკაში. ეს ტალღები ყალიბდება განსაზღვრული საბაზისო სიახლეების შემოტანით, რომლებიც ბიძგს აძლევენ მრავალი მეორადი და სრულყოფილი ნოვაციების გამოყენებას. კონდრატიევი სიახლეებს მიაკუთვნებდა ეკონომიკის განვითარების განმსაზღვრელ კუმულაციურ ელემენტებს.

ინვესტიციები ინოვაციებში უაღრესად აქტუალური პრობლემაა, რადგან ინოვაციურ პროექტებში ინვესტიციების მოზიდვა გართულებულია დაბანდებათა გრძელვადიანი ხასითისა და პირველ ეტაპზე უკუგების არარსებობის გამო, ასევე შედეგის მიუღებლობის რისკით. აღნიშნულმა გარემომებამ ვენჩურული (სარისკო) ბიზნესის განვითარებას შეუწყო ხელი. ინოვაციური პროექტების დაფინანსების მთავარი პრობლემა არის უკან დაბრუნების მაღალი რისკი და ხანგრძლივი ანაზღაურება. ამ პროექტების უმეტესობას არ აქვს საკმარისი საგარანტიო სახსრები, მათი რესურსები შეზღუდულია და მხოლოდ საკუთარი იდეები და ტექნოლო-

გიები წარმოადგენს ხერხემალს. ამგვარი საწარმოების დაფინანსების პრობლემამ ეკონომიკაში მიიღო "სიკვდილის ველის" ცნება.

მრავალი მკვლევარის აზრით, ნოვატორული საქმიანობა განიხილება, როგორც ძირითადი ფაქტორი, რომელიც იწვევს ეკონომიკაში ტალღისებრი ხასიათის დინამიურ ცვლილებებს.

პირველ თავში გაკეთებულია დასკვნა, რომ ერთ-ერთი ინსტრუმენტის როლში, რომელიც მოგვცემს საშუალებას, უზრუნველვყოთ ქვეყნის ეკონომიკური ზრდის მდგრადი ტემპები და შევამციროთ სხვაობა ეკონომიკური განვითარების დონეებს შორის მსოფლიოს სხვა წამყვან ქვეყნებთან შედარებით, შეიძლება წარმოგვიდგეს ვენჩურული დაფინანსება.

ამასთან, ინოვაციური პროექტებში ინვესტიციებს ახასიათებს მაღალი რისკი. რისკი არის იმ შედეგის დადგომის ალბათობა, რომელიც წარმოადგენს გადახრას დაგეგმილი/მოსალოდნელი შედეგიდან და უარყოფითად მოქმედებს დაწესებულების მიზნების მიღწევაზე. აღნიშნულია, რომ მიღებული სტანდარტული კლასიფიკაციის მიხედვით საინვესტიციო პროექტების კეთილდღეობის მთავარ საფრთხეს წარმოადგენენ საბაზრო, საკრედიტო და ოპერაციული რისკები, ლიკვიდურობის რისკები და ხდომილებათა რისკები.

საბაზრო რისკი (*market risk*) – ეს არის საპროცენტო განაკვეთების, სავალუტო კურსის, აქციათა ფასის, ობლიგაციის და კონტრაქტების რხევის შედეგად აქტივების ღირებულების შეცვლის შესაძლებლობა. საბაზრო რისკის ნაირსახეობას წარმოადგენს, კერძოდ, სავალუტო და საპროცენტო რისკები.

საკრედიტო რისკი (*credit risk*) ანუ კონტრაგენტის რისკი (*counterparty risk*) – ეს არის კონტრაგენტების მიერ თავისი ვალდებულებების შესრულების უუნარობით გამოწვეული დანაკარგი, კერძოდ პროცენტების და ვალის ძირითადი თანხის საკრედიტო ხელშეკრულებით გათვალისწინებულ



ვადაში გადაუხდელობის გამო. საკრედიტო რისკს მიეკუთვნება ასევე დეფოლტის რისკი და ვადამდელი დაფარვის რისკი.

ამის გარდა, არსებობს კიდევ მთელი რიგი რისკებისა, რომლებიც არ წარმოადგენენ სპეციფიურს მხოლოდ ფინანსური სფეროსათვის, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, მათი მნიშვნელობის შეუფასებლობა შეუძლებელია. ასეთი რისკების ჯგუფს მიეკუთვნება: ლიკვიდურობის რისკი, ოპერაციული რისკი, (ბიზნეს-) ხდომილების რისკი.

მხოლოდ რისკების კლასიფიკაცია არ არის საკმარისი, საჭიროა მათი პროგნოზირების, შეფასების და მართვის მეთოდების შემუშვებაც.

**მეორე თავი** ეძღვნება რისკების შეფასების სხვადასხვა მოდელის და მეთოდის განხილვას. აღნიშნულია, რომ თანამედროვე საბაზრო ურთიერთობაში რისკების მართვისათვის საკმარისი არ არის მხოლოდ ინტუიციაზე დაყრდნობა, არამედ რისკების მართვას უნდა ჰქონდეს თავისი სტრატეგია და ტაქტიკა. ფინანსური რისკების მართვის ეფექტურობისათვის აუცილებელია სამეცნიერო კვლევებზე დაყრდნობა. რისკების შეფასება და ხარისხის დაწევა უნდა მოხდეს წარმოდგენილი მეთოდების გამოყენებით. ასევე, საჭირო არის ცნობილი მეთოდების კომბინირება და მათი გამოყენება ყოველდღიურ მუშაობაში. მთავარია, რომ ფინანსური რისკის მართვის სისტემა იყოს გამჭვირვალე, პრაქტიკული და შეესაბამებოდეს ინვესტორის სტრატეგიულ მიზნებს, რაც განაპირობებს მოგების მაქსიმალურ მიღებას.

პრაქტიკაში გამოიყენება რისკების შეფასების მრავალი მოდელი, რომლებიც სხვადასხვა მეთოდებს ეფუძნება. ქვემოთ განვიხილავთ სტატისტიკურ მონაცემებზე, ალბათობაზე და ბუღალტრული მონაცემების გამოყენებაზე აგებულ მოდელებს.

VaR წარმოადგენს რისკის მეტრიკას, რისკის მაჩვენებელს, რისი მეშვეობითაც შესაძლებელი იქნება განუზღვრელობის სიდიდის დადგენა. რისკის ეს მეტრიკა დღეისათვის საქართველოში ნაკლებადაა შესწავლილი.

ჩვენი კვლევის მიზანია VaR-ის შეფასების არსებული მეთოდების შესწავლა და ამის საფუძველზე მათი გაუმჯობესება.

VaR ზომავს განსაზღვრული პერიოდის განმავლობაში დანაკარგის ყველაზე უარეს შემთხვევებს. მათემატიკური თვალსაზრისით, VaR შეესაბამება პორტფელის პოტენციური ზარალის პროცენტიალს და შეიძლება გამოიხატოს, როგორც პორტფელის მიმდინარე ღირებულების შესაძლო ზარალი, ან როგორც ჰორიზონტზე მოსალოდნელი ღირებულებისაგან ზარალი. ანუ, VaR არის ასეთი რიცხვი:

**ალბათობა (ზარალის აბსოლუტური მნიშვნელობა > VaR) <(1 - მოცემული ალბათობა).**

არსებობს VaR-ის შეფასების მიმართ მიდგომების ორი ძირითადი ჯგუფი. პირველი ჯგუფი ეფუძნება ეგრეთ წოდებულ „ლოკალურ შეფასებებს“ (*local valuation*), ე.ი. ფინანსური ინსტრუმენტის ღირებულების ფუნქციის წრფივ ან უფრო რთულ ფუნქციაზე აპროქსიმაციას, რომლის მნიშვნელოვან მაგალითს წარმოადგენს პარამეტრული დელტა-ნორმალური მეთოდი. მეორე ჯგუფი იყენებს „სრულ შეფასებებს“ (*full valuation*), რომელიც გულისხმობს ფინანსური ინსტრუმენტის ღირებულების სრულ გადაანგარიშებას აპროქსიმაციული ვარაუდების გარეშე. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება ისტორიული მოდელირების და მონტე-კარლოს მეთოდები.

საბოლოოდ შეიძლება ითქვას, რომ VaR - ეს არის ფულად ერთეულებში (საბაზისო ვალუტაში) იმ სიდიდის შეფასება, რომელსაც არ აჭარბებს დროის მოცემული პერიოდის განმავლობაში მოცემული ალბათობის მქონე მოსალოდნელი დანაკარგები.

სადისერტაციო ნაშრომში ჩვენ საკმაოდ ხშირად ვიყენებთ ალბათობის თეორიის შედეგებს და მეთოდებს. ალბათობის თეორიას ჩვენ განვიხილავთ საშუალებად, რომელიც გამოიყენება განუზღვრელობის სამართავად. ბაიესის მეთოდები შემუშავდა მრავალი მეცნიერის მცდელობის შედეგად, რომლებიც ცდილობდნენ შეესწავლათ სხვადასხვა

პროცესების ქცევის სტატისტიკური ანალიზის პრობლემები და ეპოვნათ მათი გადაწყვეტა ბაიესური მეთოდოლოგიის - ბაიესის თეორემის საფუძველზე.

ბაიესის თეორემის გამოყენება მკვლევარს საშუალებას აძლევს ზუსტად გადაიანგარიშოს ალბათობა, გაითვალისწინოს როგორც ადრე მიღებული ინფორმაცია, ასევე შედარებით გვიანდელი დაკვირვებების მონაცემები.

ბაიესის მიდგომის ინტერპრეტაცია ასეთია: ვთქვათ, არსებობს ჰიპოთეზები  $H_1, H_2, \dots, H_n$  შესაძლო მიდგომარეობების შესახებ გარკვეული ობიექტის რეორგანიზაციის დასაწყისში. გასული წლების სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე მათ შეგვიძლია მივცეთ აპრიორული ალბათობები  $P(H_1), P(H_2), \dots, P(H_n)$ . შემდეგ ტარდება ექსპერიმენტი (ანუ ხორციელდება პროექტი), რის შედეგადაც დგინდება  $A$  ხდომილების მოხდენის პირობითი ალბათობა, როგორც  $A$  ხდომილების მოხდენის სიხშირე  $i$ -ური ჰიპოთეზის არჩევისას. თუ  $A$  ხდომილება ხდება, თითოეული ჰიპოთეზის შესახებ რწმენა ერთი ალბათობის მეორეთი ჩანაცვლებით ფასდება. უნდა აღინიშნოს, რომ  $A$  ხდომილების დაკვირვების ან ჰიპოთეზის აპრიორული ალბათობის შესახებ სტატისტიკური მონაცემების არარსებობის შემთხვევაში, ბაიესის მეთოდის გამოყენება შეუძლებელია, ვინაიდან ასეთი „ფორმალიზაცია“ კარგავს თავის ფიზიკურ მნიშვნელობას. დასკვნების შეფასების ბაიესის სტრატეგია სულ უფრო ხშირად გამოიყენება მეცნიერებაში, ეკონომიკაში და მრეწველობაში.

ამ სტრატეგიის ძირითადი უპირატესობები არის სტატისტიკური მონაცემების დამუშავების გამარტივება, კომპიუტერის მეშვეობით სტრატეგიის განხორციელების შესაძლებლობა მინიმალური დროში, ახალი დაგროვილი ცოდნისა და მონაცემების გამოყენების შესაძლებლობა, შესაბამისი შედეგების მოპოვება და ასევე საკმაოდ კარგად ცნობილი მათემატიკური აპარატი.

აღნიშნულია, რომ ბაიესის თეორემა შეიძლება გამოისახოს ბაიესის ქსელის მეშვეობით. ფორმალურად, ბაიესის ქსელები მიმართული აციკლური გრაფებია (DAG), რომელთა კვანძები წარმოადგენს ბაიესური მნიშვნელობის ცვლადებს: ისინი შეიძლება იყოს დაკვირვებადი სიდიდეები, დაფარული ცვლადები, უცნობი პარამეტრები ან ჰიპოთეზები. წიბოები წარმოადგენს პირობით დამოკიდებულებებს; კვანძები, რომლებიც არ არის დაკავშირებული (ე.ი. არანაირი გზა არ აკავშირებს ერთ კვანძს სხვასთან) წარმოადგენს ცვლადებს, რომლებიც პირობითად დამოუკიდებელია ერთმანეთისგან. თითოეული კვანძი ასოცირდება ალბათობის ფუნქციასთან, რომელიც შეყვანის სახით იღებს კვანძის მშობელი ცვლადების მნიშვნელობებს და ანიჭებს (გამომავალს) კვანძით წარმოდგენილი ცვლადის ალბათობას.

ნაშრომში განხილულია რისკის შეფასების ბუღალტრულ მონაცემებზე დაფუძნებული მიდგომები. კერძოდ, ალტმანის Z-მოდელი. იგი წარმოადგენს სტატისტიკურ მოდელს, რომელიც კომპანიის ფინანსურ მაჩვენებელზე და გადახდისუნარიანობაზე დაყრდნობით საშუალებას იძლევა შეფასდეს გაკოტრების რისკის დონე.

ალტმანის Z-მოდელი აგებული იყო მრავალჯერადი წრფივი დისკრიმინანტული ანალიზის (*multiple discriminant analysis - MDA*) საშუალებით – სტატისტიკური მეთოდით, რომელიც საშუალებას იძლევა შეირჩეს ისეთი კლასიფიცირებადი ცვლადები, რომელთა დისპერსია განხილულ გჯუფებს შორის მაქსიმალური იქნება, ხოლო ამ გჯუფებს შიგნით კი მინიმალური. ამ შემთხვევაში კლასიფიკაცია ხორციელდება მხოლოდ ორი გჯუფის მიხედვით: კომპანიების, რომლებმაც განიცადეს გაკოტრება და კომპანიების, რომლებმაც შეძლეს გაკოტრებისაგან გადარჩენა. ასეთი მოდელის აგება წარმოადგენს ბიჯებისგან შემდგარ პროცესს, რომლის მსვლელობისას მიმდევრობით ხდება ცვლადების ჩართვა ან გამორიცხვა სხვადასხვა სტატისტიკური კრიტერიუმების საფუძველზე.

თავდაპირველად მოდელში გამოყენებული იყო 22 სხვადასხვა ფინანსური მაჩვენებელი, რომელთა საფუძველზე განხორციელებული იყო 66 კომპანიის ბიჯებისგან შემდგარი დისკრიმინანტული ანალიზი, რომელთაგან 33 წარმატებით ფუნქციონირებდა და 33-მა კი განიცადა გაკოტრება. ანალიზის მსვლელობისას ხდებოდა იმ კოეფიციენტების ამოღება, რომელთაც გააჩნდათ უმცირესი სტატისტიკური მნიშვნელობა, რის შემდეგაც კოეფიციენტების სტატისტიკური მნიშვნელობების ანალიზი მეორდებოდა. შედეგად მოდელში რჩებოდა მხოლოდ ხუთი ძირითადი ფინანსური მაჩვენებელი (იხ. ცხრილი 1). როცა კოეფიციენტების რიცხვი მცირდებოდა ხუთიდან ოთხამდე, მოდელის სტატისტიკური სიზუსტე მკვეთრად ეცემოდა, აქედან გაკეთდა დასკვნა, რომ ხუთცვლადიანი დისკრიმინანტული ფუნქცია ყველაზე მისაღებია:

$$Z = 1,2X_1 + 1,4X_2 + 3,3X_3 + 0,6X_4 + 0,999X_5 .$$

ლისის მოდელი - ეს არის გაკოტრების ალბათობის შეფასების მოდელი, რომელშიც ფაქტორებად გათვალისწინებულია ორგანიზაციის საქმიანობის ისეთი შედეგები, როგორცაა: ლიკვიდურობა, რენტაბელობა და ფინანსური დამოუკიდებლობა.

ლისის მოდელი ასე ჩაიწერება:

$$Z = 0,063X_1 + 0,092X_2 + 0,057X_3 + 0,001X_4$$

სადაც

- $X_1$  არის საბრუნავი კაპიტალი / აქტივების ჯამი;
- $X_2$  — რეალიზაციიდან მოგება / აქტივების ჯამი;
- $X_3$  — გაუნაწილებელი მოგება / აქტივების ჯამი;
- $X_4$  — საკუთარი კაპიტალი / ნასესხები კაპიტალი.

ჩესერის მოდელი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს პოტენციური მსესხებლის გადახდისუნარობა. ამასთან, მოდელი პროგნოზირებს არამარტო კრედიტის დაუბრუნებლობის რისკს, არამედ საწყისი პირობიდან ნებისმიერ გადახრას, რომელიც სესხს ნაკლებად მიმზიდველს ხდის კრედიტორისათვის. ჩესერის მოდელს აქვს შემდეგი სახე:

$$Y = -2,0434 - 5,24X_1 + 0,0053X_2 - 6,6507X_3 + 4,4009X_4 - 0,0791X_5 - 0,1220X_6$$

სადაც,  $X_1$ - (ფულად საშუალებებს +წრაფადრეალიზებადი ფასიანი ქაღალდები)/მთლიანი აქტივები;  $X_2$  - ნეტო გაყიდვები/(ფულადი საშუალებები+სწრაფად რეალიზებადი ფასიანი ქაღალდები);  $X_3$ - ბრუტო შემოსავლები/მთლიანი აქტივები  $X_4$  -მთლიანი დავალიანება/მთლიანი აქტივები;  $X_5$  - ძირითადი კაპიტალი/წმინდა აქტივები;  $X_6$ - საბრუნავი კაპიტალი/ნეტო გაყიდვები

$$Z = \frac{1}{[1 + e^{-Y}]}$$

იმ შემთხვევაში,თუ  $Z \geq 0,5$ , მაშინ კლიენტი უნდა მივაკუთვნოთ ჯგუფს, რომელიც არ არ ასრულებს ხელშეკრულების პირობებს.

**მესამე თავში** მოცემულია ზემოთ მოყვანილი მოდელების კრიტიკა და აღნიშნულია, რომ ისინი სრულყოფილად ვერ ასახავს ჩვენი ქვეყნის ეკონომიკური განვითარებისთვის საჭირო ინოვაციურ პროექტებში ინვესტიციების მოზიდვისას რისკების შეფასების ყველა ასპექტს, რადგან ჩვენს სინამდვილეში, 90-იანი წლებიდან მოყოლებული არამდგრადი პოლიტიკური სიტუაციის გამო, არ მოიპოვება საკმარისი და სანდო სტატისტიკური მონაცემები, რომელიც ამ პროცესს შეუწყობს ხელს. ამ მიზნითაა ჩატარებული კვლევა, რომელიც უზრუნველყოფს რისკების შესაფასებლად ახალი მიდგომის შემუშავებას.

ნათქვამია, რომ ძალიან ხშირად, ფინანსური მენეჯმენტის პრაქტიკოსები, რომლებიც არ ენდობიან დისკრედიტებულ თეორიებს, მართავენ მათზე მინდობილ აქტივებს, უხეშად რომ ვთქვათ, "თვალთ", ანუ ინტუიციის საფუძველზე, რაც ძალიან ხშირად ვერბალურად არაა. ეს ინტუიციური საქმიანობა, გამრავლებული ფინანსური მენეჯმენტის გამოცდილებაზე, ქმნის ფასდაუდებელ საკვლევ მასალას. ინტუიციისა და გამოცდილების მქონე პირები ხდებიან ექსპერტები, რომელთა საქმიანობა ხდება სამეცნიერო კვლევის ობიექტი. სამეცნიერო კვლევის ობიექტი განისაზღვრა ასე: თუ ადრე იგი მოიცავდა მხოლოდ ეკონომიკურ ობიექტს

(კორპორაცია, მრეწველობა, ეკონომიკური რეგიონი, ქვეყანა), ახლა თანამედროვე ფინანსურ მენეჯმენტში სამეცნიერო კვლევის ობიექტს ემატება **გადაწყვეტილების მიმღები პირი**. ასეთ პიროვნებას წარმოადგენს, როგორც ფინანსური მენეჯერი, ასევე ფინანსური ანალიტიკოსი, რომელიც ამზადებს გადაწყვეტილებებს მენეჯერისთვის. ორივე ამ ადამიანის საქმიანობა დეტალურ გამოკვლევას ექვემდებარება.

ნაშრომში აღნიშნულია, რომ ფინანსური საქმიანობის მნიშვნელოვანი განუზღვრელობის პირობებში მოდელირებისას, მიზანშეწონილი და გამოსადეგია **ფაზი-სიმრავლეების თეორიის ფორმალიზმების გამოყენება**. ფაზი-სიმრავლეთა თეორია იდეალური მეთოდია რისკის ანალიზში წარმოშობილი უზუსტობის აღმოსაფხვრელად, რადგან ჩვენი რისკის ინტუიცია კარგად არ გარდაიქმნება ზუსტ მათემატიკურ ფორმულებად.

გამოთქმულია მოსაზრება, რომ სუბიექტური ალბათობები თანდათან იცვლება ფაზი-სიმრავლეებით. ამის მიზეზი რამდენიმეა: ფაზი-სიმრავლე იდეალურად აღწერს გადაწყვეტილების მიმღები პირის სუბიექტურ აქტივობას; ფაზი-რიცხვები (ფაზი-სიმრავლეების ნაირსახეობა) იდეალურია დროში ფაქტორების დაგეგმისათვის, როდესაც მათი სამომავლო შეფასება გართულებულია (ფაზია, არ არსებობს საკმარისი ალბათური საფუძველი).

ფაზი-სიმრავლე ლოტფი ა. ზადემ შემოიღო 1965 წელს. რაც ზადემ შემოგვთავაზა, არის პარადიგმის ცვლა, რომელმაც პირველი აღიარება შორეულ აღმოსავლეთში ჰპოვა; მისმა წარმატებულმა გამოყენებამ უზრუნველყო მისი მიღება მთელ მსოფლიოში. ფაზი-სიმრავლეები კლასიკური სიმრავლეთა თეორიის გაგრძელებაა და გამოიყენება ფაზი-ლოგიკაში.

ფაზი-სიმრავლეების თეორია იძლევა ელემენტების სიმრავლის წევრობის ეტაპობრივი შეფასების საშუალებას; ეს აღწერილია მიკუთვნების ფუნქციის დახმარებით, რომელიც იღებს მნიშვნელობებს ნამდვილ რიცხვთა ერთეულოვან ინტერვალში (0, 1). ფაზი-სიმრავლეები

კლასიკური სიმრავლეთა თეორიის გაფართოებაა, ვინაიდან, გარკვეული სივრცისათვის მიკუთვნების ფუნქციამ შეიძლება იმოქმედოს როგორც ინდიკატორულმა ფუნქციამ, რომელიც ყველა ელემენტს ასახავს 1-ზე ან 0-ზე, როგორც კლასიკურ ცნებაშია წარმოდგენილი. ფაზი-სიმრავლე არის ნებისმიერი სიმრავლე, რომელიც საშუალებას აძლევს მის წევრებს ჰქონდეთ სხვადასხვა ხარისხის მიკუთვნება (მიკუთვნების ფუნქცია) ინტერვალში (0,1).

გაკეთებულია დასკვნა, რომ პროგნოზების ფორმირებისას უნდა დადგინდეს მკაცრი მეცნიერული კავშირები ხდომილების მიზეზებსა და შედეგებს შორის, მაშინაც კი თუ ეს კავშირები გამოხატულია ალბათურ ენაზე და ფაზი-აღწერით. ჩვენს ამოცანასთან მიმართებაში ეს ნიშნავს, რომ რისკების რაოდენობრივ პროგნოზებს უნდა უსწრებდეს ამ რისკების და მათი აღმოცენების გარემოს ხარისხობრივი, **ექსპერტული მოდელი**.

ფაზი-სიმრავლეების თეორიიდან მიღებული შესაძლებლობების თეორია ყოველთვის შედარებულია ალბათობის თეორიასთან. ამის შესახებ დაწვრილებითი მსჯელობა მოცემულია Zadeh (1978) და Dubois and Prade (1988)-სთან. ფაზი-შემთხვევითი ცვლადის კონცეფცია შემოიღეს კვაკერნააკმა (1978) და პურიმ და რალესკუმ (1986). ფაზი შემთხვევითი ცვლადის წარმოქმნა უფრო დამაჯერებელს ხდის შემთხვევითობისა და ფაზურობის კომბინაციას, რამდენადაც ალბათობის თეორია შეიძლება გამოყენებულ იქნას განუზღვრელობის მოდელირებისთვის და ფაზი სიმრავლეების თეორიას შეუძლია უზუსტობის მოდელირება.

აღნიშნულია, რომ უნივერსალური  $U$  სიმრავლის  $A$  ფაზი-ქვესიმრავლე ხასიათდება  $\mu_A: U \rightarrow [0,1]$  მიკუთვნების ფუნქციით, რომელიც თითოეულ ელემენტს  $u \in U$  ანიჭებს რიცხვს  $\mu_A(u) \in [0,1]$  მონაკვეთიდან, რომელიც მიუთითებს  $A$  ქვესიმრავლიდან ელემენტის მიკუთვნების ხარისხს.

პრაქტიკული გამოთვლებისათვის მოსახერხებელია სპეციალური სახის რიცხვებით მუშაობა: სამკუთხა და ტრაპეციული.



ტრაპეციულ რიცხვს გაჩნია მიკუთვნების ფუნქცია, რომელიც შემდეგი ფორმულითაა მოცემული:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \text{ ან } x > a_4 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x < a_2, \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3, \text{ სადაც } a_1 \leq a_2 \leq a_3 \leq a_4, \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3}, & a_3 < x \leq a_4. \end{cases}$$

ის ჩვეულებრივ აღინიშნება როგორც  $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ . როდესაც  $a_2 = a_3$  მივიღებთ სამკუთხა რიცხვს.

მიკუთვნების ფუნქცია  $\mu_A(x)$  რაოდენობრივად აფასებს  $x$  ელემენტების მიკუთვნებას ფუნდამენტურ სიმრავლეზე  $X$ . ელემენტის ასახვა 0 მნიშვნელობაზე ნიშნავს, რომ წევრი მოცემულ ნაკრებში არ შედის; 1 აღწერს სრულად ჩართულ წევრს. მკაცრად 0-სა და 1-ს შორის მნიშვნელობები ახასიათებს ფაზი-წევრებს.

ფაზი-რიცხვების მიღების შემდეგ ხდება მათი დეფაზიფიკაცია, ანუ ფაზი-სიმრავლის გადაქცევა ერთ მკაფიო (არაფაზ) მნიშვნელობად.

ფაზი-რიცხვების გამოყენებით რისკების მართვის წარმოსადგენად განხილული გვაქვს საკრედიტო რისკების შეფასების მაგალითი. უპირველეს ყოვლისა მოვახდინეთ რისკების შეფასების პროცესის პარამეტრიზაცია, ანუ იმ პარამეტრების გამოვლენა, რომლებიც ამა თუ იმ ხარისხით გავლენას ახდენს საკრედიტო რისკებზე. ასეთი პარამეტრები შეიძლება იყოს მსესხებლის საკრედიტო ისტორია, შემოსავალი, რეზერვი, ბაზრის წილი და ა.შ. ამას განსაზღვრავს გამოცდილი გამსესხებელი მენეჯერი.

ჩვენ გვესაჭიროება ისეთი სკალის გენერირება, რომელსაც ძალუმს „გაზომოს“ ექსპერტების შეფასებები სესხის მიმღების გაკოტრების რისკის გათვალისწინებით. ამისათვის ჩვენ გამოვიყენეთ საყოველთაოდ მიღებული მიდგომა.

თითქმის ყველა სფეროში შესაძლებელია შედარებითი სკალის შექმნა შემდეგი პრინციპების გამოყენებით:

a) იმ მახასიათებლების ჩამონათვალის ჩამოყალიბება, რომელთა მეშვეობით წარმოებს კონცეპტის (ობიექტის) შეფასება;

b) მიღებულ ჩამონათვალში პოლარული მახასიათებლების დადგენა და პოლარული სკალის ფორმირება;

c) განსაზღვრა იმისა, თუ რა ხარისხით ფლობს კონცეპტი პოლუსებზე განსაზღვრულ მახასიათებელს.

შესავალში ჩვენ ყურადღება გავამახვილეთ ლოტფი ზადეს მიერ შემოტანილ ლინგვისტური ცვლადის ცნებაზე. ეს ცნება დიდ როლს თამაშობს ჩვენს კვლევაში. ახლა ჩვენ შემოვიტანთ ლინგვისტურ ცვლადს „საკრედიტო რისკის ხარისხი“:

$$A = \{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5\},$$

$A_1$  - რისკის ხარისხი უმნიშვნელოა;

$A_2$  - რისკის ხარისხი დაბალია;

$A_3$  - რისკის ხარისხი საშუალოა;

(1)

$A_4$  - რისკის ხარისხი მაღალია;

$A_5$  - რისკის ხარისხი უკიდურესია.

აქედან გამომდინარე  $A$  ლინგვისტური ცვლადის შექმნისას პირობა

a) დაკმაყოფილებულია. პირობა b) აგრეთვე კმაყოფილდება - პოლარული მახასიათებლები ასე გამოიხატებიან: „რისკის ხარისხი უმნიშვნელოა“ და „რისკის ხარისხი უკიდურესია“. c) პირობის შესრულებისათვის საჭიროა შევექმნათ პროფილი ანუ განვსაზღვროთ  $A$  ლინგვისტური ცვლადის აღმწერი ფაზი-სიმრავლე.

ჩვენ დავყოფთ პროფილის შესაბამისი ფაზი-სიმრავლის მიკუთვნების ფუნქციის აგების პროცესს რამოდენიმე ეტაპად. მოვიყვანოთ ამ ეტაპების აღწერა ზოგადად.

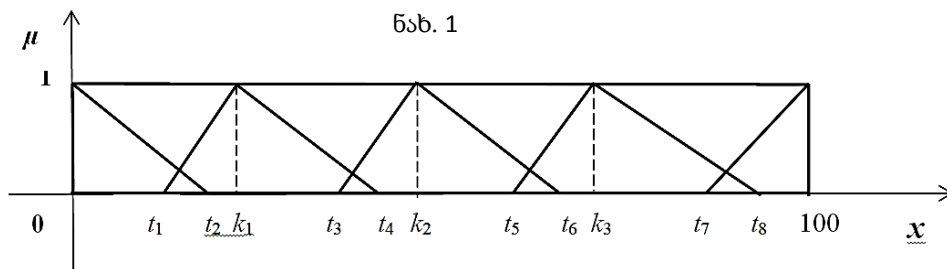
**ეტაპი 1.** შევაფასოთ რწმენა რისკის ხარისხის სისწორეში  $A$  ლინგვისტურ ცვლადში შემდეგნაირ (0-100)% პროცენტულ სკალაზე:  $A_1 \sim [0, k_1[$ ;  $A_2 \sim [k_1, k_2[$ ;  $A_3 \sim [k_2, k_3[$ ;  $A_4 \sim [k_3, k_4[$ ;  $A_5 \sim [k_4, 100]$ . აქ  $0 < k_1 < k_2 < k_3 < k_4 < 100$ .

**ეტაპი 2.** რადგანაც ექსპერტების შეფასებები მოცემულია სამკუთხა ფაზი-რიცხვების ფორმით, პირველ რიგში საჭიროა დავადგინოთ ექსპერტული შეფასებების სკალის საზღვრები  $A$  ლინგვისტური ცვლადის თითოეული მახასიათებლის მიმართ. ვთქვათ, შეფასების პროცესში მონაწილეობს  $m$  ექსპერტი, მაშინ მათი შეფასებების შედეგად ჩვენ გვაქვს  $m$  სამკუთხა ფაზი-რიცხვი. ჩვენი აზრით მიზანშეწონია სკალის საზღვრები განისაზღვროს შემდეგნაირად: მარცხენა საზღვარი - მინიმუმი, ხოლო მარჯვენა - მაქსიმუმი  $m$  სამკუთხედების წვეროების აბსცისთა შორის, ანუ

$$[\min \{a_i\}; \max \{c_i\}], \quad i = \overline{1, m}. \quad (2)$$

**ეტაპი 3.** ახლა დავადგენთ შესაბამისობას პროცენტული სკალის ინტერვალებსა და სამკუთხა ფაზი-რიცხვებს შორის. გეომეტრიულად პროცენტული სკალა, რომელიც შეესაბამება 5 სამკუთხა ფაზი-რიცხვს, შესაძლოა, მაგალითად, გამოიყურებოდეს ასე (ნახ. 1):

$\tilde{A}_1 = (0; 1; t_2); \tilde{A}_2 = (t_1; k_1; t_4); \tilde{A}_3 = (t_3; k_2; t_6); \tilde{A}_4 = (t_5; k_3; t_8); \tilde{A}_5 = (t_7; 1; 100)$  რიცხვები  $k, t$  აღებულია ექსპერტების მიერ.



პროცენტული სკალის კოორდინატა სისტემის ექსპერტული შეფასებების კოორდინატა სისტემაში გარდასახვისათვის უნდა შესრულდეს შემდეგი ასახვა  $[0,100] \rightarrow [\min \{a_i\}, \max \{c_i\}]$ . ამგვარად ჩვენ გადაგვაქვს კოორდინატა სათავე  $(0,0)$  წერტილიდან  $(\min \{a_i\}, 0)$  წერტილში, ხოლო  $(100,0)$  წერტილი  $(\max \{c_i\}, 0)$  წერტილში.

სიმარტივისათვის შემოვიტანოთ აღნიშვნები:

$$\nabla = \min \{a_i\}, \quad \Delta = \max \{c_i\}, \quad i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

ადვილი დასანახია, რომ პროპორციულობის კოეფიციენტი ძველი და ახალი კოორდინატთა სისტემების აბსცისათა შორის ასეთია

$$\lambda = 0.01(\Delta - \nabla). \quad (4)$$

აქედან გამომდინარე, საწყის სამკუთხა ფაზი-რიცხვების კოორდინატები შეიცვლება ასეთნაირად

$$\begin{aligned} \tilde{A}_1 &= (\nabla, \nabla, \lambda t_2 + \nabla); \\ \tilde{A}_2 &= (\lambda t_1 + \nabla, \lambda k_1 + \nabla, \lambda t_4 + \nabla); \\ \tilde{A}_3 &= (\lambda t_3 + \nabla, \lambda k_2 + \nabla, \lambda t_6 + \nabla); \\ \tilde{A}_4 &= (\lambda t_5 + \nabla, \lambda k_3 + \nabla, \lambda t_8 + \nabla); \\ \tilde{A}_5 &= (\lambda t_7 + \nabla, \Delta, \Delta). \end{aligned} \quad (5)$$

ამგვარად პირობა c) ასევე დაკმაყოფილდა.

ჩვენ ვაგრძელებთ შემოთავაზებული მიდგომის განხორციელების აღწერას. ალგორითმის 1-ის საფუძველზე თითოეული პარამეტრისთვის ვპოულობთ წარმომადგენლის მნიშვნელობას ფაზი-სამკუთხა რიცხვების სასრული სიმრავლისათვის. განვიხილოთ წარმომადგენელი, რომელიც გამოითვლება  $i$  პარამეტრისათვის. რისკის შეფასების ზღვრულ მნიშვნელობას საინვესტიციო პროექტის მენეჯერი (მენეჯერების ჯგუფი) აწესებს. შეიძლება აღმოჩნდეს, რომ სხვადასხვა განსხვავებული შემთხვევისათვის დაწესდეს კრიტერიუმების განსხვავებული ზღვრული მნიშვნელობები, მაგალითად ერთი პარამეტრისათვის „არა უმეტეს  $A_2$  - რისკის ხარისხი დაბალია“, ხოლო მეორესთვის „არაუმეტეს  $A_3$  - რისკის ხარისხი საშუალოა“.

ზოგადად, თუ  $A_j \in A$  (იხ. ტოლობა (1)) აღებულია როგორც პარამეტრის ზღვრული კრიტერიუმი, მაშინ რისკი მისაღებია თუ სრულდება დამატებითი პირობა:

$$\tilde{R}_i \leq \tilde{A}_j, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, 5}. \quad (6)$$

აქ  $\tilde{A}_j$  არის  $A_j$  მახასიათებლის შესაბამისი რიცხვი, ხოლო  $\tilde{R}_i$  არის ექსპერტთა  $i$ -ური პარამეტრების შეფასების სასრული სიმრავლის აგრეგირების შედეგი (იხ. ალგორითმი 1).

შევაჯამოთ ზემოაღნიშნული, როგორც განზოგადებული ალგორითმი. ჩვენ გვაქვს შემდეგი მონაცემები:  $m$  ექსპერტი აფასებს  $n$  პარამეტრს შემდეგი სიმრავლიდან  $P = \{p_i\}, i = \overline{1, n}$ , ამ პარამეტრის ექსპერტთა შეფასების სასრული სიმრავლის  $\tilde{R}_i$  აგრეგირების შედეგი, ზღვრული კრიტერიუმის მნიშვნელობა  $A_k, k = \overline{1, 5}$  არჩეული ტოლობა (1)-დან, კოორდინატები  $k, t$  მითითებულია საინვეტიციო მენეჯერის (მენეჯერთა ჯგუფის) მიერ ტოლობა (5)-ში გამოსაყენებლად.

## ალგორითმი 2

ბიჯი 0: ინიციალიზაცია: განვსაზღვროთ  $p_i \in P, i = \overline{1, n}$ , ამ პარამეტრის ექსპერტთა შეფასებების  $\{\tilde{R}_j\}, j = \overline{1, m}, m = 2, 3, \dots$  სასრული სიმრავლის  $\tilde{R}_i$ -ს აგრეგირების შედეგი, ზღვრული კრიტერიუმის მნიშვნელობა, კოორდინატები  $k_1, \dots, k_4; t_1, \dots, t_5$ .

ბიჯი 1: გამოვთვალოთ  $\nabla, \Delta$  ტოლობა (3)-ით და  $\lambda$  ტოლობა (4)-ით.

ბიჯი 2: გამოვთვალოთ  $\tilde{A}_t, t = \overline{1, 5}$  ტოლობა (5)-ით.

ბიჯი 3: პირობა  $\tilde{R}_i \preceq \tilde{A}_j$  ვერიფიკაცია.

- თუ პირობა დაკმაყოფილებულია, რისკის დონე მისაღებია;
- თუ პირობა არ არის დაკმაყოფილებული, რისკის დონე მიუღებელია.

თუ შევაჯამებთ შემოთავაზებული მიდგომის არსს, ჩვენ წარმოვადგინეთ ფინანსური რისკების შეფასების ახალი მიდგომა, სადაც მოკლედ არის გაანალიზებული ფინანსური რისკების შეფასების ამჟამინდელი მოდელები და გამოტანილია დასკვნა ფაზი-სიმრავლეების თეორიის აპარატის გამოყენების ეფექტურობაზე.

მეოთხე თავი ეძღვნება რისკის შეფასების მეთოდების შედარებით აღწერას. ჩვენ განვიხილეთ ინოვაციურ პორექტებში არსებული რისკების შეფასების სხვადასხვა შესაძლო მეთოდი. კერძოდ, VaR გამოთვლის

მეთოდი, ჩესერის, ლისის და ალტმანის რისკების შეფასებების ბუღალტრული მეთოდები და ბაიესის ქსელის აგების მეთოდი. VaR-ის ისტორიული მეთოდით გამოსათვლელად საჭირო არის ისტორიული (სტატისტიკური) მონაცემების გამოყენება, რომელიც საქართველოში სამწუხაროდ არ არსებობს, ვინაიდან საზოგადოებრივი წყობის ერთი ფორმაციიდან მეორეზე გადასვლის დროს, გარდამავალ პერიოდში, თითქმის არ გვაქვს ზუსტი ისტორიული მონაცემები ამა თუ იმ დარგის რისკების შესახებ.

მაგრამ, ზემოთ აღინიშნული მეთოდების გამოყენებისას იკვეთება არსებითი ნაკლი. კერძოდ, ყველა ამ მეთოდში საჭიროა მონაცემთა დიდი პოპულაცია, რაც ზოგიერთ შემთხვევაში თითქმის შეუძლებელია. განსაკუთრებით, როდესაც საქმე გვაქვს ინოვაციურ საინვესტიციო პროექტთან, სადაც რისკების შეფასება არც თუ ისე მარტივი საქმეა და თითქმის შეუძლებელია წინასწარ რაიმე მონაცემის შეგროვება. სწორედ ამიტომ, პრობლემის გადასაჭრელად აუცილებელია ახალი მიდგომის შემუშავება, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია ასეთი ამოცანების გადაჭრა. ასეთ საშუალებად მიგვაჩნია ფაზი სიმრავლეების გამოყენება რისკების შეფასებაში.

განხილული იყო ასევე მონტე კარლოს მეთოდი, ანუ სტოქასტური მოდელირების მეთოდი, რომელიც ეფუძნება მოცემული მახასიათებლების მქონე შემთხვევითი პროცესების მოდელირებას. ისტორიული მოდელირების მეთოდისაგან განსხვავებით, მონტე კარლოს მეთოდში აქტივების ფასების ცვლილება გენერირდება ფსევდო-შემთხვევითი სახით განაწილების მოცემული პარამეტრების შესაბამისად, მაგალითად  $\mu$  მათემატიკური ლოდინის და  $\sigma$  ვოლატილობისა. იმიტირებული განაწილება, პრინციპში, შეიძლება ნებისმიერი იყოს, ხოლო სცენარების რაოდენობა – ძალიან დიდი (ათიათასამდეც). მაგრამ მეთოდის პოტენციური სისუსტეა *მოდელის რისკი*. *მონტე-კარლოს* ემყარება სპეციფიკურ სტოქასტურ პროცესებს ძირითადი რისკ-ფაქტორებისთვის,

რაც შეიძლება არასწორი იყოს. იმის შესამოწმებლად, თუ რამდენად მდგრადია შედეგები მოდელის ცვლილებების დროს, სიმულაციის შედეგები უნდა შევავსოთ გარკვეულ მგრძობელობაზე ანალიზით. მონტე-კარლოს მეთოდი ზოგადად აღიარებულია საუკეთესოდ, რამდენადაც გააჩნია მთელი რიგი ღირსებები, კერძოდ, არ გამოიყენება ჰიპოთეზა შემოსავლიანობების ნორმალური განაწილებების შესახებ, აჩვენებს მაღალ სიზუსტეს არაწრფივი ინსტრუმენტებისათვის და მდგრადია რეტროსპექტივის არჩევანის მიმართ. მეთოდის ნაკლს შეიძლება მივაკუთვნოთ გამოთვლების ტექნიკური სირთულე და მოდელური რისკი.

იმისათვის, რომ გადავლახოთ რეალურ დაკვირვებებში შეზღუდული რაოდენობით გამოწვეული პრობლემები, ჩვენ შეგვიძლია დამატებითი დაკვირვების გენერირება. როგორც წესი, ამ დამატებითი დაკვირვების მოდელირება ან გენერაცია ხორციელდება მონტე კარლოს მოდელირების მიდგომის გამოყენებით, ისე რომ შემოსავლიანობა ასახავდეს ალბათობას, რომლითაც ისინი მოხდა უახლოეს ისტორიულ პერიოდში. პირველ ნაბიჯზე გამოითვლება შემოსავლიანობის ცვლილებების ისტორიულ მონაცემებზე დაფუძნებული კოვარიციული მატრიცა, მაგრამ როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ეს ჩვენი ქვეყნის სინამდვილეში თითქმის შეუძლებელია და სწორედ ამ პრობლემის გადაჭრას ემსახურება მონტე კარლოს მეთოდში ჩვენს მიერ შემოტანილი ახალი მიდგომა, რომელიც ფაზი-რიცხვებზეა დაფუძნებული. ეს მიდგომა ასევე ამარტივებს გამოთვლების ტექნიკურ მხარეს და ზოგავს ფინანსებსაც.

ჩვენ ასევე განვიხილეთ ჩესერის, ლისის და ალტმანის რისკების შეფასების ბუღალტრული მეთოდი, რომელთა გამოყენებისათვის საჭიროა მრავალი ფაქტორის წინასწარი ცოდნა. კერძოდ, მოდელში გამოყენებულია 22 სხვადასხვა ფინანსური მაჩვენებელი, რომელთა საფუძველზე განხორციელებული იყო 66 კომპანიის ბიჯებისაგან შემდგარი დისკრიმინანტული ანალიზი, რომელთაგან 33 წარმატებით ფუნქციონირებდა და 33 კი გაკოტრდა. ანალიზის მსვლელობისას ხდებოდა

იმ კოეფიციენტების ამოღება, რომელთაც გააჩნდათ უმცირესი სტატისტიკური მნიშვნელობა, რის შემდეგაც კოეფიციენტების სტატისტიკური მნიშვნელობების ანალიზი მეორდებოდა. შედეგად მოდელში რჩებოდა მხოლოდ ხუთი ძირითადი ფინანსური მაჩვენებელი, ეს კი ჩვენს სინამდვილეში ვერ განხორციელდება იმ უბრალო მიზეზის გამო, რომ ამდენი კომპანია ერთად ჩენს ქვეყანაში არ ფუნქციონირებს, რათა მათზე დაკვირვებით რაიმე განზოგადება გახდეს შესაძლებელი. აქაც მნიშვნელოვანია ახალი მიდგომის შემოტანა და მისი მორგება სინამდვილესთან, რასაც ჩვენს მიერ ზემოთ მოყვანილი მიდგომა იძლევა. კერძოდ ლიკვიდურობის, რენტაბელობის და ფინანსური დამოუკიდებლობის პროგნოზირების პროცესში ფაზი-სიმრავლეების გამოყენება.

ვიმსჯელებთ ბაიესის ქსელის გამოყენების დადებით და უარყოფით მხარეებზე და მივედით დასკვნამდე, რომ მისი გამოყენება რისკების შესაფასებლად ასევე მოითხოვს შერჩევის დიდ მოცულობას და მრავალ დაკვირვებას, ან ნულოვანი შერჩევის დროს საწყისი მონაცემების ქონას. რაც შეუძლებელია, ჯერ კიდევ მანამდე არარსებული ინოვაციური პროექტების რისკების შეფასებისათვის. ჩვენს მიერ შემოთავაზებულ ახალ მიდგომასთან შედარებით რისკების შესაფასებლად ამ მეთოდის გამოყენება სირთულეებთან არის დაკავშირებული.

ზემოაღნიშნული და მსოფლიო პრაქტიკის საფუძველზე სწავლების ნებისმიერი ობიექტის შეფასების მოდელები, მათ შორის რისკების ჩათვლით, სანდოა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ არსებობს საკმარისად დიდი სტატისტიკური ბაზა რა უნდა გავაკეთოთ ასეთი სტატისტიკური მონაცემების არარსებობის შემთხვევაში? დაგროვილი გამოცდილება აჩვენებს, რომ ამ შემთხვევაში ერთადერთი გამოსავალია ექსპერტების შეფასებების გამოყენება და ამ მონაცემების შემდგომ ფაზი-რიცხვებად გარდაქმნით მიღებული მონაცემებით მოდელების შერჩევა.



## დასკვნა

1. ინოვაციური საინვესტიციო პროექტების განხორციელება ხელს უწყობს ეკონომიკურ ზრდას. ვინაიდან ინოვაციები ყოველთვის დაკავშირებულია ტექნიკურ პროგრესთან, იგი იძლევა ნაკლები მასალა-რესურსების ხარჯვის გარეშე მეტი პროდუქციის წარმოების საშუალებას, ეს კი ეკონომიკური ზრდის საწინდარია.

2. ინოვაციებში ინვესტირება ხასიათდება ინვესტიციების მოზიდვის გართულებებით დაბანდებათა გრძელვადიანი ხასიათისა და პირველ ეტაპზე უკუგების არარსებობის გამო, ასევე შედეგის მიუღებლობის რისკით.

3. სამყაროში ყველა მუდმივად ექვემდებარება მრავალ რისკს, რომლისგან თავის დასაცავად მხოლოდ რისკის სახეობების და მათი წარმოშობის მიზეზების შესწავლა არ არის საკმარისი. აუცილებელია მათი შეფასება და პროგნოზირება. ეს კი არც ისე ადვილია, ვინაიდან გადაწყვეტილების მიღების პროცესი მიმდინარეობს მუდმივად თანმხლებ განუზღვრელობის პირობებში, რომელიც ძირითადად განაპირობებს საქმიანობის საბოლოო შედეგის ნაწილობრივ ან სრულ განუზღვრელობას.

4. სწორედ VaR წარმოადგენს რისკის მეტრიკას, რისკის მაჩვენებელს, რომლის მეშვეობითაც შესაძლებელია განუზღვრელობის სიდიდის დადგენა. რისკის სიდიდის მაჩვენებელი (VaR) არის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი და ფართოდ გამოყენებული სტატისტიკა, რომელიც ზომავს ეკონომიკური ზარალის პოტენციალს. იგი პრაქტიკულად ყველა ძირითადი ფინანსური ინსტიტუტის და რეგულირების მენეჯმენტის მიერ მიღებული იქნა, როგორც რისკის ქვაკუთხედი და საერთო ენა. ნდობის ინტერვალი და დროითი ჰორიზონტი წარმოადგენენ ძირითად პარამეტრებს, რომელთა გარეშე VaR-ის არც გაანგარიშებაა შესაძლებელი და არც ინტერპრეტაცია.

5. არსებობს VaR-ის შეფასების მიმართ მიდგომების ორი ძირითადი ჯგუფი. პირველი ჯგუფი ეფუძნება ეგრეთ წოდებულ „ლოკალურ

შეფასებებს“ (*local valuation*), რაც გულისხმობს ფინანსური ინსტრუმენტის ღირებულების ფუნქციის წრფივ ან უფრო რთულ ფუნქციაზე აპროქსიმაციას, რომლის მნიშვნელოვან მაგალითს წარმოადგენს პარამეტრული დელტა-ნორმალური მეთოდი. მეორე ჯგუფი იყენებს „სრულ შეფასებებს“ (*full valuation*), რომელიც გულისხმობს ფინანსური ინსტრუმენტის ღირებულების სრულ გადაანგარიშებას აპროქსიმაციული ვარაუდების გარეშე. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება ისტორიული სიმულაციის (VaR -ის გამოთვლის მეთოდი, რომელიც იყენებს ისტორიულ მონაცემებს პორტფელზე ბაზრის ცვლილებების გავლენის შესასწავლადრათა შეაფასოს ბაზრის ნაბიჯების გავლენა პორტფელზე) და მონტე კარლოს მეთოდები.

6. ბაიესის ფორმულას აქვს გარკვეული თავისებურებები, რომელთაგან მთავარია ის, რომ თეორემის პრაქტიკაში გამოყენება მოითხოვს გამოთვლების მნიშვნელოვან რაოდენობას, რის გამოც ბაიესის პარადიგმის შეფასებებმა აქტიური გამოყენება მხოლოდ ქსელური და კომპიუტერული ტექნოლოგიების სფეროში მომხდარი რევოლუციის შემდგომ პერიოდში ჰპოვეს.

7. ალტმანის Z-მოდელი წარმოადგენს სტატისტიკურ მოდელს, რომელიც კომპანიის ფინანსურ მაჩვენებელზე და გადახდისუნარიანობაზე დაყრდნობით საშუალებას იძლევა შეფასდეს გაკოტრების რისკის დონე. ალტმანის მოდელი საკმაოდ ზუსტ პროგნოზს იძლევა გაკოტრების ალბათობის შესახებ ერთი-ორი წლის ჰორიზონტით.

8. ლისის მოდელი - ეს არის გაკოტრების ალბათობის შეფასების მოდელი, რომელშიც ფაქტორებად გათვალისწინებულია ორგანიზაციის საქმიანობის ისეთი შედეგები, როგორიცაა: ლიკვიდურობა, რენტაბელობა და ფინანსური დამოუკიდებლობა.

9. ჩესერის მოდელი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს პოტენციური მსესხებლის გადახდისუნარიანობა. ამასთან, მოდელი პროგნოზირებს არამარტო კრედიტის დაუბრუნებლობის რისკს, არამედ საწყისი პირობიდან

ნებისმიერ გადახრას, რომელიც სესხს ნაკლებად მიმზიდველს ხდის კრედიტორისათვის.

10. რისკის შეფასების ზემოთ განხილული მოდელები შინაარსობრივად განსხვავდება ერთმანეთისაგან, თუმცა საერთოც გააჩნიათ. ყველა მათგანს სჭირდება დიდი ოდენობით მონაცემები რისკის შესაფასებლად. რადგან ჩვენს სინამდვილეში, შეუძლებელია საკმარისი და სანდო სტატისტიკური მონაცემების შეგროვება, რომელიც ამ პროცესს შეუწყობს ხელს. ამ მიზნითაა ჩატარებული კვლევა, რომელიც უზრუნველყოფს რისკების შესაფასებლად ახალი მიდგომის შემუშავებას.

11. რისკების შეფასების ახლი მიდგომის შესამუშავებლად ეფექტურად მივიჩნიეთ ფაზი სიმრავლეების თეორიის გამოყენება, რომელიც საშუალებას იძლევა მოცემული ფაზი საწყისი მონაცემების დროს საინვესტიციო პროექტების ფინანსური პარამეტრების ადეკვატურად მკაფიო შეფასების საშუალებას. ფაზი-ინტერვალური შეფასების შემუშავებული მეთოდიკა და ინვესტიციების ფინანსური პარამეტრების მრავალ კრიტერიუმთან ოპტიმიზაცია ტრადიციულ მეთოდებზე უფრო სრულყოფილად იძლევა საშუალებას გამოყენებული იქნეს მომავალი გადახდის ნაკადებისა და პროცენტების შესახებ აპრიორი ინფორმაცია, მათი განუზღვრელობის გათვალისწინებით.

12. ფაზი-ინტერვალური გამოთვლების ტექნიკა დაფუძნებულია საწყისი ფაზი-ინტერვალების ეგრეთ წოდებულ *a*-დონეებზე დაყოფაზე, ე.ი. მიკუთვნების ხარისხის ერთი და იგივე მნიშვნელობის მკაფიო ინტერვალებად მკაფიო-ინტერვალური გამოთვლების ტექნიკის შემდგომი გამოყენებით და *a*-დონის ინტერვალში მიღებული გაანგარიშებით საბოლოო ფაზი-ინტერვალების აღდგენით. იმის შემდეგ რაც ფაზი-სიმრავლის ოპერაციებს გავარკვევთ ფაზი-ინტერვალის განსაზღვრისათვის, შემდეგ ვახდენთ ფაზი-მნიშვნელობის მკაფიო მნიშვნელობად გარდაქმნას.

13. ზემოაღნიშნული და მსოფლიო პრაქტიკის საფუძველზე სწავლების ნებისმიერი ობიექტის შეფასების მოდელები, მათ შორის რისკების ჩათვლით, სანდოა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ არსებობს საკმარისად დიდი სტატისტიკური ბაზა. მაგრამ იმ შემთხვევაში თუ ასეთი სტატისტიკური მონაცემები არ არსებობს, დაგროვილი გამოცდილება აჩვენებს, რომ ამ შემთხვევაში ერთადერთი გამოსავალია ექსპერტების შეფასებების გამოყენება და ამ მონაცემების შემდგომ ფაზი-რიცხვებად გარდაქმნით მიღებული მონაცემებით მოდელების შერჩევა.

14. მოცემულია საექსპერტო შეფასებების დასაბუთება სამკუთხა ფაზი-რიცხვების სახით. მნიშვნელოვანი ფაქტია, რომ მეთოდი ითვალისწინებს ექსპერტების შეფასების ხარისხს, რაც დამოკიდებულია ყველა სამკუთხა ფაზი-შეფასებების სასრული სიმრავლის წარმომადგენელთან ექსპერტთა შეფასების სიახლოვეზე.

#### **გამოქვეყნებული ნაშრომები:**

##### *სტატიები:*

1. **დ. მაგრაქველიძე.** Mathematical Models of the Valuation of Common Stocks. შრომები, მართვის ავტომატიზირებული სისტემები #1(30), 2020, გვ.24-29.
2. **D. Magrakvelidze, J. N. Esunge.** Description of Income and Substitution Effects using Slutsky Identity, International Journal of Business, Management and Commerce; Vol. 5, No.1, 2020, pp. 1-9.
3. A. Gagnidze, M. Iavich, G. Iashvili, **D. Magraqvelidze.** Investigation of the Possible Relations between Bitcoin Prices and S&P 500 Index. International Workshop on Cyber Hygiene&Conflict Management in Global Information Networks, CMiGIN 2020, Proceedings, ISSN: 1613-0073, 2020.
4. **დ. მაგრაქველიძე.** ფინანსური რისკების შეფასების მეტრიკა და მისი გამოთვლის მეთოდები., შრომები, მართვის ავტომატიზირებული სისტემები #1(32), vol 2, 2021, გვ. 28-31
5. **დ. მაგრაქველიძე, ნ. ჭამიაშვილი.** რისკის შეფასების მონტე კარლოს მოდელში ფაზი-სიმრავლის გამოყენება. შრომები, მართვის ავტომატიზირებული სისტემები, #1 (32), vol.2, 2021, გვ.32-36

##### *კონფერენციები:*

1. დ. მაგრაქველიძე, რისკის პირობებში მომხმარებელთა არჩევანის ანალიზი სარგებლიანობის ფუნქციის გამოყენებით. საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირის IX საერთაშორისო კონფერენცია, ბათუმი, 2018.
2. D. Magrakvelidze. **Measurement and analysis of the expected financial risks of the portfolio using mathematical methods.** The Second Eurasian CONFERENCE RISK-2020, თბილისი, 2020.
3. დ. მაგრაქველიძე. გაკოტრება და მისი პროგნოზირება ალბათური მოდელის გამოყენებით. ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, პ.გუგუშვილის ეკონომიკის ინსტიტუტის საერთაშორისო კონფერენცია, XXI საუკუნის ეკონომიკური, სოციალური, ეკოლოგიური და ტექნოლოგიური გამოწვევები. თბილისი 2021.
4. დ. მაგრაქველიძე, ნინო ჭამიაშვილი. რისკის შეფასების მონტე-კარლოს მოდელში ფაზი სიმრავლის გამოყენება. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საერთაშორისო კონფერენცია - „საინფორმაციო საზოგადოება და განათლების ინტენსიფიკაციის ტექნოლოგიები“, თბილისი 2021.

*მეთოდური მითითებანი:*

1. თ. ცაბაძე, დ. მაგრაქველიძე. რისკების შეფასება განუზღვრელ პირობებში, სტუ-ს IT-კონსალტინგის სამეცნიერო ცენტრი, თბილისი 2021. ISBN: 978-9941-8-3193-5  
[https://gtu.ge/book/12\\_cabadzeMetod\\_Doct.pdf](https://gtu.ge/book/12_cabadzeMetod_Doct.pdf)

## Abstract

### Evaluate the financial risks of innovative projects using information models

With the growth of the population, the role of technological innovation increases in satisfaction of the people's needs, because they change the world economy and promote the economic growth of countries. Innovation is a set of processes that create a new device, method, or material for commercial and practical use.

The main benefit of innovation is its huge role in economic growth. If to say simply, it allows release of more products with less cost of materials and resources. This, in turn, leads to economic growth. However, it must be said that the main preconditions for the emergence of innovative ideas are a sustainable level of workforce education, increased investment in research, and the creation of new products and access to investors' stock exchanges.

Investing in innovation is a highly pressing problem, as attracting investment in innovative projects is complicated by the long-term nature of the investment and the lack of returns on the first stage, as well as the risk of unacceptable results.

In risk management the risk is considered to be the possibility of losing part of one's own funds, non-receipt of income or incurring additional costs as a result of carrying out manufacturing activities, that is consistent with the notion of net uncertainty. According to the standard classification, the main threats to the welfare of investment projects are market, credit and operational risks, liquidity risks and risks of occurrence.

Studying the types of risks, associated with investment projects alone, does not yield results, they need to be evaluated and managed. The risk management system should be transparent, practical, and in line with the strategic goals of the investor, that ensures maximum profit. In practice, many models of risk assessment are used, based on different methods.

We consider the models based on statistics, probability, and use of accounting data. We point out their shortcomings and introduce a new approach to the risk assessment.

The value at risk (VaR) is a risk metric, a risk indicator, through which it is possible to determine the magnitude of uncertainty. This risk metric is currently not widely studied in Georgia. The aim of our research is to study the existing methods of VaR assessment and to improve them based on this study. VaR is one of the most important and widely used statistics to measure the potential for economic loss. It has been adopted by virtually every major financial institution and regulatory management as a risk basis and common language. VaR measures the probability level of the maximum loss value of a portfolio over a period of time. Two main groups of approaches to VaR evaluation are discussed. The first group is based on the so-called "local valuations", i.e. The approximation of the value of a financial instrument to a linear or more complex function, an important example of which is the parametric delta-normal method. The second group uses "full valuation", which means the complete calculation of the value of a financial instrument without approximate assumptions. Historical modeling and Monte Carlo methods belong to this group.

In addition, the Bayesian network -used in risk assessment- is discussed. Bayesian methodology differs from other approaches. In this methodology before obtaining data, the researcher determines their level of confidence in possible models and then presents them as certain probabilities. One of the main advantages of the Bayesian approach is the use of any initial (a priori) information to model parameters. Such information is expressed as a function of a priori probability or probability density. The initial probability is then "revised" using a selection of data that is reflected in the form of an asterial distribution of estimates of parameters or model variables. The paper shows that naive Bayesian networks perform well in predicting bankruptcy. The naive Bayesian network is a Bayesian network with a single root, all other nodes are subsidiary elements of the root and there are no gills between the other nodes.

The models proposed by Altman, Cheser, and Lisi, in assessing a company's bankruptcy risk, rely on accounting balance data. Altman's Z-score is a statistical

model that allows us to assess the level of bankruptcy risk based on a company's financial performance and solvency.

In the Lis model, factors such as liquidity, profitability, and financial independence are considered as factors to assess the probability of bankruptcy.

The Chaser model makes it possible to determine the insolvency of a potential borrower. However, the model predicts not only the risk of loan repayment, but also any deviation from the initial condition that makes the loan less attractive to the lender.

The models we cite do not fully reflect all aspects of risk assessment of attracting investment in innovative projects, because in our reality, due to the unsustainable political situation since the 1990s, we do not have sufficient and reliable statistics to facilitate this process. For this purpose, studies have been carried out to ensure the development of a new approach to risk assessment.

The aim of the study is to explore all possible approaches and through their elaboration the inappropriately set goal, namely to reduce the degree of uncertainty in innovative investment projects in conditions of limited choice. For this we have used an apparatus based on fuzzy sets and applied to our research problem. We have adapted and adjusted it to all previously developed approaches to risk assessment. We have discussed all the risk assessment methods in the context of the new approach.