

დავით გურგენიძე, გივი გავარდაშვილი

ბუნებრივი რესურსების ინტეგრირებული  
მართვის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური  
თეორიის საფუძვლები



საგამომცემლო სახლი  
„ტექნიკური უნივერსიტეტი“

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

დავით გურგენიძე, გივი გავარდაშვილი

ბუნებრივი რესურსების ინტეგრირებული  
მართვის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური  
თეორიის საფუძვლები



დამტკიცებულია მონოგრაფიად  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
სარედაქციო-საგამომცემლო საბჭოს  
მიერ. 05.04.2022, ოქმი №1

თბილისი  
2022

მონოგრაფიაში განხილულია ბუნებრივი რესურსების ინტეგრირებული მართვის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური თეორიის საკითხები, რომელთა დროული გადაწყვეტა უზრუნველყოფს ენერგეტიკულ და სატრანსპორტო დერეფნების, მათ შორის მოსახლეობისა და ბუნების დაცვის პრობლემების აღმოფხვრას, კატასტროფების რისკის მინიმუმამდე დაყვანას.

ნაშრომში მკითხველი გაეცნობა ეკოლოგიის თეორიის ძირითად საკითხებს, ეკოლოგიზაციის თეორიულ მიმართულებებს. ყურადღება გამახვილებულია სოციალურ-ეკონომიკურ-ეკოლოგიური სისტემის პროგნოზირებაზე, გარემოს დამცავი ღონისძიებების ეფექტიანობასა და ბუნებრივი რესურსების რეგიონული გამოყენების საინვესტიციო პროექტების მართვაზე.

სამეცნიერო რედაქტორი საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი ოთარ ნათიშვილი

რეცენზენტები: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი, ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი მარტინ ვართანოვი,

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის გეოგრაფიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, ჰიდროლოგიის, ოკეანოლოგიისა და მეტეოროლოგიის კათედრის გამგე, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი დავით კერესელიძე

## მონოგრაფია ეძღვნება საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსების 100 წლისთავს

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2022

ISBN 978-9941-28-869-2

<http://www.gtu.ge>

ყველა უფლება დაცულია. ამ წიგნის არც ერთი ნაწილის (იქნება ეს ტექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) გამოყენება არანაირი ფორმით და საშუალებით (იქნება ეს ელექტრონული თუ მექანიკური) არ შეიძლება გამოცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

წიგნში მოყვანილი ფაქტების სიზუსტეზე პასუხისმგებელია ავტორი/ავტორები.

ავტორის/ავტორთა პოზიციას შეიძლება არ ემთხვეოდეს საგამომცემლო სახლის პოზიციას.



Verba volant,  
scripta manent

# შ ი ნ ა ა რ ს ი

შესავალი .....	7
<b>თავი I. ეკონომიკური განვითარება და ეკოლოგიური ფაქტორები</b>	
1.1. ეკონომიკური განვითარების ტექნოგენური ტიპები .....	9
1.2. მსოფლიო ეკონომიკის განვითარების კონცეფციები ეკოლოგიური შეზღუდვების გათვალისწინებით .....	11
1.3. მდგრადი ეკონომიკური განვითარება (მეგ) .....	12
1.4. ექსტერნალის სახეები .....	16
1.5. სოციალური დანახარჯების აღრიცხვა .....	18
<b>თავი II. ეკონომიკის ეკოლოგიზაცია და მისი საბოლოო შედეგები</b>	
2.1. ბუნებრივი რესურსების გამოყენების საბოლოო შედეგები .....	22
2.2. ბუნებრივი რესურსების მოცულობა .....	25
<b>თავი III. ბუნებრივი რესურსების ეკონომიკური ფასი. ბუნების გამოყენების ეფექტიანობა</b>	
3.1. ბუნების ეკონომიკური ღირებულების განსაზღვრის აუცილებლობა, ეფექტიანობა .....	30
3.2. როგორ შევაფასოთ ბუნებრივი სიმდიდრე .....	31
3.3. ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტი .....	36
3.4. ეკოლოგიური ზემოქმედების შეფასება და ზარალი .....	41
<b>თავი IV. ეკოლოგიის ეკონომიკური განვითარების ძირითადი მიმართულებები და მდგრად განვითარებაზე გადასვლა</b>	
4.1. ეკონომიკური განვითარების ტექნოგენური ტიპის შეზღუდვა .....	47
4.2. ეკოლოგიის ეკონომიკური განვითარების მიმართულებები .....	48
<b>თავი V. სახელმწიფო და ბაზარი გარემოს დაცვის სფეროში</b>	
5.1. მაკროეკონომიკური პოლიტიკა და ეკოლოგიური ფაქტორები .....	52
5.2. ბუნების გამოყენების ეკონომიკური მექანიზმის ტიპები .....	56
5.3. ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ეკონომიკური მექანიზმების ფორმირების მიმართულებები .....	62
<b>თავი VI. ეკონომიკის ეკოლოგიზაცია და ეკოლოგიური კრიზისიდან გამოსვლა</b>	
6.1. ეკოლოგიური კრიზისი და მისი შედეგები .....	72
6.2. არალის კატასტროფა .....	72
6.3. არალის კატასტროფის გადაწყვეტის ალტერნატიული მიმართულებები .....	75
6.4. შთამომავლობის კომპრომისი .....	79

6.5. ეკოლოგიის რეგიონული ასპექტები .....	80
<b>თავი VII. სისტემური ანალიზი და სოციალურ-ეკოლოგიურ-ეკონომიკური სისტემების პროგნოზირება</b>	
7.1. მრავალკომპონენტური ამოცანის ანალიზი და გადაწყვეტა .....	82
7.2. სისტემის მოდელირება და წონასწორობა სისტემაში .....	88
7.3. ეკოსისტემის დინამიკის მოდელირება .....	101
7.4. ეკოსისტემის მოდელირება გაწონასწორებული ორგრაფების სამუალებით .....	106
7.5. სოციალურ-ეკოლოგიურ-ეკონომიკური სისტემის განვითარება და პროგნოზი ორგრაფების ბაზაზე .....	108
<b>თავი VIII. გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ეფექტიანობა</b>	
8.1. გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ეკონომიკური ეფექტიანობის მაჩვენებლები .....	111
8.2. გარემოსდაცვითი პროგრამების განხორციელების ეკონომიკური ეფექტიანობის ამაღლება .....	115
8.3. ეკონომიკური მექანიზმის ტიპები .....	127
<b>თავი IX. ბუნებათსარგებლობის კომპლექსური პროგრამების ფორმირება</b>	
9.1. ტერიტორიული მიდგომა ბუნების დაცვის პრობლემების გადაწყვეტისადმი .....	133
9.2. გარემოს დაცვის რეგიონული პრობლემების სტრუქტურულიზაცია და სისტემური ანალიზი .....	137
9.3. მიზნობრივ პროგრამათა შემუშავების ექსპერტული შეფასებები .....	144
<b>თავი X. გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ინვესტიციური პროექტების მართვა</b>	
10.1. გეგმის კორექტირება ბუნების გამოყენების რეგიონალური პროექტების რეალიზაციისას .....	150
10.2. გარემოსდაცვითი პროგრამების რეალიზაციის საიმედოობის მაჩვენებლები .....	156
10.3. გარემოსდაცვითი პროგრამების რეალიზაციის ფინანსური მაჩვენებლები .....	159
10.4. საქართველოში 2008 წლის აგვისტოში საომარი მოქმედების შედეგად გადამწვარი ტყის მასივების ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალის შეფასება .....	159
10.4.1. ბორჯომისა და გორის რაიონებში ტყის მასივების გადამწვარი ტერიტორიის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალის კომპლექსური შეფასება .....	161

10.4.2.	ბორჯომის ხეობის ეკონომიკური ზარალის გაანგარიშება .....	162
10.4.3.	გორის რაიონში ეკონომიკური ზარალის გაანგარიშება .....	163

**თავი XI. კლიმატის ცვლილება და სოციალურ-ეკონომიკური რისკების დასაძლევად შემუშავებული რეკომენდაციები**

11.1.	კლიმატის მდგომარეობა და პროგნოზი მუნიციპალიტეტების მიხედვით .....	165
11.2.	სატყეო მეურნეობისა და ეკოსისტემების დაცვის რეკომენდაციები .....	190

**თავი XII. პრაქტიკული გაანგარიშების მაგალითები**

12.1.	რეგიონის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური სისტემის შეფასება .....	193
12.2.	გარემოს დაცვის ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი .....	197
12.3.	გარემოსდაცვითი ღონისძიებების განხორციელებისას ჯამური დანახარჯების განსაზღვრა .....	202
12.4.	ნიადაგის ეკონომიკური ეფექტიანობის შეფასება .....	205
12.5.	მდინარის ზედაპირული წყლებით დაბინძურებისას ეკონომიკური ზარალის ანგარიში .....	207
12.6.	სოციალურ-ეკონომიკური ზარალის ანგარიში ჰაერის გაჭუჭყიანებისას .....	208
12.7.	გამწმენდი ნაგებობების ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ეფექტიანობის შეფასება .....	210
12.8.	გამწმენდი ნაგებობების ოპტიმალური მუშაობის შეფასება ინოვაციური პროგრესის გათვალისწინებით .....	214
12.9.	ბუნებრივი რესურსების ათვისების ეკონომიკური ეფექტის შეფასება..	214
12.10.	გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ბიზნეს-გეგმის შემუშავების მეთოდური საფუძვლები .....	216
	<b>დასკვნა</b> .....	219
	<b>დანართი</b> .....	222
	<b>გამოყენებული ლიტერატურა</b> .....	227

## შესავალი

საქართველოში ენერგო- და სატრანსპორტო – „ტრასეკას“ დერეფნების განვითარების საკითხს საფუძველი ჩაუყარა ჩვენი ქვეყნის საგარეო პოლიტიკამ, რომელიც მიმართული იყო ევროპა-კავკასია-აზიის სატრანსპორტო დერეფნის შექმნაზე. ამ იდეას კი მხარი დაუჭირა ევროგაერთიანებამ „TACIS“-ის პროგრამაში „ტრასეკას“ პროექტის ჩართვით.

ამ უმნიშვნელოვანესმა პროექტებმა შემდგომში განვითარება ჰპოვა „ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანის“, „ბაქო-თბილისი-შაჰდენიზის“ და „დიდი აბრეშუმის გზის“ აღდგენის უფრო გლობალურ იდეაში და დღეისათვის იგი უფრო მსხვილი მასშტაბის პროექტს წარმოადგენს.

როგორც ცნობილია აბრეშუმის გზის ინფრასტრუქტურის განვითარებისათვის კი ერთ-ერთი ძირითადი ადგილი უჭირავს საქართველოს რკინიგზას, როგორც ტვირთბრუნვის მაფორმირებელ ძირითად საშუალებას.

საქართველოს რკინიგზის ხელმძღვანელობის განმარტებით, სარკინიგზო გადაზიდვებიდან ნედლი ნავთობი არის ერთ-ერთი ეფექტიანი ტვირთი, რომლის საერთო მოცულობა ამ საუკუნის დასაწყისში 4,6 მილიონი ტონა შეადგინა.

დაგეგმილია ასევე სატრანსპორტო დერეფანში კასპიის ზღვის რეგიონის ქვეყნების (ყაზახეთი, თურქმენეთი, აზერბაიჯანი) ნავთობის მსოფლიო ბაზარზე გატანა, რისთვისაც აუცილებელი იქნება სარკინიგზო დერეფნის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე ზრუნვა, რათა თანამედროვე კლიმატის გლობალურმა ცვლილებამ ზიანი არ მიაყენოს რკინიგზის დერეფანს.

სარკინიგზო დერეფანში განსაკუთრებით დიდი ყურადღება უნდა დაეთმოს ბუნების სტიქიური მოვლენების ისეთ სახეებთან ბრძოლას, როგორც არის – წყალდიდობები, ღვარცოფები, ეროზიული და მეწყრული მოვლენები; რაც შეეხება კოლხეთის დაბლობზე ნიადაგის ხელახალ დაჭაობებას, რომელიც დიდ საფრთხეს უქადის მიწის ვაკისის მდგრადობას, აქ უკვე მდგომარეობა საგანგაშოა, რადგან სწორედ მის ზედაპირზეა განლაგებული რკინიგზის ლიანდაგი. ეს პრობლემა ძალიან აწუხებს ქალაქ ფოთს და მის მიმდებარე ტერიტორიას, ესე იგი იმ ჭარბტენიან რეგიონს საიდანაც იწყება აბრეშუმის გზა.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, მონოგრაფიაში „ბუნებრივი რესურსების ინტეგრირებული მართვის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური თეორიის საფუძვლები“ განხილულია ის აუცილებელი და საჭირო თეორიულ-პრაქტიკული საკითხები, რომლის ცოდნაც ხელს შეუწყობს ეკოლოგიისა და ეკონომიკის დარგით დაინტერესებულ დოქტორანტებს, მაგისტრანტებსა და მეცნიერ-მუშაკებს, რათა მათ აქტიური მონაწილეობა მიიღონ საქართველოს ენერგო- და სატრანსპორტო დერეფნების უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის საჭირო ამოცანების თანამედროვე დონეზე გადაწყვეტაში.

ავტორები დიდ მადლობას უცხადებს წიგნის მეცნიერულ რედაქტორს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსს, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორს, პროფესორს **ოთარ ნათიშვილს**, რომლის გულისხმიერებითა და მხარდაჭერით შესაძლებელი გახდა მონოგრაფიის – „ბუნებრივი რესურსების ინტეგრირებული მართვის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური თეორიის საფუძვლები“ გამოცემა.

წიგნის მომზადებაში დიდი წვლილი მიუძღვით რეცენზენტებს: ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზუსტი მეცნიერებისა და საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტის პროფესორს, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორს, დავით კერესელიძეს და სტუს–ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მთავარ მეცნიერს, ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორს, პროფესორს მარტინ ვართანოვს, რომელთა შენიშვნებმა და სურვილებმა მონოგრაფია უფრო საინტერესო და ადვილად წასაკითხი გახადა.



# თავი I. ეკონომიკური განვითარება და ეკოლოგიური ფაქტორები

## 1.1. ეკონომიკური განვითარების ტექნოგენური ტიპები

ბუნებრივი რესურსების ეკონომიკურ განვითარებას საფუძვლად უდევს ეკონომიკური ზრდის 3 ფაქტორი: შრომითი რესურსები, ხელოვნურად შექმნილი წარმოების საშუალებანი და ბუნებრივი რესურსები. ბოლო დროს ეკოლოგიური ფაქტორი უფრო ლიმიტირებულს ხდის ეკონომიკის განვითარებას.

თანამედროვე ეკოლოგიური პრობლემები გარკვეულ საფეხურზე ჩამორჩენილი ეკონომიკური აზროვნების შედეგია. გამოჩენილი ეკონომისტები ა. სმიტი, კ. მარქსი და სხვები ეკონომიკის განვითარებისას მნიშვნელობას არ ანიჭებდნენ ეკოლოგიურ მხარეს. ეკოლოგიურ პრობლემებზე მხოლოდ XX საუკუნის 70-იან წლებში გამახვილდა ყურადღება და ეკონომიკური მეცნიერების წინაშე დასვა შექმნილი ეკოლოგიურ-ეკონომიკური განვითარების ტენდენციების გააზრებისა და განვითარების პრინციპულად ახალი კონცეფციების შემუშავების ამოცანა. თანამედროვე ეკოლოგიურ-ეკონომიკური განვითარების ტიპი შეიძლება განვსაზღვროთ, როგორც ეკონომიკური განვითარების ტექნოგენური ტიპი. ეს არის ბუნებატევადი განვითარების ტიპი, რომელიც ეფუძნება ხელოვნურ წარმოების საშუალებათა გამოყენებას, შექმნილს ეკოლოგიური შეზღუდვების გაუთვალისწინებლად.

განვითარების ტექნოგენური ტიპისათვის დამახასიათებელია არააღდგენითი ბუნებრივი რესურსების (სასარგებლო წიაღისეული) სწრაფი და ამომწურავი გამოყენება და აღდგენითი რესურსების (ნიადაგი, ტყე და ა.შ.) ზეექსპლუატაცია იმ ტემპით, რომ შეუძლებელია მათი აღდგენა. ამასთან, მნიშვნელოვანია ეკონომიკური ზარალი, რომელიც არის ბუნებრივი რესურსების დეგრადაციისა და ადამიანის მიერ გარემოს დაბინძურების ღირებულების შეფასება.

ეკონომიკის ტექნოგენური განვითარებისათვის დამახასიათებელია მნიშვნელოვანი ექსტერნალები ანუ გარეშე ეფექტები. ბუნების გამოყენებაში ისინი შეიძლება დავახასიათოთ, როგორც ეკონომიკურ ქმედებათა ნეგატიური ეკოლოგიურ-ეკონომიკური შედეგები, რომლებიც არ არის გათვალისწინებული ამ ქმედების სუბიექტების მიერ.

არსებობს განვითარების ტექნოგენური ტიპის სხვადასხვა მოდელი. ეკოლოგიურ-ეკონომიკური პოლიტიკის პოზიციებიდან შეიძლება გამოვყოთ ორი მოდელი: ფრონტალური ეკონომიკა და გარემოს დაცვის კონცეფცია.

70–80-იან წლებამდე ძირითადი ყურადღება ექცეოდა ეკონომიკური ზრდის ორ ფაქტორს: **შრომსა და კაპიტალს**. ბუნებრივი რესურსები ითვლებოდა გამოუღებულად და მათი მოხმარება არ განიხილებოდა განმსაზღვრელ პარამეტრად. ეს ჩანს ეკონომიკურ თეორიასა და ეკონომიკურ გამოკვლევებში ფართოდ გავრცელებულ

საწარმოო ფუნქციის მაგალითზე:

$$Y = f(K, L), \quad (1.1)$$

სადაც  $K$  – კაპიტალია,  $L$  – შრომითი რესურსები.

განხილვის გარეშე რჩებოდა ეკონომიკური განვითარების შედეგები სხვადასხვა სახის დაბინძურების, გარემოსა და რესურსების დეგრადაციის კუთხითაც. არ შეისწავლებოდა უკუკავშირები ეკოლოგიურ დეგრადაციასა და ეკონომიკურ განვითარებას, შრომითი რესურსების მდგომარეობასა და მოსახლეობის ცხოვრების ხარისხს შორის. ასეთ ეკონომიკურ სისტემას, რომელიც მოიცავს უსაზღვრო ტერიტორიებს, რესურსებსა და სხვ., უწოდებენ **ფრონტალურ ეკონომიკას** ან ცნობილი ამერიკელი ეკონომისტის კ. ბოულდინგის განსაზღვრებით – „კოვბოურ ეკონომიკას“.

ფრონტალური ეკონომიკის კონცეფციის არსი არ იწვევდა წინააღმდეგობებს 70-იან წლებამდე. ეს გასაგებიცაა, რადგან განუსაზღვრელი ეკონომიკური ზრდა, საწარმოო ძალების განვითარების შედარებით დაბალი დონისას და ბიოსფეროს თვითრეგულაციის დიდი შესაძლებლობებისას, არ იწვევდა გლობალურ ეკოლოგიურ ცვლილებებს. მხოლოდ ბოლო დროს გამოიკვეთა ეკონომიკური შეხედულებების შეცვლის აუცილებლობა ეკოლოგიური ფაქტორის გათვალისწინებით. ასეთი მიდგომა განპირობებულია გარემოს დესტაბილიზაციით, რაც დამოკიდებულია საწარმოო ძალების სწრაფ განვითარებაზე, მოსახლეობის რაოდენობის ზრდაზე. კაცობრიობა უნდა იქცეოდეს მრავალჯერადი შეზღუდვების შესაბამისად, ვინაიდან ის ცხოვრობს რესურსდეფიციტურ სისტემაში, რომელიც ბოულინგმა შეადარა „დედამიწის კოსმოსურ ხომალდს“.

კოსმოსური ხომალდი შეზღუდული, ჩაკეტილი სისტემაა, რომელშიც მთელი ძალები უნდა მოხმარდეს შეზღუდული ენერჯის წყაროების დაცვას და მოხდეს შეუზღუდავ ენერჯიაზე გადასვლა, როგორცაა მზის ენერჯია.

ეკოლოგიური დამაბულობის ზრდამ, ფრონტალური ეკონომიკის განვითარების საშიშროებამ განაპირობა ეკოლოგიური ფაქტორების გათვალისწინება მრავალ ქვეყანაში. ამასთან დაკავშირებით შემუშავდა გარემოს დაცვის კონცეფცია. ეკოლოგიური საშიშროების გათვალისწინებით ასობით სახელმწიფოში შეიქმნა ბუნების დამცავი სტრუქტურები. ჩვენს ქვეყანაში 1988 წელს შეიქმნა გარემოს დაცვის კომიტეტი. მსოფლიოში გააქტიურდა მუშაობა ბუნების დაცვის შესახებ კანონების მიღებასთან, მარეგლამენტირებელ ნორმებთან დაკავშირებით.

საქართველოში „გარემოს დაცვის შესახებ“ კანონი მიიღეს 1996 წლის 10 დეკემბერს.

70-იანი წლებიდან დაიწყო საერთაშორისო თანამშრომლობა გარემოს დაცვის საკითხებზე, შემუშავდა ასობით მრავალმხრივი და ორმხრივი შეთანხმება, რომლებიც არეგულირებდნენ ბუნებით სარგებლობას საერთაშორისო მასშტაბით. გარემოს დაცვის კონცეფციიდან გამომდინარე, ზოგიერთმა ქვეყანამ შეძლო ეკოლოგიური

სტაბილურობის მიღწევა, მაგრამ საგრძნობი გაუმჯობესება მაინც არ მოჰყოლია. ეს იმით აიხსნება, რომ ამ კონცეფციის იდეოლოგია არ შეიცვალა ფრონტალური ეკონომიკის კონცეფციასთან შედარებით. პირველ რიგში მაინც ეკონომიკის ინტერესები – საწარმოო ძალების ფართო მოხმარება, მეცნიერულ–ტექნიკური პროგრესის შედეგების ფართოდ გამოყენება დგება. მიუხედავად ამისა, ეკოლოგიური ფაქტორის გათვალისწინება უკვე აუცილებელია. ბუნების დაცვის კონცეფცია, ისევე როგორც ფრონტალური ეკონომიკის კონცეფცია, დასაბუთდება ანთროპოცენტრული მიდგომით.

ბუნებისდაცვითი საქმიანობა იმით მოწმდება, გარემოს დეგრადაცია რამდენად ავნებს ადამიანს და რა ღონეზე აფერხებს ეკონომიკურ განვითარებას.

## 1.2. მსოფლიო ეკონომიკის განვითარების კონცეფციები ეკოლოგიური შეზღუდვების გათვალისწინებით

ეკონომიკურ განვითარებაში აუცილებელია, გამოვყოთ ორი ყველაზე მთავარი შეზღუდვა:

- შეზღუდული შესაძლებლობების მიღება და შთანთქმა;
- ამოწურვადი ბუნებრივი რესურსების საბოლოო ხასიათი.

მსოფლიო ეკონომიკის განვითარების ტექნოლოგიურმა ტიპმა განაპირობა გლობალური ეკოლოგიური პრობლემების წარმოშობა. თითოეულ მათგანს შეუძლია გამოიწვიოს ადამიანის ცივილიზაციის დეგრადაცია. ამ პრობლემათაგან აღსანიშნავია: გაუდაბნობა, უტყეობა, ოზონური შრე, მჟავური წვიმები, მსოფლიო ოკეანის დაბინძურება, მცენარეებისა და ცხოველების სახეობათა გაქრობა.

ეს გლობალური ეკოლოგიური პრობლემები მჭიდროდ არის დაკავშირებული სხვა მსოფლიო პრობლემებთან. მაგალითად, დემოგრაფიული პრობლემა იწვევს ზეწოლას გარემოზე – მოსახლეობის მკვეთრ გაზრდასთან ერთად იზრდება მოთხოვნა საცხოვრებელზე, სურსათზე და სხვ. მეორე მხრივ გაუდაბნობა და უტყეობა იწვევს სასოფლო-სამეურნეო მიწების განადგურებას, ამასთან პლანეტის მოსახლეობის 20% მეტწილად საკმარისად ვერ იკვებება – ყოველ 24 საათში შიმშილით კვდება 35 ათასი ადამიანი, რომელთა 3/4 – 5 წლამდე ასაკის ბავშვია.

ბუნების კატაკლიზმებმა გამოიწვია მსოფლიო განვითარების კონცეფციის შექმნა. ამ კონცეფციის სწრაფი ზრდით განსაკუთრებით გამოირჩევა დასავლეთის ქვეყნები.

მსოფლიოს ეკოლოგიზაციის განვითარებაზე დიდი გავლენა იქონია რომის კლუბის მოხსენებამ. მისი ამოსავალი წერტილი იყო პლანეტაზე მოსახლეობის ზრდის შეჩერება და სტაბილიზაცია. კლუბის წევრები ასაბუთებენ, რომ თანამედროვე ტექნოლოგიური განვითარების ღონეზე დედამიწას არ შეუძლია უზრუნველყოს

სწრაფად მზარდი მოსახლეობა მცირე ბუნებრივი რესურსებით.

ბოლო წლებში შემუშავდა ე.წ. ექსტრემალური ეკოლოგიურ-ეკონომიკური კონცეფცია. ეკოლოგიასა და ეკონომიკას შორის თანაფარდობის დარღვევამ განაპირობა ეკოტიპის კონცეფციის შექმნა. ის ითვალისწინებს ეკონომიკური ზრდის მაქსიმალურ შეჩერებას, ამ კონცეფციის მთავარი მიმართულებებია: ბუნებასთან დაბრუნება, ბიოლოგიური და კულტურული მრავალფეროვნება, უბრალო ტექნოლოგიურ, მეცნიერულ-ტექნიკურ პროგრესზე უარის თქმა და ა.შ. ამ კონცეფციაში დიდი ყურადღება ეთმობა საზოგადოების სოციალურ, რელიგიურ და სულიერ ფაქტორებს. ეს კონცეფცია არის „მწვანეთა“ იდეოლოგიური საფუძველი. ასეთი კონცეფციის ბოლომდე გათვალისწინება გულისხმობს სოფლის მეურნეობაზე ორიენტაციას, წარმოების გაჩერებას, რაც შეაფერხებს საზოგადოების განვითარებას.

### 1.3. მდგრადი ეკონომიკური განვითარება (მეგ)

განვითარებული მრეწველობის მქონე ქვეყნების ეკონომიკური ზრდის ტრადიციული მოდელი ძირითადად ამოიწურა, ამიტომ არ შეიძლება შეეთავაზოს სხვა ქვეყნებს ნიმუშის სახით. ეს აზრი არსებობს გაეროს დოკუმენტებში, საერთაშორისო კონფერენციების მოხსენებებში. კერძოდ, მათში აღინიშნება, რომ განვითარების დასავლური მოდელი არავისთვის არ არის მიზანშეწონილი. დღევანდელი გლობალური პრობლემების გადაწყვეტის ერთადერთი გზაა მდგრადი განვითარება. განვითარების შექმნილი მოდელი არ არის მდგრადი მდიდარი ქვეყნებისათვის, ამიტომ არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ღარიბი ქვეყნების მიერ. ამაზე მეტყველებს თუნდაც ის ფაქტი, რომ ბუნებრივი რესურსების მოხმარება და გარემოს დაბინძურება განვითარებულ ქვეყნებში განვითარებადი ქვეყნებისას 20-30-ჯერ აღემატება. მსოფლიოს ყველა ქვეყნის მიერ განვითარების ისეთი დონის მისაღწევად, როგორც მოწინავე ქვეყნებს აქვს, საჭირო იქნებოდა ბუნებრივი რესურსების მოხმარებისა და გარემოს დაბინძურების გაზრდა რამდენიმე ათეულჯერ, რაც შეუძლებელია რესურსებისა და ბუნებრივი ეკოლოგიური შეზღუდულობის გამო.

იმაზე, რომ შექმნილი განვითარების ტიპი და მისი განვითარების კონცეფცია იწვევს გარემოს დესტაბილიზაციას, საუბრობს აშშ-ის ყოფილი ვიცე-პრეზიდენტი ა. გორი წიგნში – „დედამიწა სასწორის თევზზე. ეკოლოგია და ადამიანის სული“. ის ხაზს უსვამს, რომ საჭიროა ჩვენი ეკონომიკური ფილოსოფიის იმ დებულებების შეცვლა, რომლებიც, როგორც ვიცით, ზარალიანია, რადგან აკანონებენ და ახალისებენ გარემოს ნგრევას.

ამჟამად ლიტერატურაში არსებობს მდგრადი განვითარების 60-ზე მეტი განსაზღვრება. ყველაზე განვითარებულია ბრუტლანდის კომისიის მოხსენებაში მოცემული განსაზღვრება.

მდგრადი განვითარება (მგ) – ისეთი განვითარებაა, რომელიც აკმაყოფილებს აწმყოს მოთხოვნილებებს, მაგრამ არ უქმნის საფრთხეს მომავალი თაობების უნარს, დააკმაყოფილონ თავისი მოთხოვნილებები. ის მოიცავს ორ ძირეულ ასპექტს:

- იმ მოთხოვნილებების დადგენას, რომლებიც აუცილებელია მოსახლეობის უღარიბესი ფენების არსებობისათვის. ეს უნდა იყოს უმთავრესი პრიორიტეტი;
- შეზღუდვებს, რომლებიც განპირობებულია ტექნოლოგიური მდგომარეობისა და საზოგადოების ორგანიზაციით, რომელიც საფუძვლად ედება გარემოს უნარს, დააკმაყოფილოს თანამედროვე და მომავალი მოთხოვნილებები.

არსებობს მდგრადი განვითარების უფრო მოკლე განსაზღვრებები, რომლებიც ასახავს მის ცალკეულ ეკონომიკურ ასპექტებს. მათგან შეიძლება გამოიყოს შემდეგი:

- განვითარება, რომელიც არ აკისრებს მომავალ თაობებს დამატებით დანახარჯებს;
- განვითარება, რომელიც ამინიმიზირებს ექსტერნალებს, თაობებს შორის გარეშე ეფექტებს;
- განვითარება, რომელიც უზრუნველყოფს საწარმოო პოტენციალის მუდმივი მარტივი ან გაფართოებული კვლავწარმოების პერსპექტივას;
- განვითარება, რომლის დროსაც კაცობრიობისათვის აუცილებელია იცხოვროს მხოლოდ ბუნებრივი კაპიტალის პროცენტებზე, უშუალოდ მის შეუხებლად (ანუ მის უზრუნველყოფას თუნდაც უბრალო კვლავწარმოებისა და „არ შეჭამო თვით კაპიტალი“ პრინციპით).

მდგრადი განვითარების ზემოთ მოყვანილი განსაზღვრება შეიძლება განხილული იყოს თაობათა ეკონომიკური ურთიერთობების პრიზმაში: თანამედროვე თაობის შიგნით (კერძოდ, სოციალური ასპექტები, სიღარიბის პრობლემა) და თაობებს შორის (ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ასპექტი). ასე, რომ ეკონომიკური და სოციალური განვითარების ამოცანები უნდა განისაზღვროს განვითარებადი ქვეყნების, საბაზრო და სხვა სახის ეკონომიკის მქონე ქვეყნების ეკოლოგიურ იმპერატივთან მისი მდგრადობის გათვალისწინებით.

მდგრადი განვითარების თეორია გახდა ბოლო ათწლეულის არა მარტო ყველაზე გამოკვლევადი, სწრაფად განვითარებადი და პოპულარული თეორია, არამედ სრულიად პრაქტიკული თეორიაც. მსოფლიოს ყველა განვითარებულ ქვეყანაში აღინიშნა მდგრადი განვითარების მიმართულებით სვლა. პრაქტიკულად ყველა სახელმწიფო ბაზურ იდეოლოგიად იყენებს მდგრადი განვითარების პრინციპებს, რაც აისახება საერთაშორისო დოკუმენტებშიც.

მდგრად განვითარებაში ცენტრალურ ადგილს იკავებს ამჟამად მიღებული ეკონომიკური გადაწყვეტილებების გრძელვადიანი ეკოლოგიური შედეგების აღრიცხვის პრობლემა. აუცილებელია შემდგომი თაობებისათვის ნეგატიური ეკოლოგიური შედეგების, მომავალი ექსტერნალების მინიმიზაცია. არ შეიძლება

ჩვენი შვილებისა და შვილიშვილების ხარჯზე ცხოვრება. ასე, რომ ეკოლოგიური შეზღუდვების პრობლემა, კომპრომისი მიმდინარე და მომავალ მოხმარებას შორის, საფუძველი უნდა იყოს ძირეული სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების სტრატეგიის შემუშავებისას.

როგორც კაცობრიობის ისტორია გვიჩვენებს, ბოლო წლების რადიკალური ეკონომიკური ცვლილებები, პროექტები და ღონისძიებები, რომლებიც ხორციელდება ბუნებრივ კანონზომიერებებთან შესაბამისად, აღმოჩნდა ეკონომიკურად ეფექტიანი და პირიქით. დროის ხანგრძლივი ინტერვალისათვის ხშირად მართებულია უბრალო პრინციპი: **რაც ეკოლოგიურია, ის ეკონომიურია.**

შეიძლება გამოვყოთ მდგრადი განვითარების ოთხი კრიტერიუმი ხანგრძლივ პერსპექტივაში. ის ემყარება ბუნებრივი რესურსების კლასიფიკაციასა და მათი კვლავწარმოების დინამიკას, კერძოდ:

1) აღდგენადი ბუნებრივი რესურსების (მიწა, ტყე და სხვ.) რაოდენობა ან მათ მიერ ბიომასის წარმოქმნის შესაძლებლობა არ უნდა მცირდებოდეს დროთა განმავლობაში ანუ უზრუნველყოფილი იყოს უბრალო კვლავწარმოების რეჟიმში. მაგალითად, მიწის რესურსებისათვის ეს ნიშნავს ყველაზე ძვირფასი სამიწათმოქმედო ფართობების შენარჩუნებას ან მათი კლების შემცირებისას მიწათმოქმედების დონის შენარჩუნებას, გაზრდას;

2) არააღდგენითი ბუნებრივი რესურსების (მაგ.: სასარგებლო წიაღისეულის) გამოლევის ტემპების მაქსიმალურად შენელებას, მომავალში მათი არალიმიტირებული რესურსებით შეცვლის პერსპექტივით (მაგ. მზის ენერჯით);

3) გარემოს დაბინძურება პერსპექტივაში არ უნდა აღემატებოდეს თანამედროვე დონეს, დაბინძურების მინიმიზაციის შესაძლებლობას სოციალურად და ეკონომიკურად მისაღებ დონეზე;

4) ნარჩენების მინიმიზაციის შესაძლებლობას ნაკლებნარჩენებიანი და რესურსების დაცვის ტექნოლოგიების მიღების საფუძველზე.

ეს ოთხი კრიტერიუმი გათვალისწინებული უნდა იყოს მდგრადი განვითარების კონცეფციის შემუშავების პროცესში. მათი აღრიცხვა მოგვცემს შესაძლებლობას, შევინარჩუნოთ გარემო მომავალი თაობებისათვის და არ გავაუარესოთ ცხოვრების ეკოლოგიური პირობები.

ეკონომიკური მაჩვენებლებიდან მდგრადი განვითარების ეფექტიანი კრიტერიუმებია: ბუნებატევადი ეკონომიკის შემცირება და სტრუქტურული მაჩვენებელი, რომელიც ასახავს პროდუქციის წონის შემცირებასა და ბუნების ექსპლუატაციის სექტორების ინვესტიციებს.

საჭიროა აღვნიშნოთ, რომ აუცილებელია კაცობრიობის სამომხმარებლო ქცევების შეცვლა. მდგრად განვითარებაზე გადასვლა გულისხმობს საქონელსა და მომსახურებაში მოთხოვნილებათა შეზღუდვას, განსხვავებით ტექნოლოგიური განვითარებისაგან. დევიზები „მეტი მოიხმარეთ“ და „ავტომობილი ოჯახის ყველა

წევრს“ აშკარად წინააღმდეგობაშია ბიოსფეროს შესაძლებლობებთან.

ზემოთ მოყვანილი მდგრადი განვითარების კონცეფციის მოკლე განხილვიდანაც კი ჩანს მისი გლობალური ხასიათი. მდგრადი განვითარების განსაზღვრებები არ არის უნივერსალური თვით მოვლენის სირთულის გამო. აქ შეიძლება გავიხსენოთ ცნობილი ფიზიკოსის, ნილს ბორის სიტყვები იმის შესახებ, რომ არანაირი რთული მოვლენა არ შეიძლება აღვწეროთ ერთი ენის საშუალებით (ანუ ერთი რომელიმე ინტერპრეტაციის ან ერთი პარადიგმის საფუძველზე).

მდგრადი განვითარება დროში ძირითადი პარამეტრების გათვალისწინებით ზოგადად შეიძლება წარმოვადგინოთ ასე:

$$F_t(L, K, P, I) \leq F_{t+1}(L, K, P, I), \quad (1.2)$$

სადაც  $F_t(L, K, P, I)$  – მდგრადი განვითარების ფუნქცია;  $L$  – შრომითი რესურსები;  $K$  – ხელოვნურად შექმნილი (ფიზიკური) კაპიტალი, წარმოების საშუალებები;  $P$  – ბუნებრივი რესურსები;  $I$  – ინსტიტუციური ფაქტორი;  $t \geq 0$ .

განსაზღვრულ ხარისხში მდგრადი განვითარების ფუნქცია არის საწარმოო ფუნქციის „გაფართოება“, თუმცა ჩართული ახალი პარამეტრები – ბუნებრივი რესურსები და ინსტიტუციური ფაქტორი – პრინციპულია.

(1.2) დამოკიდებულება გვიჩვენებს აგრეგატული პოტენციალის დროში შენარჩუნებისა და გაზრდის აუცილებლობას, რაც ძირითადად განსაზღვრულია კაპიტალის სამი სახით. აქ ბუნებრივი კაპიტალი შეიძლება შემცირდეს ისეთ დონემდე, სანამ ეს შემცირება შეიძლება კომპენსირებული იყოს ხელოვნურად შექმნილი საწარმოო საშუალებების (ქარხნები, ტექნოლოგიები და სხვ.) გამოყენების გაზრდით.

ხშირად ინსტიტუციური ფაქტორი არ განიხილება, თუმცა მდგრადი განვითარებისთვის ეს შემადგენელი ძალიან მნიშვნელოვანია. კულტურული ტრადიციები, რელიგია, საკუთრების ინსტიტუტები და სხვ. უდიდეს გავლენას ახდენს ეკოლოგიური და ეკონომიკური პოლიტიკის არჩევაზე. მაგალითად, აღმოსავლეთის ზოგიერთ ქვეყანაში წყალი ითვლება ღვთის საჩუქრად, ამიტომ არ შეიძლება მასზე ფასის დაწესება და მისი გამოყენების საფასურის აღება ანუ არ შეიძლება გამოვიყენოთ ის ეკონომიკური ინსტრუმენტები, რომლებიც აშკარაა რაციონალური ბუნების მოხმარებისათვის. ამის გამო მდგრადი განვითარების ფორმირება ყველა ქვეყანაში ინდივიდუალურია ზოგადი პრინციპების შენარჩუნებისას.

მდგრადი განვითარების უფრო დეტალური ანალიზისათვის გამოიყენება სუსტი მდგრადობისა და ძლიერი მდგრადობის ცნებები.

ძლიერი მდგრადობის მომხრეები იკავებენ სუსტ, ხშირად „ანტიეკონომიკურ“ პოზიციას ეკონომიკური განვითარების მრავალ საკითხში: როგორცაა ეკონომიკის მასშტაბების სტაბილიზაცია ან შემცირება, პირდაპირი რეგულირების პრიორიტეტი, მოხმარების მკაცრი შეზღუდვა და სხვ. სუსტი მდგრადობის მომხრეები უპირატესობას ანიჭებენ მოდიფიცირებულ ეკონომიკურ ზრდას, ეკოლოგიური „მწვანე“

ეკონომიკური მაჩვენებლების გაზომვების გათვალისწინებით ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ინსტრუმენტების ფართო გამოყენებას (გადასახადი დაბინძურებისათვის და სხვ.), სამომხმარებლო ქცევის შეცვლასა და ა.შ. პოზირების განსხვავების მიუხედავად, ისინი ეწინააღმდეგებიან განვითარების ტექნოგენურ კონცეფციას, რომელიც ემყარება თავისუფალი ბაზრის განუსაზღვრელ განვითარებას, ბუნებრივი რესურსების ექსპლუატაციას, მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის განუსაზღვრელი შესაძლებლობების რწმენას, მოხმარების მაქსიმიზაციასა და სხვ. (რა თქმა უნდა, ტექნოგენური განვითარების მომხრეები სიტყვით ბუნების დაცვისთვის გამოდიან, მაგრამ მათი მოქმედებები ხშირად ანტიეკოლოგიურია).

ჩამოთვლილი სამი მიდგომის არსებითი განსხვავება მდგომარეობს ბუნებრივი კაპიტალის შესაძლო შეცვლაში ხელოვნურით (ანთროპოგენურით). რა შემთხვევაშია შესაძლებელი ბუნებრივი რესურსების შეცვლა? ტექნოლოგიური მიდგომისას ბუნებრივი კაპიტალის შეცვლა შესაძლებელია თავისუფალი ბაზრისა და ტექნიკური პროგრესის განვითარების შედეგად. სუსტი მდგომარეობის მომხრეები ემხრობიან ასეთი შეცვლის ფართო შესაძლებლობებს, ოღონდ მთლიანი კაპიტალის აგრეგირებული თადარიგის შენარჩუნებისას. ძლიერი მდგომარეობის კონცეფციაში ივარაუდება ბუნებრივი კაპიტალის ხელოვნურით შეცვლის მხოლოდ მინიმალური შესაძლებლობები.

განვითარების კონცეფციების შემუშავებისას მნიშვნელოვანი მიმართულება უნდა იყოს მთლიანი ეკოლოგიურ-ეკონომიკური განხილვა ეკონომიკურ ზრდასთან მიმართებაში, ტექნოგენური ტიპის შეცვლა მდგრადზე. აუცილებელია არსებული ეკონომიკური პარადიგმის გარდაქმნა, დაბალანსებული და მდგრადი განვითარების ახალი კონცეფციების შემუშავება გლობალური და ლოკალური ეკოლოგიური კრიზისების თავიდან ასაცილებლად.

მოცემული კონცეფციების შესაბამისად, ეკოლოგიურ-ეკონომიკური განვითარებისას, როგორც წესი, ეკონომიკამ უნდა გაიაროს სამი სტადია: ფრონტალური ეკონომიკა, ეკონომიკური განვითარება გარემოს დაცვის გათვალისწინებით და მდგრადი განვითარება.

#### 1.4. ექსტერნალის სახეები

ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ეკონომიკაში მნიშვნელოვანია ექსტერნალი (გარეგანი ეფექტები). ეკონომიკური მოქმედების მიმდინარეობისას ხდება მუდმივი ზემოქმედება ბუნებაზე, ადამიანებზე, სხვადასხვა ობიექტზე და სხვ. ამ მოქმედებებთან არის დაკავშირებული ექსტერნალის აღმოცენება. ექსტერნალი არის დადებითად ან უარყოფითად მოქმედება სუბიექტზე.

დავუშვათ, რომ თქვენი სააგარაკო ნაკვეთი განლაგებულია ჭაობზე, სადაც რაიმეს აშენება ან დარგვა შეუძლებელია, მაგრამ გყავთ შრომისმოყვარე მეზობელი,



რომელიც ამოაშრობს თავის ნაკვეთს. ამ შემთხვევაში თქვენი ნაკვეთიც ამოშრება, შეძლებთ ააშენოთ სახლი, ისარგებლოთ მეზობლის გზით და ა.შ. ეს არის მაგალითი დადებითი ექსტერნალისა.

სამწუხაროდ, ბუნების დაცვაში გარემოზე ზემოქმედების რიცხვი დაკავშირებულია უარყოფით გარე ეფექტებთან: სხვადასხვა სახის დაბინძურებასთან, ნარჩენებთან, ბუნებრივი ობიექტების ნგრევასთან და ა.შ.

ექსტერნალი არ ვლინდება უშუალოდ დამბინძურებლის ეკონომიკურ მდგომარეობაზე.

დამბინძურებლის მწარმოებლები, პირველ რიგში, დაინტერესებული არიან თავისი შინაგანი დანახარჯის მინიმიზაციაში, გარე ექსტერნალის დანახარჯს კი იგნორირებას უკეთებენ. ექსტერნალთან ბრძოლის ხარჯი სხვამ უნდა გაიღოს. იბადება კითხვა: თვითონ რატომ უნდა გაუკეთონ კომპენსაცია საწარმოებმა და ადამიანებმა მათთან წარმოშობილ უარყოფით ექსტერნალებს.

შეიძლება გამოვყოთ გარეგანი ეფექტების შემდეგი ტიპები:

დროებითი (თაობათა შორის) ექსტერნალი. ამ ტიპის ექსტერნალი მჭიდროდ არის დაკავშირებული მდგრადი განვითარების კონცეფციასთან. თანამედროვე თაობამ უნდა დაიკმაყოფილოს მოთხოვნილება ისე, რომ მომავალ თაობას არ შეუმციროს თავისი საჭიროების დაკმაყოფილების საშუალება. თანამედროვე საზოგადოება უზარმაზარ ეკოლოგიურ, ეკონომიკურ და სოციალურ პრობლემებს უქმნის მომავალ თაობას, ამცირებს მათი მოთხოვნილების დაკმაყოფილების საშუალებას. ნავთობის მთლიანად ამოღება, სასოფლო-სამეურნეო მიწების მასობრივი დეგრადაცია მომავალში უზარმაზარ ენერგეტიკულ და სასურსათო პრობლემებს ქმნის. სახეზეა უარყოფითი დროებითი ექსტერნალები. შესაძლებელია დროებითი დადებითი ექსტერნალები: მეცნიერულ-ტექნიკური რევოლუციის მიღწევები საშუალებას იძლევა, მომავალში შემცირდეს დანახარჯები.

#### **ა) გლობალური (ქვეყანათშორისი) ექსტერნალები**

ექსტერნალის აღნიშნულმა სახემ პლანეტის მასშტაბით უკვე წარმოშვა კონკრეტული პრობლემები, რომლებიც უპირველესად დაკავშირებულია ტრანსსა-საზღვრო დაბინძურებასთან. ქიმიური შენაერთების გამონაბოლქვი ატმოსფეროში, მდინარეთა დაბინძურება და სხვ. მნიშვნელოვან ეკონომიკურ-ეკოლოგიურ პრობლემებს უქმნის სხვა ქვეყნებს. მაგალითად, ატმოსფეროს დაბინძურება დიდ ბრიტანეთში იწვევს „მკვდარი“ ტბების წარმოშობას შვედეთის ჩრდილოეთში. შეიძლება უამრავი მაგალითის მოყვანა. მსოფლიოს საზოგადოებას გათვითცნობიერებული აქვს ეს პრობლემა. ხდება სპეციალური მსოფლიო კონვენციების შემუშავება და ხელის მოწერა, იმართება ქვეყანათშორისი მოლაპარაკებები.

#### **ბ) საერთაშორისო ექსტერნალები**

ეკონომიკის სექტორების განვითარებას მოაქვს დიდი ეკოლოგიური ზარალი სხვა სექტორებისათვის. მაგალითად, რუსეთში უზარმაზარი დანაკარგები აქვს

აგრარულ სექტორს. კურსკის მაგნიტურ ანომალიაში (მეტალურგიული კომპლექსი) რკინის მადნის მოპოვება იწვევს სასოფლო-სამეურნეო ბრუნვიდან მსოფლიოში საუკეთესო შავმიწა ნიადაგის მქონე ტერიტორიის ამოგდებას. ვოლგაზე ჰესის კასკადის შექმნამ გამოიწვია 5-7 მლნ ჰექტარი მაღალპროდუქტიული სავარგულის დატბორვა. ყოველივე ეს იძულებულს ხდის სოფლის მეურნეობას, გაილოს დამატებითი ხარჯები, აითვისოს ნაკლებნაყოფიერი მიწები. არსებობს აგრეთვე დადებითი სექტორთაშორისი ექსტერნალები. ზოგი სექტორის განვითარება სხვა სექტორს აძლევს მნიშვნელოვან ეკოლოგიურ-ეკონომიკურ ეფექტს. ეს მიიღწევა ეკოლოგიური პრობლემების ალტერნატიული გადაწყვეტის შედეგად.

### გ) რეგიონთაშორისი ექსტერნალები

ამ სახის ექსტერნალები გლობალური ექსტერნალების შემცირებული ვარიანტია, მხოლოდ ერთი ქვეყნის ჩარჩოებში. ისეთ დიდ ქვეყნებში, როგორებიცაა აშშ, ჩინეთი, რუსეთი, კანადა და ა.შ., ეს პრობლემა საკმაოდ მწვავედ დგას. კლასიკურ მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ მდინარე ვოლგა, სადაც მაღლივ რეგიონებში არსებული დამბინძურებლები დამატებით დანახარჯებს უქმნიან დაბლობ რეგიონებს წყლის გასაწმენდად.

### დ) ლოკალური ექსტერნალები

ამ სახის ექსტერნალი კარგად არის შესწავლილი მრავალ სამეცნიერო ლიტერატურასა და მონოგრაფიებში.

განსაზღვრულ ტერიტორიაზე წარმოება განიხილება, როგორც დამბინძურებელი და ანალიზი უკეთდება მისი მოქმედებით გამოწვეულ ექსტერნალურ დანახარჯებს რეციპიენტებში (სხვა საწარმოები, მოსახლეობა და ა.შ.).

## 1.5. სოციალური დანახარჯების აღრიცხვა

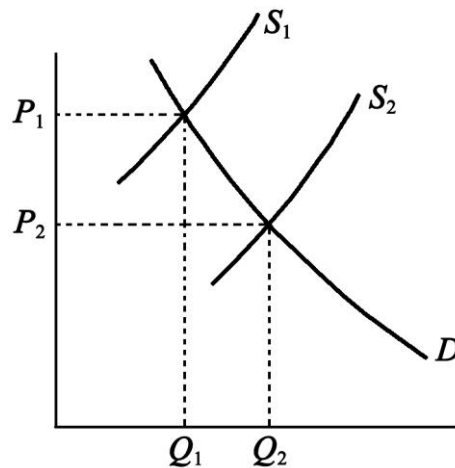
ექსტერნალებთან დაკავშირებული ინვესტიციებისა და ხარჯების პრობლემა პირველად გამოიკვლია ინგლისელმა ეკონომისტმა ა. პიგუმ (1877-1959). მან გამოყო პატიოსანი, ინდივიდუალური დანახარჯები და სოციალური დანახარჯები, მთელი საზოგადოების დანახარჯები. ა. პიგუმ აჩვენა, რომ დაბინძურება იწვევს ექსტერნალური დანახარჯების მატებას. ყოველი საწარმოს მნიშვნელოვანი მიზანია პირადი დანახარჯის მინიმიზაცია მოგების გაზრდისათვის. დაბინძურების შემთხვევაში საზოგადოება, ცალკეული ადამიანები და ა.შ. იძულებული ხდებიან დახარჯონ დამატებითი სახსრები წარმოქმნილი ზარალის ლიკვიდაციისათვის. ამრიგად, პროდუქციის წარმოებისათვის საერთო სოციალური დანახარჯები ( $C_s$ ) შედგება ინდივიდუალური დანახარჯებისა ( $C_p$ ) და ექსტერნალური დანახარჯებისგან, რაც შეფასებულია ( $E_1$ ) ღირებულებით ფორმაში:

$$C_s = C_p + E_1 = C_p + \sum E. \quad (1.3)$$

ექსტერნალური დანახარჯის შეფასება არის ერთ-ერთი ურთულესი ეკონომიკური პრობლემა, რომელიც მჭიდროდაა დაკავშირებული ეკოლოგიური ზემოქმედების შეფასებასთან.

დავუშვათ, რომ მდინარის პირას განლაგებულია ქიმიური კომბინატი არასაკმარისი და არასათანადო გამწმენდი მოწყობილობებით, რაც იწვევს მდინარის დაბინძურებას. დინების ქვემოთ განლაგებულია ქარხანა, რომელსაც ესაჭიროება სუფთა წყალი (მაგალითად, ლიმონათის საწარმოები), აგრეთვე პატარა დასახლება. როდესაც არ არსებობს იძულებისა და კომპენსაციის მექანიზმი, ქიმიურ კომბინატს შეუძლია აწარმოოს თავისი პროდუქცია ბუნების დაცვაზე მინიმალური დანახარჯებით, რითაც დამატებით ხარჯების საჭიროებს უქმნის ლიმონათის ქარხანასა და დასახლებას.

ქიმიური კომბინატის მაგალითზე შეიძლება წარმოვიდგინოთ მისი პროდუქციის რეალური ფასი საზოგადოებისათვის (იხ. ნახ. 1.1., სადაც  $S_1$  – წარმოების ზღვრული სოციალური დანახარჯია,  $S_2$  – წარმოების ზღვრული კერძო დანახარჯები,  $D$  – მოთხოვნილება).



ნახ. 1.1.  $P=f(Q)$  დამოკიდებულების გრაფიკი

როდესაც არ არის სახელმწიფო ზემოქმედება გადასახადის გზით, ჯარიმითა და ა.შ., მწარმოებლის შეხედულებით, წარმოების ოპტიმალური მოცულობა, ექსტერნალის დანახარჯების გათვალისწინების გარეშე ტოლია  $Q_2$ -ისა ამ შემთხვევაში  $S_2$  მრუდი, გადაკვეთს რა მოთხოვნილების  $D$  მრუდს, გვამღვეს ქიმიური ქარხნის ერთეული პროდუქციის ფასს, რომელიც ტოლია  $P_2$ -ისა. აქ აისახება საზოგადოების ინტერესები. ექსტერნალური დანახარჯები აისახება ზღვრულ სოციალურ დანახარჯებში  $S_1$  მრუდით. რომელიც კვეთს მოთხოვნილების  $D$  მრუდს. გადაკვეთის წერტილს შეეფარდება საზოგადოების პოზიციიდან მიზანშეწონილი ქიმიური ქარხნის წარმოების  $Q$  მოცულობა და ერთეული პროდუქციის  $P_1$  ფასი. ექსტერნალის დანახარჯების გათვალისწინებამ გამოიწვია „ბინძური“ წარმოების შემცირება ( $Q_2 - Q_1$ ) სიდიდემდე და ფასი  $P_1$ -მდე გაიზარდა.

საზოგადოების პოზიციიდან ექსტერნალის გათვალისწინება საკმაოდ კარგად არის დამუშავებული ეკონომიკურ თეორიაში. მაგრამ, პრაქტიკული თვალსაზრისით გარეგანი ეფექტის რეალური გათვალისწინება დიდ სირთულეებს უქმნის თეორეტიკოსებსა და პრაქტიკოსებს. აქ თავს იყრის არაერთი პრობლემა: ბაზრის ჩავარდნა, ბუნებრივი მომსახურების გაუთვალისწინებლობა, ეკოლოგიური ზარალის ეკონომიკური შეფასების სირთულე. ყოველივე ეს იწვევს ექსტერნალური დანახარჯების ზუსტი გაანგარიშებისა და აღრიცხვის სირთულეს სხვადასხვა პროექტისა და პროგრამის დასამუშავებლად.

ქიმიური ქარხნის მაგალითზე განვიხილოთ შესაძლო მიდგომა სოციალური და ექსტერნალური დანახარჯების შეფასებისათვის.

ქიმიური კომბინატის მიერ წყლის დაბინძურების გამო, დაბლობში მდებარე ლიმონათის ქარხანა იძულებულია, დამატებით ააგოს გამწმენდი საშუალება (ნაგებობა) მოსახმარებელი წყლისათვის; მოსახლეობას უხდება დამატებით ხარჯების გაღება თავისი ჯანმრთელობის დაცვისათვის (ფილტრის დაყენება, დანახარჯი ექიმისა და წამლისათვის და ა.შ.); თუ მდინარეში თევზია, მისი რაოდენობა შემცირდება, მაშინ მეთევზეებმა ან პროფესია უნდა შეიცვალონ, ან გაიღონ ტრანსპორტირების ხარჯები, რომ თევზი კომბინატის ზემოთ დაიჭირონ. შეიძლება სხვა ექსტერნალური დანახარჯის ჩამოთვლაც.

ამ მაგალითისათვის სოციალური დანახარჯის ჯამი შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგი განტოლების სახით:

$$C_s = C_p + \sum E_i = C_p + E_c + E_n + E_1 + E_4, \quad (1.4)$$

სადაც  $E_i$  – ექსტერნალური დანახარჯია ( $i = 1, \dots, 4$ );  $E_c$  – ლიმონათის ქარხნის მიერ წყლის გაწმენდის დანახარჯი;  $E_n$  – მოსახლეობის დანახარჯი ჯანმრთელობის დაცვისათვის;  $E_s$  – მოსახლეობის დანახარჯი თევზის რესურსების დეგრადაციის გამო;  $E$  – მოსახლეობის დანახარჯები მდინარის რეკრეაციული ფუნქციის დაკარგვის გამო.

რასაკვირველია, მაგალითსა და ფორმულაში მოცემულია ექსტერნალური დანახარჯის შეფასების გამარტივებული ეკონომიკური მიდგომა. ეს მაგალითი გვიჩვენებს ექსტერნალის გათვალისწინების აუცილებლობას საზოგადოებისათვის და მათ კომპენსაციას, რომელიც ქიმიურმა ქარხანამ უნდა გადაიხადოს.

გარეგანი ექსტერნალის შინაგან ექსტერნალურ დანახარჯებად გადაქცევის პროცესს ეკონომიკაში ეწოდება **შეკვრა, დანახარჯის ინტერნალიზაცია**. საზოგადოების ინტერესების გათვალისწინების ერთ-ერთი შესაძლებელი გზა არის სპეციალური გადასახადის დაკისრება დამბინძურებლებზე. თეორიაში მას *პიგუს* გადასახადს უწოდებენ.

ბუნებრივი რესურსების სარგებლობის ეკონომიკურ მექანიზმში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა გარეგანი დანახარჯების ინტერნალიზაცია.

საპროექტო ანალიზში საზოგადო ინტერესების გათვალისწინების მეორე არსებითი ასპექტი არის საწარმო დამბინძურებლის სარგებლის ზოგადი ანალიზის თანაფარდობა და მისი მხრიდან კომპენსაცია დაბინძურების „მსხვერპლისადმი“. დავუშვათ, რომ ქიმიური ქარხნის მხოლოდ მოგება არის გათვალისწინებული. მისი მუშაობიდან მოგება მესაკუთრისათვის იმდენად დიდია, რომ შესაძლებლობას იძლევა კომპენსაცია გაუკეთოს ყველა დაზარალებულს და მოგების ნაწილი მესაკუთრესაც დარჩეს. ამ შემთხვევაში არავისი ინტერესი არ არის შელახული. ეს სიტუაცია შეესაბამება პოტენციური გაუმჯობესების კრიტერიუმს პარიტეტის მიხედვით, როდესაც საზოგადოება იღებს სარგებელს რომელიმე მოქმედებისაგან, თუკი უკიდურეს შემთხვევაში ერთი ადამიანი იღებს მოგებას და არავინ არ ზარალდება.

## თავი II. ეკონომიკის ეკოლოგიზაცია და მისი საბოლოო შედეგები

### 2.1. ბუნებრივი რესურსების გამოყენების საბოლოო შედეგები

იმისათვის, რომ ეკონომიკის სხვადასხვა სფეროში შეიქმნას პრინციპულად ახალი ეკოლოგიურ-ეკონომიკური პროექტები და პროგრამები, აუცილებელია შემუშავდეს ეკოლოგიზაციის ეკონომიკური განვითარების კონცეფცია. ეს მოითხოვს არსებული ეკონომიკური პროექტებისა და მიზნების არსებით ცვლილებას. საჭიროა გადაისინჯოს მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის სტრუქტურული მიმართულებები და საინვესტიციო პოლიტიკა, აგრეთვე შესაბამისი საბაზრო რეგულატორი ასეთი ცვლილებებისათვის.

ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზრდის კონცეფციის შემუშავების დროს მთავარი და აქტუალური კითხვაა: რა და რამდენი ბუნებრივი რესურსი გვჭირდება? ამჟამად მეცნიერების მიერ მკაცრად არ არის განსაზღვრული, რა მოცულობის რესურსის მიღება შეიძლება ბუნებისაგან.

არსებული პროგრამები ორიენტირებულია სახელმწიფოს ეკონომიკის გაფართოებაზე ან რესურსების მოხმარების შენარჩუნებაზე.

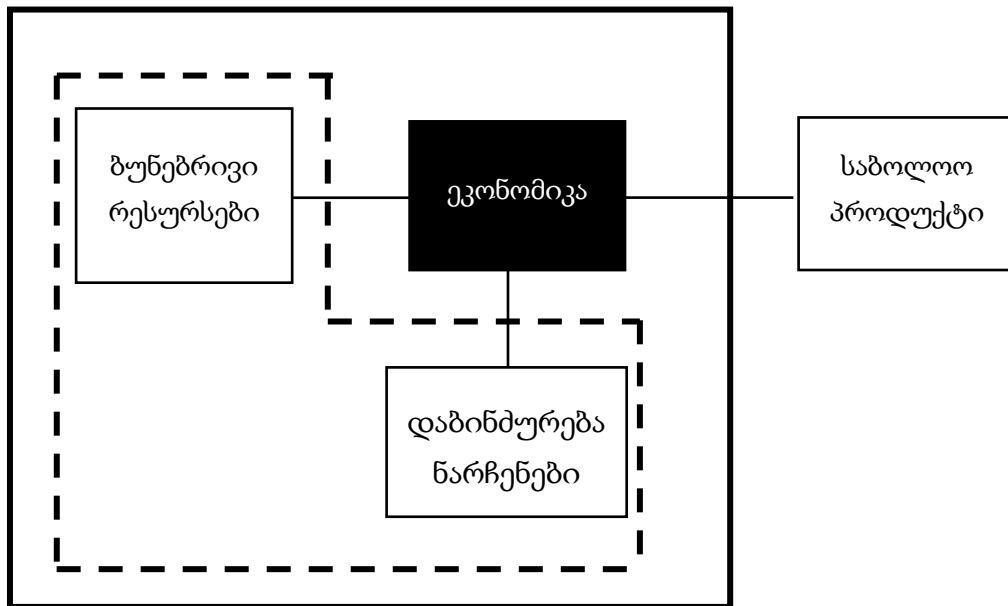
ნათელია, რომ ეს გამოწვეულია არა მოხმარებული ბუნებრივი რესურსების მოცულობითა და პროდუქციის წარმოებით, არამედ ეკონომიკურ სტრუქტურებში მათი გამოყენებით.

ეკოლოგიური პრობლემების გადასაწყვეტად საჭიროა ახლებური მიდგომა, ახალი მეთოდების შემუშავება. ტრადიციული ეკოლოგიურ-ეკონომიკური მიდგომა შეიძლება აიხსნას შემდეგი მათემატიკური მოდელით: ეს არის „შავი ყუთი“, რომელიც ეროვნული მეურნეობაა. „შავი ყუთის“ შესასვლელში გვხვდება ბუნებრივი რესურსები, ხოლო გამოსასვლელში მიიღება საბოლოო პროდუქცია – სხვადასხვა სახის დაბინძურებები, დეფორმაცია გარემომცველი გარემოსი, ნარჩენები და სხვ.

ტრადიციული ლოგიკით, წარმოებული პროდუქციის უკმარისობის დროს აუცილებელია ბუნებრივ რესურსებზე გადასვლა ანუ „შავი ყუთის“ ფუნქციონირება, გარემოს დაბინძურების, ნარჩენების, ბუნებრივი რესურსების დეგრადაციის წინააღმდეგ ბრძოლა კი – „შავი ყუთიდან“ გამოსვლისას.

ეკოლოგიური პრობლემების გადასაწყვეტად აუცილებელია „შესვლა“ თვით შავ ყუთში, ფუნქციონირებადი ეკონომიკური სტრუქტურის ეფექტიანობის შეფასება ეკოლოგიური პოზიციიდან გამომდინარე და სათანადო კორექტირების შეტანა. საჭიროა აიხსნას, რატომ არის შავი ყუთი ასეთი მშთანთქმელი, და შევამციროთ მისი „მადა“ ბუნებასთან მიმართებაში. ამიტომ ისე უნდა დალაგდეს ეკონომიკური

სტრუქტურები, რომ გაიზარდოს პროდუქციის გასვლა, ე.ი. აუცილებელია გავიგოთ ჩვენი ეკონომიკის კოლოსალური ბუნებატევადობის მიზეზი, ვიბრძოლოთ მის წინააღმდეგ და არა შედეგების წინააღმდეგ (იხ. ნახ. 2.1).

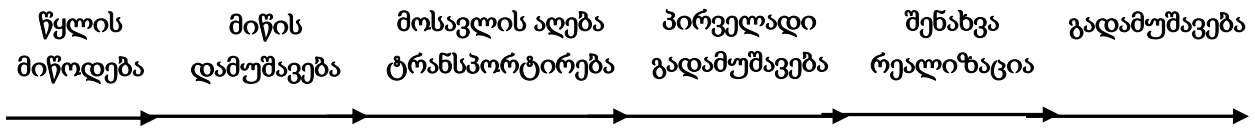


ნახ. 2.1. შავი ყუთის სქემა

ეკონომიკური განვითარების ეკოლოგიზაციასა და ინტენსიურ გამომუშავებაში ყველაზე მთავარი არის ორიენტაციის გადატანა საბოლოო შედეგებზე. ტრადიციული მიდგომით გამოყენებული ბუნებრივი რესურსების მოცულობა მთავარი მაჩვენებელია. ამასთან ეს რესურსები გრძელი ჯაჭვის მხოლოდ დასაწყისი ან შუა ნაწილია, რომელიც წარმოდგენილია მოხმარებისთვის. უკანასკნელისთვის სულერთია, რამდენი ბუნებრივი რესურსი გამოიყენება, მთავარია მიწოდებული პროდუქციის მოცულობა და ხარისხი. ასეთ პირობებში აუცილებელია საზოგადოებრივი წარმოების დარეგულირება არა იმის მიხედვით, რამდენი ბუნებრივი რესურსის გამოყენება შეიძლება, არამედ იმის მიხედვით, რამდენია მასზე მოთხოვნა. ამგვარი მიზნობრივ-პროგრამული მიდგომა განაპირობებს ინტენსიური ტიპის აზროვნებას.

ასეთი პროგრამულ-მიზნობრივი მიდგომა ბუნებრივი რესურსების გამოყენებისას გვიბიძგებს პირველადი წარმოების ბუნებრივი ფაქტორის საბოლოო პროდუქციამდე შემაკავშირებელი პროდუქტის ვერტიკალური ჯაჭვის აწყობისკენ თითოეული ბუნებრივი რესურსისა ან რესურსთა ჯგუფისა ბუნებრივი მასალით (შემდეგ ბუნებრივი პროდუქციის ვერტიკალის ნაცვლად შემოკლებულად გამოვიყენებთ – ჯაჭვი). ბუნებრივი პროდუქტების მოძრაობა და მათი გადამუშავება მოცემული ვერტიკალის მიხედვით ხორციელდება ინტეგრირებული ჯაჭვის მეშვეობით, მისი სფეროებისა და განხრების დანიშნულების შესაბამისად, ერთიანი ტექნოლოგიური ციკლისა და პროდუქციის საბოლოო წარმოებით. მაგალითად, დროის დინამიკის მიხედვით წყლის და მიწის რესურსების მელიორაციის ეს ჯაჭვი შეიძლება

წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით: წყლის მიყვანა-მიწოდება მინდვრებამდე – მიწის დამუშავება – სოფლის მეურნეობის პროდუქცია – მოსავლის აღება – პროდუქციის მოსახლეობისთვის მიწოდება (ტრანსპორტირება, შენახვა, გადამუშავება, რეალიზაცია) – პროდუქციის მოხმარება (იხ. ნახ. 2.2.).



ნახ. 2.2. ინტეგრირებული ჯაჭვის სქემა

ასეთი განვითარებისთვის საჭიროა სამრეწველო პოტენციალის შექმნა, რომელიც უზრუნველყოფს წარმოების ბუნებრივი პროდუქციის ვერტიკალს (ჯაჭვს) (იხ. ნახ. 2.2.).

ნებისმიერი საკითხის გადაწყვეტა ამ ჯაჭვში აუცილებლად აისახება ბუნებრივ რესურსებზე. ასეთი ჯაჭვური თანმიმდევრობა საშუალებას მოგვცემს, გამოვაგლინოთ რეზერვები როგორც თითოეულ რგოლში, ასევე მთლიანად ბუნებრივ რესურსებში, რომლებიც ამჟამად არარაციონალურად გამოიყენება.

საკითხის ასე დაყენებისას აუცილებელია გავანალიზოთ ურთიერთშემცვლელი და დამატებითი საქონლის წარმოება ან სხვადასხვა სახის ვერტიკალის ეკონომიკაში საბოლოო შედეგს ბუნებრივი რესურსების ეკონომიასთან, შენახვასა და პროდუქციის გაზრდასთან დაკავშირებით. ამასთანავე ეკონომიკური პროცესის განვითარება შეიძლება ერთი ფაქტორის მეორეთი შეცვლით ისე, რომ შეიძლებოდეს შენარჩუნდეს სტრუქტურა და პროდუქციის გამოშვების მოცულობა, ე.ი. მოქმედებს ურთიერთშემცვლელი ფაქტორის პრინციპი, მაგალითად, მიწათმოქმედების პროდუქციის თანაფარდობა დახარჯული შრომის რაოდენობასთან. შრომისა და წარმოებული პროდუქციის კონცენტრაციით, მოსავლის გაზრდით შეიძლება შემცირდეს სოფლის მეურნეობის დანახარჯები ფართობის ერთეულზე. ბუნებრივი რესურსების მოცულობების გამოყენებასთან დაკავშირებით დახარჯულ შრომას და სახსრებს ელასტიკური დამოკიდებულება აქვს „არაბუნებრივ“ გადამამუშავებელ და ინფრასტრუქტურულ ორგანიზაციებთან. ამ ორგანიზაციების განვითარება საშუალებას იძლევა, უფრო სრულად იქნეს გამოყენებული ბუნებრივი რესურსები, შემცირდეს დანაკარგები, რაც ზრდის საბოლოო შედეგს. ამრიგად, ფაქტორების ოპტიმალური ურთიერთდამოკიდებულება, მათი კომბინირება ბუნებრივ რესურსებზე დატვირთვის შემცირების საშუალებას იძლევა. ასეთი დამოკიდებულებისას აუცილებელია განისაზღვროს რეალური მოთხოვნილება ბუნებრივი რესურსებზე. უნდა შევასდეს ბუნებრივი რესურსები და მათი მეშვეობით მიღებული პროდუქცია, როგორც ერთიანი კომპლექსი, ერთი სისტემა და საბოლოო შედეგების მიხედვით განისაზღვროს საჭირო მოცულობები და მათი ეფექტიანი გამოყენება. ბუნებრივ ეკონომიკურ



ფუნდამენტზე დატვირთვა შეიძლება შემცირდეს საბოლოო პროდუქციაზე მოთხოვნილების გაზრდის სიდიდის მიხედვით. წარმოების ფაქტორების ურთიერთშემცვლელიობა უნდა ითვალისწინებდეს მყარ მდგრად განვითარებასთან კავშირს. ესენია: შრომა, ხელოვნური და ბუნებრივი კაპიტალი. პრინციპულ საკითხია ბუნებრივი რესურსების შეცვლა ხელოვნური რესურსებით წარმოებული პროდუქტით, მაგრამ ასეთი შეცვლა განუსაზღვრელი არ არის, რადგან ის დაკავშირებულია ეკოლოგიურ სისტემასთან, ადამიანის სასიცოცხლო პირობებთან.

ბუნებრივი რესურსების ხელოვნურით შეცვლის პრობლემასთან დაკავშირებით შეიქმნა „კონცეფცია კრიტიკული ბუნებრივი კაპიტალის“ შესახებ. აქ ის აუცილებელი ბუნებრივი რესურსია სიცოცხლისათვის, რომლის შეცვლაც არ შეიძლება ხელოვნურით. მაგალითად, ასეთია მცენარეებისა და ცხოველების იშვიათი სახეობები, ოზონის შრე, გლობალური კლიმატი და ა.შ. არსებობს აგრეთვე ესთეტიკური ხარისხის ტერიტორიები, რომლებიც შეუცვლელია. კრიტიკული ბუნებრივი კაპიტალი აუცილებელია შევინარჩუნოთ ეკონომიკური განვითარების თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი სახეობებისთვის. დანარჩენი სახის ბუნებრივი კაპიტალი შეიძლება შეიცვალოს ხელოვნურით (მაგალითად, ნავთობის, გაზის, ქვანახშირის შეცვლა მზის ენერჯით და ა.შ.).

კრიტიკული ბუნებრივი კაპიტალის გათვალისწინებით, მდგრადი განვითარების შეფარდება შეიძლება შეივსოს შეზღუდვით კრიტიკული ბუნებრივი კაპიტალის აღმოფხვრის დროს.

$$F_t(L, K, P, I) \leq F_{t+1}(L, K, P, I), \quad (2.1)$$

$$P_{ct} \leq P_{ct+1},$$

$$P_t = P_{ct} + P_{st},$$

სადაც  $P_t$  არის ბუნებრივი კაპიტალი,  $P_{ct}$  – კრიტიკული ბუნებრივი კაპიტალი,  $P_{st}$  – ბუნებრივი კაპიტალი, რომელიც შეიძლება შეიცვალოს ხელოვნურით,  $t \geq 0$ .

## 2.2. ბუნებრივი რესურსების მოცულობა

ბუნებრივი პროდუქტების სისტემის ეფექტური ფუნქციონირების მთავარი მაჩვენებელია ბუნებატევადობა. რაც კარგად ასახავს ეკოლოგიურ-ეკონომიკური განვითარების დონესა და ტიპს. ბუნებატევადობის სიდიდე დამოკიდებულია ბუნებრივი რესურსების ეფექტიან გამოყენებაზე იმ ჯაჭვში, რომელიც აკავშირებს პირველად ბუნებრივ რესურსებს, მათგან წარმოებულ პროდუქციასა და ტექნოლოგიური პროცესის საბოლოო სტადიას. ეს სტადია დაკავშირებულია ბუნებრივი რესურსების სახეცვლილებასთან. შეიძლება გამოვიყენოთ ბუნებატევადობის ორი დონის მაჩვენებელი. ესენია: მაკროდონე – ყველა ეკონომიკის დონე და მხარეების

ანუ პროდუქტიული დონე.

პირველი დონე შეიძლება იყოს ბუნებატევადობის მაჩვენებელი, რომელიც ასახავს მაკროეკონომიკურ მაჩვენებლებს: ბუნებრივი რესურსების დანახარჯებს ერთეულ პროდუქციაზე, ეროვნულ შემოსავალსა და ა.შ. ამ მაჩვენებლების გაზომვა შეიძლება როგორც ღირებულების ფორმით (ლარი), ასევე ნატურალური ღირებულებით. მაგალითად, ბუნებატევადობის არაზღვრული შინაგანი პროდუქტის მაკროდონის მაჩვენებელი ( $\mu$ ) შეიძლება განისაზღვროს, როგორც დანახარჯები, გამოყენებული ბუნებრივი რესურსების ერთეულზე:

$$e = \frac{N}{\mu} . \quad (2.2)$$

ბუნებატევადობის მაჩვენებელი წარმოების ყველა სფეროში გამოყენებული ბუნებრივი რესურსების ღირებულების შეფასებას უნდა ახდენდეს მაკროეკონომიკურ მაჩვენებელთან კავშირში. ინტერვალად შეიძლება ავიღოთ წელი (დიდი ან ნაკლებად სტაბილური წარმოებისათვის უფრო დიდი პერიოდები. მაგალითად, ხუთი წელი, წლიური მონაცემების შესაჯამებლად აგრარულ სფეროში).

სამწუხაროდ, მსოფლიოში არსად არ ხდება ბუნებრივი რესურსების ადეკვატური ღირებულების შეფასება. საბოლოოდ საბაზრო ფასის საფუძველზე შეიძლება შეფასდეს წლიურად მოხმარებული ბუნებრივი რესურსების ღირებულება.

ბუნებატევადობის კერძო მაჩვენებლები მაკროდონეზე  $\mu$  - სთვის, ეროვნული შემოსავლის მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს ენერგოტევადობის, მეტალოტევადობის, მატერიალური ტევადობისა და ა.შ. მაჩვენებლების მიხედვით. აგრარულ სექტორში ეს შეიძლება იყოს რაოდენობა სოფლის მეურნეობის სავარგულისა, რომელიც საჭიროა 1 ლარის ღირებულების სოფლის მეურნეობის პროდუქციის წარმოებისათვის.

ბუნებატევადობის მეორე მაჩვენებელი განისაზღვრება ბუნებრივი რესურსების დანახარჯების საბოლოო მაჩვენებლით ამ რესურსის საფუძველზე წარმოებულ ერთეულ პროდუქციაზე ( $V$ ). (მაგალითად, მიწის რაოდენობა, რომელიც საჭიროა 1 ტ მარცვლეულის წარმოებისათვის ან ტყის რაოდენობა, რომელიც საჭიროა 1 ტ ქაღალდის საწარმოებლად).

$$e = \frac{N}{V} . \quad (2.3)$$

ფაქტობრივად ეს შეფასება ბუნებრივი პროდუქტის ეფექტიანი წარმოების ვერტიკალია, პირველადი ბუნებრივი რესურსის შემაერთებელი საბოლოო პროდუქციამდე. რაც უფრო მცირეა ბუნებატევადობის მაჩვენებელი, მით ეფექტიანია ბუნებრივი რესურსის პროდუქციად გარდაქმნის პროცესი, მცირეა ნარჩენები და დაბინძურება. ბუნებატევადობის მაჩვენებლის მთავარი დადებითი მხარე თვალსაჩინო ხდება მისი გაზომვით დინამიკაში ან სხვა ქვეყნებთან ეკონომიკური

სტრუქტურების, ტექნოლოგიების და სხვ. შედარების დროს. ამჟამად ეროვნული ეკონომიკა ძალიან ბუნებატევადია და სხვა ქვეყნების ეკონომიკურ სტრუქტურებთან და თანამედროვე ტექნოლოგიებთან შედარებით საჭიროებს დიდ ბუნებრივ დანახარჯებს. მაგალითად, რუსეთის ეკონომიკის შედარება სხვა ქვეყნებთან (2.2) და (2.3) ფორმულით გვაძლევს საბოლოო მაჩვენებლებს: ენერგოდანახარჯები პროდუქციის ერთეულზე მეტია 11-ჯერ, ვიდრე იაპონიაში, 7-ჯერ, ვიდრე გერმანიაში, 4-ჯერ, ვიდრე აშშ-ში. ასე რომ რუსეთი ჩრდილოეთი ქვეყანაა და ენერჯის დანახარჯებიც მეტი უნდა იყოს ვიდრე სამხრეთ ქვეყნებში. ენერგომაჩვენებლების ასეთი დიდი სხვაობა არ შეიძლება აიხსნას მარტო გეოგრაფიული მდებარეობით.

მოვიყვანოთ ენერგორესურსების გამოყენების ეფექტიანობის ამსახველი მონაცემები (იხ. ცხრ. 2.1).

## ცხრილი 2.1

### სხვადასხვა ქვეყნის ენერგორესურსების ეფექტიანობის მაჩვენებლები

ქვეყანა	ეფექტიანობა
იაპონია	5,5
გერმანია	8,1
ინგლისი	10,0
აშშ	15,2
ბრაზილია	18,8
ინდოეთი	38,0
რუსეთი	60,1

რუსეთის ეკონომიკისათვის დამახასიათებელია ტყის რესურსების ხარჯვა მუყაოსა და ქაღალდის წარმოებისთვის. ბუნებრივი მოცულობის მაჩვენებელი აქ განისაზღვრება გადატანილი ხე-ტყის რაოდენობის შეფარდებით წარმოებული მუყაოსა და ქაღალდის რაოდენობასთან. ხე-ტყის მასალის დანახარჯებით 1 ტ ქაღალდზე რუსეთი 4-6-ჯერ აჭარბებს სხვა ქვეყნებს.

ცხრილში (იხ. ცხრილი 2.2) წარმოდგენილია გამოყენებული ხე-ტყის რაოდენობა (კუბური მეტრი) 1 ტონა ქაღალდისა და მუყაოს წარმოებასთან დაკავშირებით.

## ცხრილი 2.2

### ქაღალდის წარმოების სტატისტიკური მაჩვენებლები სხვადასხვა ქვეყანაში

ქვეყანა	დანახარჯი (კუბ.მ.) 1 ტ ქაღალდზე
რუსეთი	32
აშშ	7
ფინეთი	5
შვედეთი	6

სტატისტიკაში ფართოდაა გავრცელებული ბუნებატევადობის შებრუნებული მაჩვენებელი. ის განისაზღვრება, როგორც ბუნებრივი რესურსის მიღების მაჩვენებელი:

$$D = \frac{V}{N}. \quad (2.4)$$

სოფლის მეურნეობაში მისი ანალოგია ტრადიციული მაჩვენებელი – მოსავალი – ერთეულ მიწის ფართობზე წარმოებული სოფლის მეურნეობის პროდუქცია. უნდა აღინიშნოს, რომ მოსავლიანობა ბუნებრივი რესურსების მიღების არასრული მაჩვენებელია. ეს არის პერიოდული მაჩვენებელი ბუნებრივი რესურსების ჯაჭვში, ამიტომაც ის არის ნაწილობრივი ვიწრო მაჩვენებელი რესურსების მიღებისა. მაგალითად, თუ მარცვლეულის მოსავალი არის 15 ც/ჰა და დანაკარგებსა და არარაციონალურ გამოყენებაზე მოდის 20-25%, საბოლოოდ მარცვლის რეალური მოსავალი იქნება 11-12 ც/ჰა. ეს ნიშნავს, რომ 1 ც მარცვლეულის წარმოებისთვის საჭირო მიწატევადობის მოხმარება იზრდება 670 კვმ-დან 800-900 კვმ-მდე იმავე რაოდენობის მარცვლეულის მისაღებად. ბუნებატევადობისა და ბუნებრივი რესურსების მიღების ანალოგიური მაჩვენებელი შეიძლება განისაზღვროს მიკროდონით, საწარმოთა დონითა და ა.შ.

ეკონომიკის ექსტენსიური ზრდისათვის დამახასიათებელია დიდი ბუნებატევადობა. ხარისხიანი გეგმით ბუნებატევადობა ვლინდება ორი ასპექტით – პირველ რიგში ბუნებრივი რესურსების დეფიციტით, რისთვისაც საჭიროა წარმოებაში ჩავრთოთ დამატებითი ბუნებრივი რესურსები (ეკონომიკის ბუნებრივი ბაზის ექსტენსიური გაფართოება), გარდა ამისა, ახალი რესურსების მოზიდვის შეზღუდვა დამახასიათებელია ბევრი ქვეყნისათვის, რაც იწვევს მკვეთრ დატვირთვას მოხმარების პროცესში მყოფ რესურსებზე. ექსტენსიური განვითარების დროს მიმდინარეობს რესურსების აღმოფხვრა და დეგრადაცია, რაც უფრო ამძაფრებს ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ სიტუაციას.

ინტენსიური განვითარებისათვის დამახასიათებელია ბუნებატევადობის შემცირება. ამასთან დაკავშირებით მთავარი ამოცანაა ინვესტიციისა და სტრუქტურული ორიენტაციის შეცვლა, სამეცნიერო ტექნოლოგიური პროგრესის ინტენსიფიკაცია და ბუნებატევადობის მინიმიზაცია:  $e \rightarrow \min$ .

ბუნებატევადობის შემცირება ორგანულად უნდა აკავშირებდეს ორ პროცესს: მეურნეობაში ბუნებრივი რესურსების სტაბილური მოთხოვნის შემცირებას ან შეზღუდვას ერთი მხრივ და პროდუქტის წარმოების მაკროეკონომიკური მაჩვენებლების ზრდას (სრულყოფილი ტექნოლოგიისა მცირე ნარჩენების დანერგვისა და რესურსების დამცველი წარმოების, მეორეული რესურსებისა და ნარჩენების გამოყენება). ორივე ეს მიმართულება ითვალისწინებს ძირეულ სტრუქტურულ ეკონომიკურ ცვლილებებს ბუნების დამცველი და მეცნიერული ტევადობის სახეობათა მოქმედებას (სტრუქტურული ეკონომიკის ზემოქმედება ბუნებატევადობაზე განიხილება მერვე

თავში). ამჟამად განვითარებად ქვეყნებში დანახარჯები ბუნებრივი რესურსების საბოლოო შედეგებთან შეფარდებით ძალიან დიდია. როგორც გამოცდილება გვიჩვენებს, განვითარებული ქვეყნების ბუნებატევადობის ორივე ტიპის (მაკროდონისა და განვითარებადი პროდუქციის დონის) მაჩვენებელი შეიძლება შემცირდეს 2-3-ჯერ. ბუნებატევადობის მაჩვენებლების გაზომვამ დინამიკაში შეიძლება მთავარი როლი შეასრულოს და გახდეს განვითარების მყარი გარანტია. ამჟამად მიმდინარეობს მსჯელობა კრიტერიუმებზე, მაჩვენებლებზე, ინდიკატორებზე მდგრადი განვითარებისათვის. სამწუხაროდ ბუნებატევადობის მაჩვენებელზე ამ დისკუსიებში მსჯელობა ნაკლებადაა. ბევრი ქვეყნისათვის ბუნებატევადობის მაჩვენებლის შემცირება ვლინდება მაკროდონზე. ამასთანავე მყარი განვითარების კრიტერიუმებისას გარდამავალი ეკონომიკისა და მძიმე ინდუსტრიული სტრუქტურის მქონე ქვეყნებში ბუნებატევადობის მაჩვენებელმა შეიძლება დიდი როლი შეასრულოს. მთლიანობაში მდგრადი განვითარების ანალიზის დროს შეიძლება აღინიშნოს, რომ ეკონომიკაში ბუნებატევადობის შემცირება აუცილებელი პირობაა ყველა ქვეყნისა და მსოფლიო ეკონომიკისათვის. არ შეიძლება მყარი განვითარების ტრაექტორიაზე მოძრაობა საბოლოო შედეგის ერთეულზე გამოყენებული ბუნებრივი რესურსების გაზრდით. ამაზე მეტყველებს ბევრი პოსტინდუსტრიული სტრუქტურის ეკონომიკის მქონე ქვეყნის გამოცდილება. ბუნებატევადობის შემცირება აუცილებელი პირობაა მდგრადი განვითარებისათვის. მაგრამ ეს არ არის საკმარისი, ასეთი ცვლილებებისათვის. საჭიროა გავითვალისწინოთ ბევრი სოციალური, ეკოლოგიური, ეკონომიკური პირობა და შეზღუდვა. კაცობრიობას არ შეუძლია ზოგიერთი საკითხის, მათი გლობალური სიდიდის, ძალისა და შეუსწავლელი მდგრადი განვითარების თეორიის ფორმულირება, მეცნიერების თანამედროვე დონის დროს.

## თავი III. ბუნებრივი რესურსების ეკონომიკური ფასი.

### ბუნების გამოყენების ეფექტიანობა

#### 3.1 ბუნების ეკონომიკური ღირებულების განსაზღვრის აუცილებლობა, ეფექტიანობა

ბუნების დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების გამოყენების გაუმჯობესების ძირითად მიმართულება ბუნებრივი რესურსებისა და ბუნებრივი მომსახურების ეკონომიკური ღირებულების განსაზღვრაა.

გარემომცველი სამყარო ასრულებს სამ ფუნქციას:

1. ბუნებრივი რესურსებით უზრუნველყოფისა;
2. ნარჩენებისა და დაბინძურებების ასიმილაციისა;
3. ადამიანთა უზრუნველყოფისა ისეთი ბუნებრივი მომსახურებით, როგორცაა – რეკრეაცია, ესთეტიკური სიამოვნება და სხვ.

ეს ფუნქციები შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც გარემომცველი სამყაროს ერთი ძირითადი ფუნქციის შემადგენელი კომპონენტები. ეს ფუნქციაა – სიცოცხლის უზრუნველყოფა.

სამწუხაროდ, არც არაცენტრალიზებულად დაგეგმილ ეკონომიკას და არც საბაზრო ეკონომიკას არ აღმოაჩნდა უნარი, რომ შეეფასებინა სუფთა გარემომცველი სამყაროს, ბუნებრივი რესურსების რეალური მნიშვნელობა და დაედგინა მათი შესაბამისი (ადეკვატური) ღირებულება. ეკოლოგიური დოვლათის ფასის შემცირებას ან მის ნულოვან შეფასებას მივყავართ ეკოლოგიურ დანაკარგებამდე. ეს გარემოება განიხილა გერმანელმა მეცნიერმა ე. ფონ ვაიცჰეკერმა. მისი სიტყვებით, ბიუროკრატიული სოციალიზმი დაინგრა იმის გამო, რომ ის საშუალებას არ აძლევდა ფასებს, „ეთქვათ“ ეკონომიკური სიმართლე. საბაზრო ეკონომიკამ შეიძლება დაღუპოს გარემომცველი სამყარო და საკუთარი თავი, თუ არ მისცემს ფასებს ეკოლოგიური სიმართლის გადმოცემის საშუალებას.

დსთ-ის ქვეყნებში ბოლო დრომდე განვითარებული პარადოქსული სიტუაცია, რომელიც დაკავშირებულია ეკონომიკაში ბუნებრივი დოვლათის უფასო ან მინიმალური ფასით გამოყენებასთან, ბუნებრივი რესურსების არარაციონალური გამოყენების ერთ-ერთი მიზეზი გახდა. საწარმოები და სოფლის მეურნეობები მათ ხელთ არსებულ ფონდებზე ბიუჯეტში იხდიდნენ გადასახადს, ამავდროულად არასამეურნეო გზით იყენებდნენ ბუნებრივი წარმოების საშუალებებს, რაც არ იწვევდა ზარალსა და დანახარჯებს და ნაწილობრივ აუმჯობესებდა მათი წარმოების მაჩვენებლებს.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ბუნებრივი რესურსების რეალური ფასი შეიძლება ეფექტური ბერკეტი გახდეს საბაზრო მექანიზმში. მათი აღრიცხვა საწარმოებში არარაციონალური ბუნებათსარგებლობის დროს მიგვიყვანს წარმოების მაჩვენებლების გაუარესებამდე, რაც აისახება ფინანსურ შედეგებში. თუ არ არსებობს

განვითარებული ბაზარი, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს ფასების უფრო ადეკვატურად ფორმირება, მიზანშეწონილი ხდება ეკონომიკური განვითარების ვარიანტების შერჩევის სტადიაში არაორგანიზირებული გამოყენება, პროექტების შეფასება ეკონომიკაში, როგორც მიკრო- ისე მაკროდონეზე.

ბუნებრივი რესურსების არაადეკვატურად შეფასებას მივყავართ იმ ეფექტების შემცირებამდე, რომელსაც ეკონომიკის ეკოლოგიზაცია იძლევა. მრავალი მილიონი დოლარით შეიძლება შეფასდეს მიწისა და სასარგებლო წიაღისეულის დეგრადაცია. რესურსების დანაკარგებისა და ეკონომიკის ბუნებატევადობის გაზრდის ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზია შესაბამის მოწყობილობათა ცვეთა, რაც აღემატება ყველა დასაშვებ ნორმატივს. ასეთი მოწყობილობების ექსპლუატაციის გაგრძელების პირობებში მკვეთრად იზრდება ეკოლოგიური კატასტროფების შესაძლებლობა.

მაგალითად, დსთ-ის ქვეყნებში ყოველწლიურად ნავთობსადენების დაზიანების მიზეზით იღვრება და იკარგება მოპოვებული ნავთობის 5-7% ანუ 15-20 მლნ ტონა. ნავთობის პირდაპირი დანაკარგების ღირებულებითი შეფასება საშუალოდ დაახლოებით 1 მილიარდი დოლარია. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ასეთი ინციდენტების შედეგად გამოწვეული ეკოლოგიური ზარალი მრავალჯერ აღემატება უშუალო დანაკარგებს.

სიტუაცია, რომელიც არსებობს ნავთობმოპოვებაში, დამახასიათებელია, მაგალითად, რუსეთის ეკონომიკის ტექნიკური განვითარებისათვის, რასაც თან სდევს უზარმაზარი დანაკარგები და ბუნებრივი რესურსების არარაციონალური გამოყენება. დაზიანებებისა და ავარიების აღმოფხვრის შედეგად მიღებული ეკონომიით, რამდენიმე წლის განმავლობაში შესაძლებელი იქნებოდა ქვეყნის სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის რეკონსტრუქცია, მთლიანად ეკონომიკის ენერგოტევადობის არსებითად შემცირება. მაგრამ, ერთი მხრივ, ცხადია, რომ არსებული ენერგოტევადობის სტრუქტურების, უზარმაზარი დანაკარგებისა და ენერგორესურსების არარაციონალურად გამოყენების ფონზე რუსეთი ვერ შეძლებს გაზის, ნავთობის, ქვანახშირისა და სხვა დეფიციტის აღმოფხვრას.

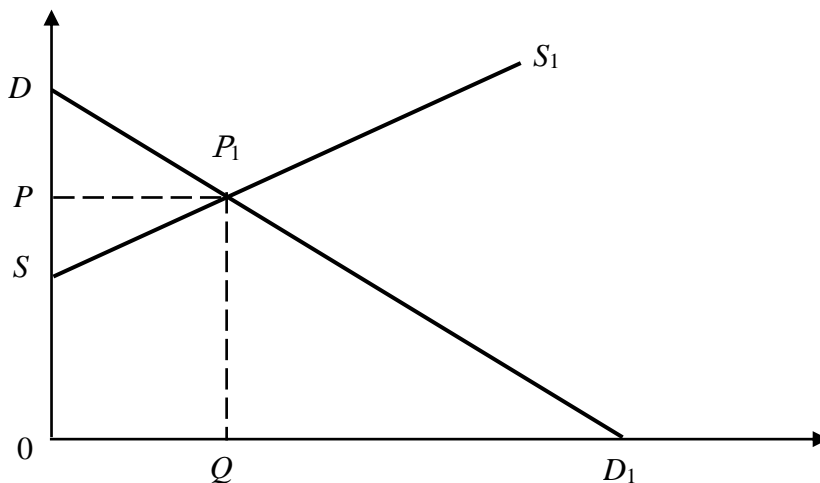
მიზანშეწონილი იქნება ბუნებრივი რესურსები შეფასდეს, როგორც ქვეყნის ეროვნულ სიმდიდრე. დღემდე ეს არ არის შეფასებული, როგორც ეკოლოგიური ფაქტორი. ამასთანავე, ეს შეფასება მნიშვნელოვანია იმით, რომ ის ეროვნული სიმდიდრეა, ასახავს ქვეყნის ბუნებრივ პოტენციალს. არსებული გამოთვლებით ბუნებრივი რესურსები ქვეყნის ეროვნული სიმდიდრის 40%-ზე მეტს შეადგენს.

### **3.2. როგორ შევაფასოთ ბუნებრივი სიმდიდრე**

ეკონომისტ-ეკოლოგები ცდილობენ, რომ შეაფასონ ბუნებრივი რესურსები და ეკოლოგიური ფუნქციები, აამაღლონ ბუნების „კონკურენტუნარიანობა“ ტექნოგენურ გადაწყვეტილებებთან ბრძოლაში. მაგრამ ეს არ ნიშნავს იმას, რომ შესაძლებელია

მთლიანად ბუნებრივი დოვლათისა და მომსახურებისთვის არ არსებობდეს ტრადიციული ბაზრები სტანდარტული მოთხოვნითა და მიწოდებით. აქ ძალზე მნიშვნელოვანი მომენტია ეკონომიკური მცდელობა იმისა, რომ მხედველობაში იქნეს მიღებული ყველა შედეგი, რომელიც თან სდევს მიღებულ გადაწყვეტილებას, ასევე მნიშვნელოვანია ინფორმაციის წინასწარი შეგროვების სტადია და ამ ინფორმაციის ანალიზი შემდგომში გადაწყვეტილებათა მისაღებად. რაც უფრო მაღალია ბუნების ობიექტების ეკონომიკური ღირებულება, მით უფრო მეტია შესაძლებლობა იმისა, რომ მიღებული ეკონომიკური გადაწყვეტილებები, რომლებიც გაშლილია სხვადასხვა პროექტსა და პროგრამაში, ქმნიან გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების ეკონომიის პრიორიტეტებს.

ბუნების ეკონომიკური ღირებულების განსაზღვრისათვის მნიშვნელოვანია შემდეგი კონცეფცია – გადახდისათვის მზადყოფნა. მომხმარებლის მზადყოფნას, გადაიხადოს კონკრეტული საქონლის შესაძენად – გამოხატავს მოთხოვნის  $DD_1$  წრფე, რომელიც გვიჩვენებს, თუ როგორი იქნებოდა საქონელზე მოთხოვნა ფასების განსხვავებული დინების შემთხვევაში (იხ. ნახ. 3.1).



ნახ. 3.1. მომხმარებლის მოთხოვნილების გრაფიკი

$P_1$  წერტილში იკვეთება მოთხოვნის  $DD_1$  და მიწოდების  $SS_1$  წრფეები, რაც შეესაბამება  $Q$  რაოდენობის საქონლის ყიდვას  $P$  ფასით. მომხმარებლის მიერ საქონლისათვის გადახდილი ღირებულება არის  $P \times Q$  (მართკუთხედი  $OPP_1Q$ ).

არსებულ მიდგომებს შორის, რომლებიც განსაზღვრავენ ბუნებრივი რესურსებისა და ბუნებრივი მომსახურების ღირებულებას, შეიძლება გამოვყოთ ისეთები, რომლებიც ეფუძნება ბაზას: საბაზრო შეფასებას, რენტას, ხარჯობრივ მიდგომას, ალტერნატიულ ღირებულებას, მთლიან ეკონომიკურ ღირებულებას.

ყველა მიდგომა არ არის კარგად დამუშავებული, მათში არის წინააღმდეგობრივი მომენტები, მაგრამ ერთი მხრივ, მათზე დაყრდნობით სულ პირველი მიახლოებისასაც კია შესაძლებელი ბუნების ეკონომიკური ღირებულების შეფასება.



თუმცა ბევრ შემთხვევაში, უფრო მართებული იქნებოდა საუბარი ბუნების არა შეფასებაზე, არამედ მის სათანადოდ შეუფასებლობაზე, იმდენად, რამდენადაც აღინიშნება ბუნების ეკონომიკური ღირებულების შემცირება და არა ზრდა.

ზემოთ ჩამოთვლილი მიდგომები არ არის „სუფთა“, ისინი ბევრ საკითხში იკვეთება. განვიხილოთ დასახელებული მეთოდების (მიდგომების) ძირითადი ნიშნები: ბაზრის მნიშვნელოვან ღირებულებაა მისი უნარი, უზრუნველყოს სხვადასხვა სახის რესურსის საუკეთესოდ გამოყენება, რაც მიიღწევა რესურსების დეფიციტის შესახებ მიღებული ღირებულებითი (ფასისმიერი) სიგნალების მეშვეობით. ნავთობის, გაზის (ბუნებრივი აირის), ტყისა და სხვა ბუნებრივი რესურსების საბაზრო შეფასება და მათი ცვლილებები რესურსების გამოყენების ეფექტიანობის რეგულირების საშუალებას იძლევა. აღსანიშნავია, რომ გარემომცველი სამყაროს დეგრადაცია, ბუნებრივი რესურსების გამოლევა, ძლიერი დაბინძურება მეტყველებს საბაზრო მექანიზმში არსებული დარღვევებსა და ხარვეზებზე. ფასები, რომლებიც ყალიბდება ე.წ. „ბუნების“ ბაზრებზე, ხშირად იძლევა დამახინჯებულ სურათს ბუნებრივი დოვლათის რეალური მდგომარეობის შესახებ. ისინი რეალურად ვერ ასახავენ საზოგადოებრივ შეფერხებებსა და ეკოლოგიური ფაქტორების გამოყენების სასარგებლოობას. ამის შედეგად ხდება რესურსების დეფიციტის მოთხოვნისა და მიწოდების სიდიდეთა არაადეკვატურ შეფასება, რაც ამცირებს ბუნებრივი რესურსების ეფექტიანი გამოყენებისა და გარემოს დაცვის სტიმულს.

აღსანიშნავია, რომ ტრადიციული ბაზარი საშუალებას იძლევა, მეტ-ნაკლებად დამაკმაყოფილებლად შეფასდეს გარემომცველი სამყაროს მხოლოდ ერთი ფუნქცია – ბუნებრივი რესურსებით უზრუნველყოფა, ხოლო სხვა ორი მნიშვნელოვანი ეკოსისტემური ფუნქცია, როგორცაა – დაბინძურებისა და ნარჩენების ასიმილაცია, ადამიანთა უზრუნველყოფა ბუნების მომსახურებით ( რეკრეაცია), ესთეტიკური სიამოვნება და სხვა, ვერ პოულობს თავის ადეკვატურ ასახვას საბაზრო მექანიზმებში (სისტემაში) .

ბუნებრივი რესურსების ეკონომიკური შეფასება ეფუძნება რენტას, რომელიც კარგად არის დამუშავებული ბუნების გამოყენების ეკონომიკის თეორიაში. ჩვეულებრივ, რენტა არის გადასახადი (ფასი, საიჯარო ღირებულება) ბუნებრივი რესურსებით სარგებლობისათვის, რომლის რაოდენობაც განსაზღვრულია (შეზღუდულია). პასიური მიწოდების შემთხვევაში რენტის განსაზღვრისთვის ერთადერთი მოქმედი ფაქტორია მოთხოვნა. რენტული მიდგომა განსაკუთრებით ფართოდ გამოიყენება მიწის რესურსების შეფასებისას. მიწის (როგორც ბუნებრივი რესურსის) გამოსათვლელი პრინციპული ფორმულაა:

$$P = \frac{R}{r}, \quad (3.1)$$

სადაც  $R$  – წლიური რენტის სიდიდეა,  $r$  – კოეფიციენტი.

მოცემულ (3.1) ფორმულაში მიწის ღირებულება არის „კაპიტალიზებული“

მიწის რენტა. მიჩნეულია, რომ რენტა  $R$  მიიღება განუსაზღვრელი დროის განმავლობაში). კოეფიციენტი  $r$  1-ზე ნაკლები აიღება და მისი სიდიდე ხშირად კორელირდება საბანკო პროცენტთან. მაგალითად, თუ მიწის ნაკვეთის წლიური რენტა 10 000 ლარია, ხოლო საბანკო პროცენტი – 10%, მაშინ მიწის ნაკვეთის ღირებულება 100 000 ლარია. თეორიაში გამოყოფენ ასევე დიფერენციალურ რენტას, რომელიც მიიღება ბუნებრივი რესურსების სხვადასხვა ხარისხის საფუძველზე. უკეთესი ხარისხის რესურსი, დაბალი ხარისხის მქონე რესურსებისგან განსხვავებით, საშუალებას იძლევა, რომ თანაბარი პირობების შემთხვევაში მივიღოთ გაცილებით უკეთესი ეკონომიკური პირობები.

ხარჯობრივი მიდგომა ფართოდ გამოიყენება ბუნებრივი დოვლათის განახლების ღირებულების შესაფასებლად ამ უკანასკნელის დახარჯვის ან დეგრადირების დროს. ამ შემთხვევაში გამოითვლება მაკომპენსირებელი პოტენციური დანახარჯები, რომლებიც აუცილებელია დაკარგული ან დაზიანებული რესურსის ანალოგიურით ჩასანაცვლებად მოცემულ ან ალტერნატიულ ადგილზე. მაგალითად, თუ სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების შედეგად გადაგვარდება ან იშლება ნაყოფიერი ქანური ფენა, მაშინ მინიმალური ეკონომიკური შეფასება დეგრადირებული ფენისთვის არის ის დანახარჯები, რომელიც აუცილებელია მოცემული მონაკვეთის ნაყოფიერების აღდგენისათვის (რეკულტივაციისთვის) ან სხვა მონაკვეთის ნაყოფიერების ასამაღლებლად, პირველი მონაკვეთის დანაკარგების კომპენსირებისთვის. ამ მეთოდის გამოყენება შესაძლოა იშვიათი სახეობის მცენარეებისა და ცხოველების შეფასებისას.

მიუხედავად სიმარტივისა და ფართოდ გამოყენების შესაძლებლობისა, ხარჯობრივი მეთოდი (მიდგომა) მოიცავს პრინციპულ წინააღმდეგობებს: რაც უფრო მაღალია ბუნებრივი რესურსის ხარისხი, მით უფრო დაბალ შეფასებას მიიღებს ხარჯობრივ კონცეფციასთან მიმართებაში. საუკეთესო მიწას სჭირდება ნაკლები დანახარჯები სოფლის მეურნეობაში მისი მომზადებისა და გამოყენებისათვის, რასაც ვერ ვიტყვით მდარე ხარისხის მიწაზე.

ალტერნატიული ღირებულების კონცეფცია ერთ-ერთი ძირითადია ეკონომიკურ თეორიაში. ბუნების გამოყენების ეკონომიკაში ალტერნატიული ღირებულებები საშუალებას იძლევა, შევაფასოთ ბუნებრივი ობიექტი, რესურსი, რომელსაც აქვს დაბალი საბაზრო ფასი ან საერთოდ არ გააჩნია ის. ასევე ამ მიდგომით ფასდება ის ხელიდან გაშვებული მოგება და სარგებელი, რომლის მიღებაც შეუძლებოდა მოცემული ობიექტის, რესურსის სხვა მიზნით გამოყენების შემთხვევაში (ალტერნატივა). დაცული ბუნებრივი ტერიტორიების ალტერნატიული ღირებულება არის სარგებელი, რომელიც იკარგება ინდივიდებისა და საზოგადოების ტერიტორიების კონსერვაციის გამო. ამ მიდგომის ცნობილი მაგალითია აშშ-ში ჰიდროელექტროსადგურის მშენებლობა, რომელიც საფრთხეს უქმნიდა ხეობას. ამ ჰესის აშენება დალუპავდა ხეობის ველურ ბუნებას. იმის მაგივრად, რომ შეფასებულიყო ხეობის ბუნების ღირებულება, ანალიტიკოსებმა გამოიკვლიეს ხეობის დაცვის ყველაზე იაფი

ალტერნატივა. ანალიზმა აჩვენა, რომ პროექტიდან მიღებული სარგებელი ვერ გადააჭარბებდა და ვერ გაამართლებდა ამ ადგილის უნიკალური ბუნების დანაკარგებს. ამის გათვალისწინებით გადაწყვეტილების მიმღებმა პირებმა უარი თქვეს მშენებლობაზე.

საერთო ეკონომიკური ღირებულება (სელ) განისაზღვრება არის ბუნების შეფასების კომპლექსური მიდგომით, რომელიც ითვალისწინებს ბუნებრივი რესურსების არამარტო პირდაპირ ფუნქციებს, არამედ ასიმილაციის ფუნქციასა და ბუნებრივ მომსახურებასაც. საერთო ეკონომიკური ღირებულების სიდიდე ოთხი მაჩვენებლის ჯამია:

**სელ. = გამოყენების პირდაპირი ღირებულება + გამოყენების ირიბი ღირებულება + შესაძლებელი ღირებულება + არსებობის ღირებულება**

გამოყენების პირდაპირი ღირებულება, რასაც იძლევა ტყეები, შედგება რამდენიმე კომპონენტებისგან. კერძოდ, ესაა:

1. ხის მდგრადი გადამუშავება;
2. სამკურნალო მცენარეები;
3. ტურიზმი;
4. ნადირობა და თევზაობა.

ყველა ამ მაჩვენებელს აქვს თავისი ღირებულება, რომელთა შეჯამებით მივიღებთ პირდაპირ ღირებულებას.

გაცილებით რთულია ირიბი გამოყენების ღირებულების განსაზღვრა. ეს მაჩვენებელი ხშირად განიხილება გლობალური მასშტაბებით ან საკმაოდ ფართო რეგიონულ ასპექტში. ეს აიხსნება გლობალური და ლოკალური სარგებელის (სარგებლიანობის) შესაძლო შესაბამისობით. ის, რაც არახელსაყრელია ქვეყნის ერთი რეგიონისთვის, შესაძლოა სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი იყოს მსოფლიოს სხვა ქვეყნებისათვის. ირიბი გამოყენების ღირებულების მაჩვენებელი ასახავს სარგებელს რაც შეიძლება დიდი ტერიტორიისათვის.

გაანგარიშების მხრივ კიდევ უფრო რთულია შესაძლო ღირებულების მაჩვენებელი. ის დაკავშირებულია ბიოლოგიური რესურსების კონსერვაციასთან, შემდგომში მათი შესაძლო გამოყენების მიზნით. მოცემულ შემთხვევაში შესაძლო ღირებულება არის პირდაპირი და ირიბი გამოყენების ღირებულებათა კორექტირებული ჯამი.

გამოუყენებლობის ღირებულება ეფუძნება ე.წ. არსებობის ღირებულებას, რომ ეკონომიკურად შევაფასოთ ისეთი ეთიკური და ესთეტიკური ასპექტები, როგორცაა: ბუნების ღირებულება, ბუნების ესთეტიკური ღირებულება ადამიანთათვის, ბუნების დაცვისა და შენახვის მოვალეობა მომავალი თაობის წინაშე და ა.შ. არსებობის ღირებულება შეიძლება ველური ბუნების დაცვის ძირითადი მიზეზი იყოს.

ერთ-ერთ მეთოდი – ღირებულების სუბიექტური შეფასება, ჩვეულებრივ, გამოიყენება მაშინ, როდესაც არ არსებობს ნორმალური ბაზარი. ეს მეთოდი ეფუძნება საბაზრო ფასების განსაზღვრას.

გავრცელებული მეთოდია – ჰედონური ფასწარმოქმნა. ამ მეთოდით ცდილობენ შეაფასონ ის ეკოლოგიური სიმდიდრე (დოვლათი), რომელთა არსებობაც პირდაპირ ზემოქმედებას ახდენს ფასებზე. ამ მეთოდის გამოყენების ერთ-ერთი სახეა საკუთრების ბაზარი.

ზემოთ ჩამოთვლილი მეთოდები, მიდგომები, რა თქმა უნდა, საკმაოდ პირობითია და ხვდება ბევრ წინააღმდეგობას. დღეს ამ მეთოდების გამოყენებით სწრაფად ვითარდება ეკონომიკური, სოციოლოგიური, სტატისტიკური აპარატები. ზემოთ ჩამოთვლილი მეთოდების გამოყენება ასევე ტექნიკურ პროექტებთან შედარებით ზრდის ბუნებრივი პროექტებისა და პროგრამების კონკურენტუნარიანობას, განსაზღვრავს მათი რეალიზაციით მიღებულ ეფექტს.

### 3.3. ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტი

მდგრადი განვითარებისას პროექტებისა და ეკონომიკის ეკოლოგიური მიმართულების ვარიანტების ამოსარჩევად აუცილებელია გვექონდეს კრიტერიუმი საუკეთესო პროექტის, ვარიანტის ან მიმართულების ამოსარჩევად.

ეკონომიკაში პროექტის ვარგისობის საზომია ეკონომიკური ეფექტიანობა. პროექტის რეალიზება შეიძლება, თუკი ის ეკონომიკურად ეფექტიანია, წინააღმდეგ შემთხვევაში პროექტი იქნება უარყოფილი. მართალია, ეკოლოგიური ფუნქციების ეკონომიკური შეფასება ძალიან რთული საქმეა და ამ შეფასების ხერხები ყოველთვის და ყველა ეკონომიკური სისტემის დროს დეფიციტია, მაგრამ ნებისმიერ შემთხვევაში აუცილებელია არჩევანი გავაკეთოთ დიდი რაოდენობის ვარიანტებიდან.

ეკონომიკაში ასეთი არჩევანის მექანიზმია დანახარჯისა და შემოსავლის შედარება ან პროგრამის ეკონომიკური ეფექტიანობის განსაზღვრა. ასეთმა მიდგომამ „დანახარჯი–შემოსავლის“ ანალიზის სახელი მიიღო. ამრიგად, ეკონომიკურ ეფექტიანობადაა მიჩნეული ორგანული რესურსების უკეთ გამოყენება.

ეკონომიკური ეფექტიანობა ხშირად განისაზღვრება დანახარჯისა და ეფექტის შეფარდებით, რომელიც აისახება შემოსავლის მატებაში. ჩვენს ქვეყანაში თეორიულ კვლევებსა და პრაქტიკაში ფართოდ გამოიყენება ეკონომიკური ეფექტიანობის კაპიტალური შენატანების სხვადასხვა მეთოდები. ამ მეთოდების ძირითადი პრინციპები დაამუშავა აკადემიკოსმა ტ.ს. ხაჩატუროვმა. კაპიტალური შენატანების მაჩვენებლები იყოფა დანახარჯებად, რომელსაც ადარებენ ამ დანახარჯების ეფექტს. ჯამში მიღებულ კოეფიციენტს ადარებენ ნორმატიულ კოეფიციენტს, რის საფუძველზეც მიიღება პროექტის ეფექტიანობის დასკვნა.

ერთმანეთისგან განასხვავებენ ეფექტსა და ეფექტიანობას. ფართოდაა გავრცელებული ფრაზა: „ჩვენი პროექტი იძლევა უდიდეს ეფექტს, ამიტომ ის უნდა

აღვასრულოთ“, რაც არასწორია. ალბათ, აუცილებელია, შევადაროთ პოტენციური ეფექტიანობა მის მიერ გაწეულ დანახარჯებს, ე.ი. გამოვთვალოთ ეფექტიანობა. დიდი ეფექტის მიღებამ შეიძლება გამოიწვიოს უდიდესი დანახარჯები, რაც გამოიწვევს პროექტის არაეფექტიანობას.

ცხოვრებაში სისტემატურად ვადარებთ ჩვენს ხარჯებსა და მიღებულ შემოსავალს. თუკი ბანკში ჩავდებთ თანხას, რამდენიმე ხნის შემდეგ შეიძლება მისი დაბრუნება პროცენტებით. შეგვიძლია შევიძინოთ მიწის ნაკვეთი, ავაშენოთ მასზე პატარა სახლი და თუ გვექნება სურვილი, დრო გავატაროთ ზღვაზე და არა აგარაკზე, მაშინ გავყიდით აგარაკს და მივიღებთ შემოსავალს. ნორმალური ეკონომიკური გადაწყვეტილების მიღებისას წესადაა მიღებული პოტენციური შემოსავლის ( $B$ ) განსაზღვრა დანახარჯებზე ( $C$ ):

$$B - C > 0. \quad (3.2)$$

რაც უფრო მეტია ეს სხვაობა, მით უფრო სარფიანია სხვადასხვა შენატანი. მაგალითად, თუ გაყიდით აგარაკს არასარფიანად, მშენებლობაზე გაწეული დანახარჯები აღმოჩნდება გაყიდვით მიღებული თანხაზე მეტი.

(3.2) ფორმულა მარტივია და მოქმედებს „ერთმომენტის“ სიტუაციაში, დროის გარკვეულ მონაკვეთში. მაგალითად, ერთი წლის განმავლობაში, როდესაც არ არის ინფლაცია. ყველაფერი რთულდება, როდესაც განიხილება მრავალწლიანი პროექტი. ასეთ შემთხვევაში უნდა მოხდეს მიმდინარე დანახარჯებისა და შემდგომი დანახარჯებისა და მოგების შედარება. აუცილებელი ხდება დისკონტირების ფაქტორის შეყვანა, რაც გვადლევს საშუალებას, მოვიყვანოთ „მომავალი“ ფული თანამედროვე მომენტისათვის.

მაგალითისათვის განვიხილოთ დროის ფაქტორის მოქმედება ბანკში შენატან თანხაზე. ვთქვათ, რომ პროცენტული განაკვეთი არის 10% წელიწადში. მაშინ 10 ათასი ლარის შეტანის შემთხვევაში 5 წელიწადში მისი ჯამი შეადგენს 16 ათას ლარს. ამ უბრალო მაგალითიდან გამომდინარეობს საკმაოდ მნიშვნელოვანი დასკვნა: თანამედროვე ფული უფრო ძვირია, ვიდრე ასეთივე თანხა მომავალში.

დისკონტირება გვადლევს საშუალებას, მომავალი ფასები მოვიყვანოთ თანამედროვე ფასებთან ( $PV$ ) ფორმულით:

$$PV = \frac{B_t}{(1+r)}, \quad (3.3)$$

სადაც  $r$  - დისკონტირების კოეფიციენტი.

ასეთი მიდგომა გამოსაყენებელია დანახარჯებისა და მოგების დროში განზომილებისას. დღევანდელი დანახარჯები და მოგება უფრო დიდია, ვიდრე ანალოგიური რაოდენობა შემდგომ წლებში, დროის ფაქტორის შეფარდების გათვალისწინებით. (3.2) და (3.3) ფორმულები შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგნაირად:

$$NPV = \sum_{t=0}^t \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad (3.4)$$

ეს შეფარდება იძლევა საშუალებას, განისაზღვროს დროში ცვალებადი დანახარჯები და ჯამი. ეკონომიკაში ეს შეფარდება ფართოდაა გავრცელებული პროგრამისა და პროექტის განსაზღვრისათვის და ცნობილია, როგორც სუფთა მიმდინარე ღირებულება. იმ შემთხვევაში, როცა ეს მაჩვენებელი ნულზე მეტია, პროექტი და პროგრამა ითვლება ეფექტიანად და მისი რეალიზება მიზანშეწონილია. სხვა სიტყვებით – დროის ფაქტორის აღრიცხვით მიღებული ჯამური მოგება უნდა აღემატებოდეს ჯამურ დანახარჯებს. მათ შორის სხვაობა ხშირად განისაზღვრება, როგორც პროგრამის რეალიზაციიდან მიღებული მოგება ან ეფექტი და პროექტის ეფექტიანობისთვის აუცილებელია დაყვანილი მოგების დადებითი ჯამი.

უბრალო მაგალითზე ვაჩვენოთ დისკონტირებული დანახარჯებისა და მოგების აუცილებლობა დროში. ვთქვათ, პროექტი მოქმედია ხუთი წლის გამავლობაში. დისკონტირების კოეფიციენტი უდრის 0,1-ს, მაშინ დანახარჯები, შემოსავალი და სარგებელი ჩავწეროთ 3.3 ცხრილში.

**ცხრილი 3.3**

**დისკონტირებული დანახარჯები**

წლები	1	2	3	4	5
დანახარჯი	30	10	0	0	0
შემოსავალი	0	5	15	15	15
სარგებელი	-30	-5	15	15	15

ნათელია, თუ ვიმოქმედებთ „პირდაპირ“ და შევაჯამებთ დანახარჯებს და მოგებას წლების მიხედვით დისკონტირების ფაქტორის იგნორირებით, მაშინ ჩვენი პროექტი მომგებიანი და ეფექტიანია, მოგება შეადგენს  $10 \times (50-40)$  და ის ნულზე დიდია.

მაგრამ თუ გამოვიტანთ დასკვნას (3.4) ფორმულით, დროის ფაქტორის გათვალისწინებით შეიძლება მივიღეთ საწინააღმდეგო დასკვნამდე: მოგება იქნება უარყოფითი (0,5), რაც ნიშნავს პროექტის არაეფექტიანობას და ასეთი პროექტის რეალიზაცია არ არის მიზანშეწონილი. მაღალი მოგება მომავალში ვერ უზრუნველყოფს პროექტის პირველი წლების დანახარჯების კომპენსირებას. ეს მაგალითია იმისა, რომ „მომავალი“ ფული მოცემული მომენტისათვის აღმოჩნდება „თანამედროვეზე“ ნაკლები.

სამწუხაროდ, მოგების, დანახარჯების, შემოსავლების, ეფექტისა და ეფექტიანობის არჩევას, მათ არასწორ გაანგარიშებას, როცა დროის ფაქტორი მხედველობაში არ მიიღება, ეკონომიკის პრაქტიკაში ხშირად გვხვდება. ამას ეკონომიკაში არასწორი გადაწყვეტილების მიღებამდე მივყავართ. ამ სფეროში მაგალითი შეიძლება იყოს

მიწების ამოშრობისა და მორწყვის პროგრამა, რომელიც შეიმუშავეს 70–80-იან წლებში პოსტსაბჭოთა სივრცეში კვებისა და მსუბუქ მრეწველობაში, ეფექტის არასწორმა გაანგარიშებამ განაპირობა გლობალური მელიორაციის ეფექტიანობის შესახებ არასწორი დასკვნის გაკეთება. რეალურად მიღებული ეფექტი აღმოჩნდა მინიმალური, ხოლო მთლიანობაში უზარმაზარი თანხა დაიხარჯა არაეფექტიანად. ასევე არ იყო განსაზღვრული გლობალური მელიორაციის უზარმაზარი ეკოლოგიური ზარალი, რამაც უფრო მეტად შეამცირა მისაღები მოგება.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ფასების გამოყოფა და ბუნებრივი რესურსების შეფასება აუცილებელი, მაგრამ ეკონომიკური გეგმით ურთულესი საქმეა. ფასების ადეკვატური აღწერა და ზარალი მნიშვნელოვნად მოქმედებს პროექტის ეფექტიანობის ხარისხზე. (3.4) ფორმულა შეიცავს ინფორმაციას ეკოლოგიურ დანახარჯებსა და მოგებაზე. ცალკე გამოვყოთ მისი შემადგენელი ნაწილები ეკოლოგიური მოგებითა და ეკოლოგიური გამორჩევით. ის შეიძლება იყოს როგორც დადებითი (პროექტი იძლევა ბუნების დაცვის დიდ ეფექტს), ასევე უარყოფითი (პროექტის რეალიზაცია დაკავშირებულია მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ზარალთან). მაშინ (3.4) ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t \pm E_t}{(1+r)} \quad (3.5)$$

(3.5) დამოკიდებულება ძირითადია პროექტის ეკონომიკური ეფექტიანობის განსაზღვრისათვის დროის ფაქტორისა და ეკოლოგიური შედეგანობის აღრიცხვით. თუკი (3.5) ფორმულით განსაზღვრული სუფთა თანამედროვე ღირებულება მეტია 0-ზე, მაშინ პროექტი ეკონომიკურად ეფექტურია.

პროექტის მიზანშეწონილობის განსაზღვრისათვის ხშირად იხმარება სხვა ორი კრიტერიუმიც: თვითღირებულების გამოსყიდვის ნორმა და მოგება. როდესაც გამოსყიდვის შიდა ნორმის სიდიდე ეკვივალენტურია დისკონტური განაკვეთისა, მიმდინარე მოგების მნიშვნელობა იქნება დანახარჯების რაოდენობის ტოლი:

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)} = 0 \quad (3.6)$$

მოგების შეფარდების ფორმულა გამომდინარეობს სუფთა მიმდინარე ღირებულების ფორმულიდან:

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)}} \quad (3.7)$$

როცა  $BCR > 1$ , მოგების დისკონტირება მეტია დანახარჯის დისკონტირებაზე. ეს ნიშნავს, რომ პროექტი მომგებიანია და მის რეალიზაციას აქვს აზრი, როცა  $BCR < 1$

პროექტი წამგებიანია.

რაც უფრო მაღალია (3.3) და (3.7) ფორმულებში მოცემული კოეფიციენტი, მით უფრო მეტია დღევანდელი ფულისა და მოგების ფასი, ვიდრე მომავალი მოგების, დანახარჯისა და ზარალის მნიშვნელობა.

დისკონტის მაღალი განაკვეთი ხელს უწყობს ბუნებრივი რესურსების ზეექსპლუატაციისკენ მისწრაფებას მოგების სწრაფი მიღებისათვის. ამასთან, ეკონომიკური გადაწყვეტილების მიღებისას პრიორიტეტი ენიჭება დღევანდელი სიმდიდრის მაქსიმიზაციას. ამის შესაბამისად, მინიმუმამდეა დაყვანილი მომავალი მოგება და ზარალი, რაც ახასიათებს ეკოლოგიურ პროექტებს. მაგალითად, „დანახარჯი-შემოსავალი“ ტრადიციული მიდგომის პოზიციიდან ისეთი ეკოლოგიური ღონისძიება, როგორც ტყის გაშენებაა, მცირე კონკურენტუნარიანი აღმოჩნდება, რადგან ტყის პროექტების რეალიზაციას სჭირდება 50-70 წელი, რადგან ხეების გაზრდისათვის საჭიროა ათწლეულები. პროექტმა, რომელმაც შეიძლება დიდი ზიანი მიაყენოს შენობას და გამოიწვიოს დანაკარგები, ტრადიციული მიდგომით შეიძლება ეფექტური აღმოჩნდეს მომავალი დანახარჯების დაწევით.

დისკონტის თანამედროვე განაკვეთები, რომლებსაც იყენებენ საერთაშორისო ორგანიზაციები ბანკების საშუალებით, საკმაოდ მაღალია და არის 8-12%. ლიტერატურაში ხშირად საუბრობენ მომავლის ტირანიასა და დისკრიმინაციაზე დისკონტირების სტანდარტული მეთოდების გამოყენებით: მყარი განვითარების კონცეფციისადმი ასეთი მიდგომა არაადეკვატურია მომავალი ინტერესებიდან გამომდინარე.

შეიძლება სხვადასხვანაირად გადაწყდეს დისკონტირების პრობლემა გარემოს დაცვასთან მიმართებაში. 70-80-იან წლებში ეკონომიკის სხვადასხვა დარგისათვის დგინდებოდა დისკონტირების სხვადასხვა კოეფიციენტი, რაც კონკრეტულს ხდიდა სოციალურ და ეკოლოგიურ პროექტებს. მაგალითად, ტყის პროექტებისათვის ეს კოეფიციენტი არის 0,03. საშუალოდ, როცა შემოსავლიან ღონისძიებათა ეკონომიკური მოთხოვნა უფრო მკაცრი იყო, მაშინ დისკონტირების მოთხოვნებიც კი 4-ჯერ მაღალი (0,12) აღინიშნებოდა, კაპიტალური შენატანების გამოსყიდვის მაქსიმალური ვადები კი 8 წელი იყო.

დიდი მნიშვნელობა აქვს ბუნებრივი სიმდიდრის, მომსახურებისა და ფასეულობების მაღალ ეკონომიკურ შეფასებას, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს დანახარჯებისა და მოგების მაჩვენებლებზე. ზოგიერთ ქვეყანაში სახელმწიფო ადგენს დისკონტის უფრო დაბალ განაკვეთს კერძო სექტორთან და მსოფლიოს სხვა ქვეყნებთან შედარებით. მაგალითად, ინგლისში ფინანსთა სამინისტრომ დაადგინა მოგების მოთხოვნათა ნორმები 6%-ის ოდენობით სახელმწიფო ინვესტიციებისათვის.

ინვესტიციების ეფექტიანობისა და ბუნების დაცვის შემოსავლიანი პროექტის განსაზღვრისას შეიძლება ვისარგებლოთ ეროვნული მეთოდებით. ამ მიდგომებში არ დგას ეფექტის, მოგებისა და ზარალის განსაზღვრის ამოცანა. მთავარია, მოინახოს განვითარების ისეთი ვარიანტი, რომელიც მინიმუმამდე დაიყვანს დანახარჯს



წინასწარ დასახული მიზნის მისაღწევად. მნიშვნელოვანია მხოლოდ მიზანი და მის მისაღწევად გაწეული დანახარჯები. ეს მეთოდი კარგია იმ შემთხვევაში, როცა რთულია პროექტის რეალიზაციის ეფექტის განსაზღვრა ან იდენტიფიკაცია, მაგრამ პროექტის მიზანი მნიშვნელოვანია საზოგადოებისათვის. პირველ რიგში ეს ეხება ეკოლოგიურ და სოციალურ პროექტებს. რამდენიმე პროექტიდან გამოირჩევა პროექტი, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას:

$$C + rK \rightarrow \min, \quad (3.8)$$

სადაც  $C$  – მიმდინარე წლიური დანახარჯებია;  $K$  – კაპიტალური შენატანები;  $r$  – დისკონტირების კოეფიციენტი.

აუცილებელია, მიღებულ იქნეს პროექტი, სადაც ნაგულისხმები იქნება ბუნებრივი რესურსების გამოყენება, რაც განსაზღვრავს გარემოზე მოქმედების შედეგს საბოლოო პროდუქტის სახით. თანხის ჩასადებად ოპტიმალური ვარიანტის მოძებნის მიზანია საბოლოო მოხმარების გაზრდა, შემდეგ ტარდება ბუნებრივი რესურსების გამოყენების პროცესის ანალიზი – პროდუქციის წარმოებისა და მოხმარებლამდე მიტანის რომელ სტადიაშია უფრო ეფექტური კაპიტალური შენატანის დანახარჯების შემცირების თვალსაზრისით.

საბოლოოდ, ეკონომიკური ეფექტიანობის ინვესტიციების განსაზღვრის ფორმულა შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც საბოლოო პროდუქტის გაზრდის დამოკიდებულება ინვესტიციების კაპიტალური შენატანების ჯამთან.

(3.9) ფორმულა ასახავს ბუნებრივი ნედლეულის პროცესის ბოლო სტადიაში ინვესტირებას:

$$\vartheta_n = \frac{\Delta V}{\sum_{i=0}^n K_i}. \quad (3.9)$$

როგორც (3.9) ფორმულიდან ჩანს, აუცილებელია ინვესტიციები ისე განაწილდეს, რომ მივიღოთ მინიმალური დანახარჯის გეგმური შედეგი. ეკონომიკური განვითარებისას ასეთი კომპლექსური ინვესტიციური მიდგომა საშუალებას იძლევა, უფრო ჩქარა და საგრძნობლად ნაკლები დანახარჯებით გავზარდოთ სხვადასხვა პროდუქციის მოხმარება.

### 3.4. ეკოლოგიური ზემოქმედების შეფასება და ზარალი

ა) ექსპორტის პოლიტიკის ცვლილება. ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტის ალტერნატიულ ვარიანტს საჭიროა მივაკუთვნოთ ექსპორტის პოლიტიკის ცვლილებებიც. არის ქვეყნები, სადაც ექსპორტის პოლიტიკის მნიშვნელოვანი ნაწილი მოდის ბუნებრივ რესურსებზე, ძირითადად არაგანახლებადზე. ამ ბუნებადამანგრეველი, ბუნებატევადი ექსპორტის პოლიტიკით არსებითად

მწვავედება არასახარბიელო მდგომარეობა გარემოში. მაგალითად, ასეთი ქვეყანაა რუსეთის ფედერაცია, სადაც მარტო სათბობ-ენერგეტიკული რესურსებზე მოდის მთლიანი ექსპორტის 40%-ზე მეტი, ხოლო ქვეყნიდან მადნეულის, კონცენტრატების, ლითონის, ხის მასალისა და მისი გადამუშავებით მიღებული მასალების, სასუქების, ქიმიური პროდუქტებისა და სხვა ბუნებატევადი პროდუქციის მნიშვნელოვანი ექსპორტით არსებითად იზრდება და შეადგენს მთლიანი ექსპორტის 80%-ზე მეტს. ძალზე მნიშვნელოვანია ექსპორტირებული ბუნებრივი რესურსების მოცულობა მათ წარმოებასთან შედარებით. ამავე დროს მაღალტექნოლოგიური პროდუქციის გადამმუშავებელ დარგზე მოდის ექსპორტის 10%-ზე ნაკლები. ექსპორტის ასეთი ბუნებატევადი სტრუქტურა კიდევ უფრო ამწვავეს ეკოლოგიურ მდგომარეობას მრავალ რეგიონში (იხ. ცხრ. 3.4).

### ცხრილი 3.4

#### საზღვარგარეთის ქვეყნებში საქონლის ექსპორტის სტრუქტურა

№	პროდუქციის სახე	ექსპორტის მთლიანი თანხის %
1	მანქანები, დანადგარები და სატრანსპორტო საშუალებები	8
2	მინერალური პროდუქტები	40
3	ლითონები, ძვირფასი ქვები და მათი ნაკეთობები	30
4	ქიმიური მრეწველობა – კაუჩუკი	10
5	მერქანი და ცელულოზა – ქაღალდის ნაწარმი	6
6	სხვა დანარჩენი	6
	<b>სულ:</b>	<b>100</b>

ექსპორტის პოლიტიკის ცვლილების შედეგად შესაძლებელია დატვირთვის მნიშვნელოვანი შემცირება ბუნების სფეროში, ასევე ბუნებატევადობის ექსპორტის შემცირება. პირველ რიგში, ეს ეხება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ექსპორტი-იმპორტის პოლიტიკას. ექსპორტის ამონაგების მნიშვნელოვანი ნაწილი მიდის სურსათისა და სასოფლო-სამეურნეო ნედლეულის შემენაზე.

ასეთი შესყიდვების ხვედრითი წილი შეადგენს ბევრ ქვეყანაში ყოველწლიურად 25-30%-ს. ასევე ხდება არაგანახლებადი ძირითადად ბუნებრივი რესურსების გაცვლა კვლავწარმოებადი ნედლეულის რესურსებზე.

ამავე დროს ქვეყანაში წარმოებული სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციისა და ნედლეულის მნიშვნელოვანი ნაწილი – 30%-მდე, იკარგება. ეკოლოგიური დატვირთვის შემცირებისა და ეკონომიკური სარგებლის ზრდის პოზიციიდან გამომდინარე,

გაცილებით ეფექტურია სასურსათო დანაკარგების ლიკვიდაცია, ვიდრე სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების მოპოვებისა და მადნის იძულებითი ექსპორტის გაზრდა შიდა სასურსათო ბაზრის სტაბილიზაციისათვის. ასეთი მოპოვება მოითხოვს ყველა დანახარჯის ზრდას, რასაც ქვეყანა მიჰყავს მძიმე ეკოლოგიურ დეფორმაციამდე.

ამ მიზნით აუცილებელია არსებითად შეიცვალოს კაპიტალდაბანდებათა სტრუქტურა, როგორც ეკონომიკის ცალკეულ სექტორში, ასევე მათ შიგნითაც. კერძოდ, პირდაპირი რეგულირებისა და ბაზრის მექანიზმის საფუძველზე საჭიროა აგროსამ-რეწველო კომპლექსში ინფრასტრუქტურის განვითარებისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის სტიმულირება, რაც საშუალებას იძლევა, მკვეთრად შემცირდეს სურსათის დანაკარგები. აგრარულ სექტორში ახალი ინვესტიციების ერთ-ერთი წყარო შეიძლება გახდეს სათბობ-ენერგეტიკის კომპლექსში ძნელად მისაწვდომი ნავთობისა და გაზის წარმოშობის ადგილების ათვისებაზე მიმართული დანახარჯების შემცირე-ბა. სახალხო-სამეურნეო სტრუქტურის ასეთი რესურსდამზოგი ცვლილებები საშუალებას იძლევა, შემცირდეს ბუნებრივი რესურსების მოპოვებისა და ექსპორტის მოცულობა და გამოსწორდეს ეკოლოგიური მდგომარეობა.

**ბ) კონვერსია.** „ცივი ომის“ დამთავრებამ მრავალ ქვეყანაში შესაძლებელი გახადა წარმოების შემცირება თავდაცვის კომპლექსში ფართომასშტაბიანი კონვერ-სიის ჩასატარებლად. მრავალ ქვეყანაში კონვერსიას შეიძლება დიდი მნიშვნელობა ჰქონდეს ეკოლოგიური სიტუაციის სტაბილიზაციისათვის.

ბუნების გამოყენების სრულყოფაში არსებითი როლი შეიძლება შეასრულოს თავდაცვის კომპლექსის წარმოების პროფილის შეცვლამ ეკოლოგიური საჭიროების-თვის, ასევე ახალი რესურსდამზოგი ტექნოლოგიების შემუშავებამ, ეკოლოგიური, ბუნებისდამცავი ტექნიკისა და მოწყობილობების გამოშვებამ და მათი წარმოების გაზრდამ. თავდაცვის დარგში თავმოყრილია ძლიერი სამეცნიერო-ტექნიკური პოტენციალი, მაღალკვალიფიცირებული კადრები და მოწინავე ტექნოლოგიები. ქვეყანაში ეკოლოგიური მანქანათმშენებლობის არარსებობისა და კომპლექსური ტექნოლოგიების დაბალი განვითარების დონის გამო, რომლებმაც უნდა გააუმჯობე-სონ ბუნებრივი რესურსების გამოყენება და გარემოს დაცვა, მცირენარჩენიანი ტექნოლოგიები, ეკოლოგიურად ორიენტირებული კონვერსია საშუალებას იძლევა, მივიღოთ მნიშვნელოვანი ბუნებადაცვითი ეფექტი.

ბუნებისათვის რეალური დანაკარგი გაცილებით მაღალია, თუ გავითვალის-წინებთ პირდაპირი მოხმარებისა და ბუნებრივი რესურსების გამოყენების არაპირ-დაპირ მაჩვენებელს. თუ გამოვიყენებთ ბუნებრივ-სამრეწველო ვერტიკალის აპარატს, მაშინ თავდაცვის დარგში ჩართული რესურსების მასშტაბი არსებითად გაიზრდება. მაგალითად, ტანკების, რაკეტების, მძიმე ტექნიკის წარმოება ითხოვს დიდი რაოდენობით ლითონს. აქ დიდ როლს ასრულებს რკინის მადანი. როცა მოპოვება ძირითადად ღია მეთოდებით ხდება, იკარგება დიდი რაოდენობის ძვირადღირე-ბული სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები. ამასთანავე თავდაცვითი ობიექტებით

მიწების დაკავებასთან ერთად ასევე მიწების მნიშვნელოვანი რაოდენობის გასხვისება ხდება, რომელთა გამოყენებაც დაკავშირებულია საომარი მასალის წარმოებასთან. ასეთ პირობებში არაკონკურენტუნარიანი საომარი პროდუქციის წარმოების შემცირება, ბუნებრივი რესურსებისა და პროდუქციის გამოყენების შემცირება თავდაცვის საჭიროებისთვის, საშუალებას იძლევა, გაცილებით გაუმჯობესდეს ეკოლოგიური სიტუაცია და შემცირდეს ზეწოლა ბუნებაზე.

**გ) დადებითი სექტორთაშორისი ექსტერნალები.** ქვეყანაში ეკონომიკასა და ცალკეულ სექტორებში სტრუქტურული გადატრიალება უნდა ითვალისწინებდეს სექტორთაშორისი ეფექტების თავისებურებებს. ეს თავისებურებები შედეგია იმ ღონისძიებების შესაძლო სექტორული, დარგობრივი და პროდუქტიული შეუსაბამობისა, რომელსაც აქვს მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური ეფექტი. ერთ სექტორში განსაზღვრული წარმოებისა და საქმიანობის სახეების განვითარების პროგრამების რეალიზაციამ ეკოლოგიური ვითარების გაუმჯობესების მიზნით ან თუნდაც მხოლოდ რომელიმე საწარმოო მიზანმა ეკოლოგიური ორიენტაციის გარეშე, შესაძლოა გამოიწვიოს ეკოლოგიური დატვირთვების შემცირება სხვა კომპლექსში. ამ დროს აღინიშნება სექტორთაშორისი ეკოლოგიური ეფექტი და წარმოიშობა თავისებური მაკროეკონომიკური ექსტერნალები. მოცემულ შემთხვევაში ეკონომიკაში არის დადებითი ექსტერნალები. შესაძლებელი ხდება ეკოლოგიური ხასიათის საზოგადოებრივი ხარჯების შემცირება, ასევე ერთი სექტორის (დარგის) ხარჯების შემცირება მეორე სექტორის (დარგის) განვითარების ხარჯზე.

დადებითი სექტორთაშორისი ექსტერნალის მაგალითია აგრარული სექტორის განვითარება ენერგეტიკული სექტორისთვის. თავის მხრივ, აგრარულ სექტორში ინფრასტრუქტურისა და გადამმუშავებელი მრეწველობის განვითარება საშუალებას იძლევა, შემცირდეს სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული მიწისა და წყლის რესურსები სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის დანაკარგების აღმოფხვრის გზით.

ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრის ალტერნატიული ვარიანტების არსებითი თავისებურებაა რეგიონული ტერიტორიების შესაძლო შეუსაბამობა, სადაც ფუნქციონირებს მოცემული სექტორის – კომპლექსის ობიექტები და ტერიტორიები, აქ წარმოჩნდება ეკოლოგიური ეფექტი, დადებითი ექსტერნალები მოცემული კომპლექსის განვითარებიდან.

ჩამოთვლილი ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრის ალტერნატიულ ვარიანტებს ახასიათებს მაღალი ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ეფექტიანობა. რა თქმა უნდა, ამ ვარიანტებით არ ამოიწურება შესაძლო ალტერნატიული გადაწყვეტილებების წრე. ახლა ძალიან აქტუალურია ალტერნატიული ვარიანტების მოძიება და რეალიზაცია და ზუსტად ამ მიმართულებით არსებობს ყველაზე მეტი შესაძლებლობა ეკოლოგიური სიტუაციის შესამსუბუქებლად. თუმცა ასეთი მოძიება ყოველთვის ადვილი და ცხადი არ არის. ბევრი ვარიანტი შეიძლება მოინახოს დარგთაშორისი ბალანსის ან სხვა ეკონომიკური ინსტრუმენტების საფუძველზე.

ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრის ალტერნატიული ვარიანტების მოძებნა და რეალიზაცია გარკვეულწილად შეიძლება შევადაროთ აკუპუნქტურის სამედიცინო ხელოვნებას. უნდა მოიძებნოს ისეთი ეკონომიკური წერტილი, რომელზეც ზემოქმედება მოგვცემს მაქსიმალურ ეკოლოგიურ ეფექტს. სწორედ ეს არის შემოწმებული ეკოლოგიური პრინციპის – „იფიქრე გლობალურად (საყოველთაოდ), იმოქმედე ლოკალურად“ – რეალიზაცია.

ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრის ალტერნატიული ვარიანტების რეალიზაციის მექანიზმები განხილულია მონოგრაფიის შემდეგ თავებში, სადაც გაანალიზებულია სახელმწიფოსა და ბაზრის როლი, ასევე ბუნებასარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმები.

**გ) მცირენარჩენიანი და რესურსდამზოგველი ტექნოლოგიის განვითარება. ტექნოლოგიური ცვლილებები.** ეკონომიკური განვითარების ეკოლოგიზაციის შემდეგი მიმართულება მცირენარჩენიანი და რესურსდამზოგველი ტექნოლოგიების ფართოდ განვითარებაა. თუკი ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტის ალტერნატიული ვარიანტები ძირითადად დაკავშირებულია მაკრო- ან დარგობრივ დონესთან – კომპლექსთან, სექტორებთან და ა.შ., მცირენარჩენიანი და რესურსდამზოგველი ტექნოლოგიების განვითარება რეგიონული ხასიათისაა და დაკავშირებულია ეკონომიკის მიკროდონესთან – საამქროსთან, საწარმოსთან, განსხვავებული პროფილის საწარმოების ჯგუფთან ერთ ტერიტორიაზე.

გაეროს ევროპის ეკონომიკური კომისიის მასალებსა და მცირენარჩენიანი და უნარჩენო ტექნოლოგიების შესახებ 1979 წელს მიღებულ დეკლარაციაში, გარემოს დაცვის დარგში ევროპის თანამშრომლობის შესახებ თათბირზე, მცირენარჩენიანი და უნარჩენო ტექნოლოგია განისაზღვრა, როგორც ცოდნის, მეთოდებისა და საშუალებების პრაქტიკული გამოყენება იმისათვის, რომ ადამიანის მოთხოვნილებების ფარგლებში უზრუნველყოფილ იქნეს ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება და დაცული იყოს გარემო.

განსაზღვრებიდან გამომდინარეობს, რომ მცირენარჩენიანი ტექნოლოგია წყვეტს ორ ამოცანას: ერთი მხრივ, ბუნებრივი ნედლეულისა და პროდუქტების ეფექტურ გამოყენებასა და მის გადამუშავებას და მეორე მხრივ – გარემოს დაცვას განსხვავებული სახის დაბინძურებისაგან, ნარჩენებისგან. მცირენარჩენიანი და რესურსდამზოგველი ტექნოლოგიების მიზანია დახურული ტექნოლოგიური ციკლების შექმნა არსებული ნედლეულისა და ნარჩენების სრულად გამოყენებით. ეს არის მცდელობა ბუნებრივი ციკლების აღდგენისა, რამეთუ ბიოსფერო არის ჩაკეტილი სისტემა, სადაც ყველა ელემენტი ერთმანეთთან დაკავშირებულია და განაპირობებს ერთმანეთს.

თანამედროვე ტექნოლოგიური ეკონომიკა ღია სისტემაა, სადაც მცირე საბოლოო პროდუქტის მისაღებად საჭიროა დიდი რაოდენობის რესურსების დახარჯვა და თან სდევს დიდი რაოდენობით ნარჩენები. განკერძოებული ბუნებრივი

ნივთიერებების მთლიან მოცულობასთან მიმართებაში საბოლოო პროდუქტი დღეს მხოლოდ 2-4%-ია, დანარჩენი კი არის ნარჩენი (ცარიელი ქანი, წიდები და ა.შ).

კაცობრიობა იცნობს დახურულ ეკონომიკურ სისტემებს. ეს არის სოფლის მეურნეობა, უფრო ზუსტად – ნატურალური სოფლის მეურნეობა, სადაც ნარჩენების რაოდენობა მინიმალურია. სისტემა „მიწათმოქმედება–მეცხოველეობა“ ნარჩენებს იყენებს თვითონ: მიწათმოქმედება მეცხოველეობას აძლევს საკვებს, ასევე მარცვლეულს, მზესუმზირის, შაქრის ლერწმისა და სხვა კულტურების გადამუშავების ნარჩენებს; თავის მხრივ მეცხოველეობა უზრუნველყოფს მიწათმოქმედებას ნაყოფიერებისათვის ძალიან სასარგებლო ორგანული ნივთიერებებით. შედეგად იქმნება საშუალებების მეტ-ნაკლებად დახურული წრე.

მცირენარჩენიანი და რესურსდამზოგველი ტექნოლოგიების ეტაპობრივი ტრანსფორმაცია საშუალებას მოგვცემს, წარმოების ღია სისტემა თანდათანობით გადავიდეს ნახევრად ღია სისტემაზე, ამის შემდეგ კი დახურული ტიპის სისტემით შეიცვალოს, მთელი შემოსული რესურსებისა და ნარჩენების სრული გადამუშავებითა და უტილიზაციით, ასევე გარემოს დაბინძურების შეწყვეტით. ასეთი ტრანსფორმაცია ცვლის თვით ტექნოლოგიურ პრინციპს. ამჟამად ტექნოლოგიათა უმრავლესობაში ბრძოლა დაბინძურებასა და ნარჩენებთან პრაქტიკულად ბოლო ტექნოლოგიურ ეტაპზეა. ესაა: ფილტრები, გამასუფთავებელი ნაგებობები და ა.შ. (პირდაპირი ბუნებისდაცვითი ღონისძიებები). ინგლისურ ენაში ასეთ ტექნოლოგიებს უწოდებენ „მილის ბოლო ტექნოლოგიებს“. მათგან განსხვავებით, მცირენარჩენიანი ტექნოლოგიები ქმნის ახალ ციკლებს თვით ტექნოლოგიურ პროცესში.

## თავი IV. ეკოლოგიის ეკონომიკური განვითარების ძირითადი მიმართულებები და მდგრად განვითარებაზე გადასვლა

### 4.1. ეკონომიკური განვითარების ტექნოგენური ტიპის შეზღუდვა

შეიძლება, თუ არა, ტექნიკური განვითარებით ეკონომიკის გაჯანსაღება, ბაზარზე გადასვლა, კეთილდღეობის გაზრდა? შესაძლებელია, თუ არა, ასეთი თანამიმდევრობა: ჯერ ეკონომიკა, შემდეგ კი ბუნება?

ამ კითხვებს რომ ვუპასუხოთ, დაწვრილებით განვიხილოთ ეკონომიკური განვითარების ტექნიკური ტიპები.

უმეტეს რეგიონში აღინიშნება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ხარისხის გაუარესება, მათში სხვადასხვა მავნე ნივთიერებათა მატება. ანალოგიური პროცესები წყალსაც ელოდება.

მსხვილ ინდუსტრიულ ქვეყნებში აღინიშნება ეკოლოგიის გამწვავება ცხოვრების დონეზე, განსაკუთრებით კი იქ, სადაც განვითარებული მრეწველობა და ინტენსიურია საავტომობილო ტრანსპორტის მოძრაობა.

ყოველივე ამას მოსდევს სხვადასხვა სახის დაავადება, იმუნიტეტის დაქვეითება, გენეტიკური ცვლილებანი. საზოგადოების დიდ ნაწილს აღინიშნება ონკოლოგიური დაავადებები. ამას ემატება ასევე მსოფლიო პანდემიები, მაგალითად COVID-19-ისა.

ეკოლოგიური სიტუაციის გაუარესება ძლიერ მოქმედებს ბავშვების ჯანმრთელობასა და განვითარებაზე. ამის გამო განვითარებულ ქვეყნებში სკოლების მოსწავლეთა მხოლოდ 12% შეიძლება ჩაითვალოს აბსოლუტურად ჯანმრთელად.

საზოგადოების პრობლემად, რომელიც აუარესებს გარემოს, შეიძლება ჩაითვალოს ასევე ნაციონალური და ემიგრაციული პრობლემები, მაგალითად, ბუნებრივი აირის მოპოვებისას ხდება ბუნების დეგრადაცია, ასევე ეკონომიკის ტექნოლოგიური განვითარების გზაზე ეკოლოგიური შეზღუდვის არსებობა მოითხოვს „ჩიხური“ ტიპის განვითარების შეცვლას, ეკონომიკის მტკიცე ეკოლოგიზაციის განვითარების ტიპზე გადასვლას.

### 4.2. ეკოლოგიის ეკონომიკური განვითარების მიმართულებები

განვიხილოთ ეკოლოგიურ-ეკონომიკური განვითარების მიმართულებებში პრინციპული თეორიული მომენტები. საჭიროა ბუნებრივი რესურსების ანალიზი. დღევანდელ პერიოდში აუცილებელია მაკრომიდგომა ბუნებრივი რესურსების ეკონომიკური გამოყენებისადმი, როგორც მეცნიერებისადმი, რომლის ჩარჩოებშია მოქცეული სახალხო მეურნეობა ეკოლოგიის ეკონომიკური განვითარების

პოზიციებიდან გამომდინარე.

ბუნებრივი გარემოს დაცვის, მისი რესურსების რაციონალურად გამოყენების მიზნით, საჭიროა გავზარდოთ ბუნების დაცვის ღონისძიებათა ეფექტიანობა. ბუნებრივ გარემოს დიდი სარგებლობა მოაქვს საზოგადოებისათვის, ამასთან, მისი არასწორად გამოყენება უარყოფით გავლენას ახდენს ეკონომიკაზე. ეკოლოგიურ პრობლემებს, რომელთა გადაწყვეტა და დამუშავება ხდება ლოკალური ეკოლოგიური პროგრამის მიხედვით და არა მაკროდონეზე, არაა ეფექტიანი. წარსულში ეკონომიკური თეორია არ ითვალისწინებდა იმას, რომ ეკონომიკური პროცესები მიმდინარეობს კონკრეტულ ბუნებრივ გარემოში და ექცევა მისი გავლენის ქვეშ. ამიტომ აუცილებელია ეკონომიკის მაკროდონეზე გადაყვანა ეკოლოგიის დაბალანსების მიზნით. ამისათვის აუცილებელია სხვანაირი იერარქია, ეკოლოგიური პრობლემების დამუშავების თანმიმდევრობა. აუცილებელია ახალი იდეოლოგია ბუნების გამოყენების შესახებ.

ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტის დროს აუცილებელია გავითვალისწინოთ:

- ა) ეკოლოგიური პრობლემების დამუშავების ალტერნატიული ვარიანტები (ეკონომიკის სტრუქტურული გარდაქმნა, ექსპორტის პოლიტიკის შეცვლა, კონვერსია);
- ბ) ტექნოლოგიის შეცვლა;
- გ) ბუნების დაცვის ღონისძიების ჩატარება.

ბუნების დაცვის პრობლემის გადაწყვეტაში ყველაზე ეფექტური ეკოლოგიური და ეკონომიკური მიმართულება „გარე ბუნებრივი“ დარგების განვითარებაა.

ალტერნატიული ვარიანტების რეალიზაცია მოიცავს მაკროეკონომიკურ და დარგობრივ დონეებს.

პოზიტიური ცვლილების შეტანა ეკონომიკაში იწვევს ეფექტურ გარდაქმნებს პოლიტიკაში. სტრუქტურული პოლიტიკა გამოყოფს ისეთ პრიორიტეტებს პრობლემების გადაწყვეტაში, როგორცაა ეკონომიკა, ეკოლოგია, სოციალური, რეგიონული, მეცნიერული, ტექნიკური და მათთან დაკავშირებული პრიორიტეტული დარგების განვითარება. პოლიტიკური სტრუქტურული რეალიზაციის საშუალებებს მიეკუთვნება ინვესტიციის პოლიტიკა, საბაზრო სტიმულირების სისტემა (კრედიტები, სუბსიდიები, დაბეგვრა), სამართლებრივი რეგულირება და ა.შ.

ეკონომიკური სტრუქტურის ცვლილება მოიცავს ბუნებრივი რესურსების გადამუშავების ზრდას, რესურსების გადამმუშავებელი დარგების განვითარებას, თანამედროვე ტექნოლოგიებით აღჭურვილ საწარმოთა აშენებას და ა.შ.

ბუნებრივი გარემოს დაცვის, მისი რესურსების რაციონალურად გამოყენების მიზნით, საჭიროა ფართოდ დავნერგოთ მცირენარჩენიანი და უნარჩენო ტექნოლოგიები, განვახდინოთ კომბინირებული საწარმოები, რომლებიც გამორიცხავენ ან ამცირებენ გარემოზე მიყენებულ მავნე ზემოქმედებას.



რაციონალური ეკონომიკური სტრუქტურულ-ტექნოლოგიური ცვლილებები 20-30 % გაზრდის ბუნებრივი გარემოს დაცვას.

ბუნებრივი რესურსების გიგანტურმა სტრუქტურულმა მოხმარებამ არარეალური დეფიციტი გამოიწვია ენერგეტიკაში, სოფლის მეურნეობაში, სატყეო მეურნეობაში და ა.შ. არსებული რესურსების შეფასება გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$N_a = N_r + N_s, \quad (4.1)$$

სადაც  $N_a$  არის ბუნებრივი რესურსების საერთო მოხმარება;  $N_r$  — ბუნებრივი რესურსების რაციონალური მოხმარება;  $N_s$  — ბუნებრივი რესურსების „სტრუქტურული“ მოხმარება.

უფრო დაწვრილებით განვიხილოთ სახალხო მეურნეობაში სტრუქტურული გარდაქმნის ეკოლოგიური ასპექტები. მთელი ეკონომიკა წარმოვიდგინოთ პირამიდის სახით, რომელიც დაყოფილია სხვადასხვა ტექნოლოგიური სტადიებად:

პირამიდის საფუძველში პირველ საფეხურზე არის სახალხო მეურნეობაში ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ოთხი სექტორი: რესურსების მოპოვება, სოფლის მეურნეობა, ხე-ტყის მრეწველობა და თევზრეწვა.

მეორე საფეხურზეა ისეთი დარგები, რომლებიც ამუშავებენ ბუნებრივ ნედლეულს – ელექტროენერგეტიკა, ხე-ტყის დამუშავება და ა.შ. სოფლის მეურნეობაში – სოფლის მეურნეობის შემდეგი დარგები: საკონდიტრო, ხორცის, ყურძნის გადამამუშავებელი საწარმოები.

მესამე საფეხურზე არის ისეთი დარგები, რომლებსაც უწევს ნედლეულის მეორეული გადამამუშავება, რის შედეგადაც ღებულობენ ახალ საქონელს. მაგალითად, ასეთია ფეხსაცმლის წარმოება და ა.შ.

მეოთხე და უფრო ზედა საფეხურებზეა მანქანათმშენებლობა, ძვირფასი ლითონების წარმოება და მომსახურება.

აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რაც უფრო ვიწროა ეკონომიკის პირამიდის საფუძველი, უფრო ვრცელია მისი სივრცე, რაც უფრო მცირეა რესურსების დანახარჯები ქვედა საფეხურებზე, მით მეტია საქონლის წარმოება და მომსახურება ეკონომიკის ზედა საფეხურებზე.

თუ ზოგიერთ დარგში შეიქმნა კრიზისი, ის ხელს შეუშლის ეფექტური და პროგრესული ეკონომიკური სტრუქტურის განვითარებას, შემცირდება წარმოება და მოთხოვნა მრავალ ბუნებრივ რესურსზე, შემცირდება დაბინძურება. მაგრამ ბუნებრივი რესურსების ხარჯვა გაიზრდება, ყოველივე ამას მოჰყვება ეკონომიკური მაჩვენებლების ენერგოტევადობის ზრდა. ეს მაჩვენებელი მთლიანი ეროვნული პროდუქციისათვის გაიზრდება, რაც იმას ნიშნავს, რომ ეკონომიკური შედეგების მისაღწევად საჭიროა ხარჯების გაზრდა ნავთობზე, გაზზე, ქვანახშირზე, ელექტროენერგიაზე, რასაც მოჰყვება ბუნებრივი რესურსების შემცირება.

ეკონომიკა ხდება არამართო „სულელი“ დეგრადირებულ ტექნოლოგიურ

დარგთან ერთად, არამედ „დაბინძურებულიც“.

ეკონომიკაში ღრმა სტრუქტურული ცვლილების აუცილებლობის შესახებ მეტყველებს ქვეყნების გამოცდილება, სადაც 2010 წლიდან კოლოსალური სტრუქტურული ცვლილება მოხდა ბუნებრივი რესურსების სასარგებლოდ.

მაგალითად, იაპონიაში ომისშემდგომ პერიოდში ენერგეტიკაში ქვანახშირის მრეწველობა დომინირდება. შემდეგ დადგა ნავთობისა და გაზის ინტენსიური გამოყენების პერიოდი, მას მოჰყვა შავი და ფერადი მეტალურგიის, გადამამუშავებელი მრეწველობის, მანქანათმშენებლობისა და ქიმიური მრეწველობის აღორძინება, მაგრამ ეს ყველაფერი მეორე პლანზე გადავიდა, როცა ჩინეთში 70-იან წლებში ახალ ტალღად შემოიჭრა პროგრესული დარგების განვითარება, რომლებიც დაკავშირებული იყო ინფორმატიკასთან, უმაღლეს ტექნოლოგიებთან, ელექტრონიკასთან, რობოტეკნიკასთან და სხვ. ამ სტრუქტურული ძვრის შედეგად შეწყდა გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედება.

ბუნებრივი რესურსების განსაკუთრებით დიდი რეზერვების ეკონომია შეიძლება სტრუქტურული გარდაქმნის მეშვეობით ისეთ რაიონებში, როგორცაა ციმბირი და შორეული აღმოსავლეთი. მიუხედავად იმისა, რომ ეს რაიონები მდიდარია რესურსებით, ნოტიო ჰავის გამო მათი სრულად გამოყენება ვერ ხორციელდება. გადამამუშავებელი მრეწველობის ტექნოლოგიაში მსოფლიო დონისაა მხოლოდ 6-8 %. ასეთ პირობებში დიდი რაოდენობით იკარგება ბუნებრივი რესურსები, მათ შორის მიწის უდიდესი რეზერვები. ნავთობი, აირი და ქვანახშირი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ სტრუქტურული გარდაქმნის გზით.

ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტა შეიძლება არა მარტო ალტერნატიული ვარიანტებით, არამედ საექსპორტო პოლიტიკის ცვლილებითაც, თუ ამ ცვლილებით შემცირდება ბუნებრივ გარემოზე ზეწოლა. უპირველეს ყოვლისა, ეს ეხება ექსპორტ-იმპორტის პოლიტიკას სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის სფეროში.

ზეწოლის ეკოლოგიურად შემცირება და ეკონომიკური მოგების გაზრდა უფრო ეფექტურია მრეწველობის ხარჯების ლიკვიდურობით, ვიდრე სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების გაზრდა. ასეთი მოგება მოითხოვს ბევრ ხარჯს და მას თან მოსდევს ეკოლოგიური დეფორმაცია.

ბუნებისთვის რეალური ზარალი უფრო მაღალია, თუ გავითვალისწინებთ ირიბი მაჩვენებლების პირდაპირ მიღებასა და ბუნებრივი რესურსების გამოყენებას. თუ გამოვიყენებთ აპარატის ბუნებრივ-პროდუქტიულ ვერტიკალს, მაშინ დაცვის დარგების რესურსებში გარეული მასშტაბები გაიზრდება.

ეკოლოგიის გაუმჯობესებისათვის კარგია ბუნებაზე ზემოქმედების, წნევის შემცირება, ვიდრე წარმოებაში არაკონკურენტუნარიანი პროდუქციის გამოშვება.

**დადებითი ექსტერნალები სექტორთა შორის.** მთლიანად ეკონომიკაში და ცალკეულ სექტორებში სტრუქტურული გარდაქმნებისას გათვალისწინებული უნდა იყოს განსაკუთრებული სექტორთაშორისი ეფექტები. ეს განსაკუთრებულობა არის

სექტორის, დარგის, საქონლის, ღონისძიების შედეგის არდამთხვევის მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ეფექტი. ერთ სექტორში კონკრეტულ წარმოებათა განვითარებისა და ეკოლოგიური მდგომარეობის გასაუმჯობესებელი საქმიანობის სახეების რეალიზაციას შეუძლია შეამციროს ეკოლოგიური დატვირთვები სხვადასხვა კომპლექსში.

სექტორთა (დარგთა) შორის აღინიშნება ეკოლოგიური ეფექტი, ჩნდება თავისებური მაკროეკონომიკური ექსტერნალები. ამ შემთხვევაში აღინიშნება დადებითი ექსტერნალები, ჩნდება ეკოლოგიური ხასიათის საზოგადოებრივი ხარჯების შემცირების შესაძლებლობები, აგრეთვე ხარჯების შემცირება ერთი სექტორისათვის/დარგისათვის მეორე სექტორის/დარგის განვითარების გზით.

მაღალი ეკონომიკურ-ეკოლოგიური ეფექტიანობით გამოირჩევა ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრის ამ თავში ჩამოთვლილი ალტერნატიული ვარიანტები. რა თქმა უნდა, ეს ვარიანტები ყველა შესაძლებელ ალტერნატიულ გადაწყვეტილებას არ იძლევა. ახალი ალტერნატიული ვარიანტების მიგნება და რეალიზაცია აქტუალურია და სწორედ ამ მიმართულებით არის ყველაზე დიდი შესაძლებლობები ეკოლოგიური სიტუაციის შერბილებისათვის. მაგრამ ასეთი ძიება ყოველთვის არ არის მარტივი. უმეტესი ვარიანტები შეიძლება მონახო დარგთაშორისი დაბალანსების საფუძველზე ან სხვა ეკონომიკური ინსტრუმენტებით.

უნდა ვნახოთ ისეთი ეკონომიკური წერტილი, რომელზე ზემოქმედებაც მოგვცემს მაქსიმალურ ეკონომიკურ ეფექტს. ეს არის რეალიზაცია შემოწმებული ეკოლოგიური პრინციპით – „ვიაზროვნოთ გლობალურად, ვიმოქმედოთ ლოკალურად“.

ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრის ალტერნატიული ვარიანტების რეალიზაციის მექანიზმი, სახელმწიფოს და ბაზრის როლი, ბუნებათსარგებლიანობის ეკონომიკური მექანიზმი განხილულია შემდეგ თავებში.

## თავი V. სახელმწიფო და ბაზარი გარემოს დაცვის სფეროში

### 5.1. მაკროეკონომიკური პოლიტიკა და ეკოლოგიური ფაქტორები

სახელმწიფოს საბაზრო ეკონომიკაზე ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ეკონომიკის გადასვლის გაადვილება შეუძლია ეკოლოგიურ-მაბალანსებელი ეკონომიკური რეფორმების მეშვეობით და მაკროდონეზე შესაბამისი ეკონომიკური გარემოს შექმნით. განვიხილოთ მაკროეკონომიკურ პოლიტიკაზე ეკოლოგიური ზემოქმედება. ეფექტური ეკოლოგიური პოლიტიკის განხორციელებისათვის საჭიროა გასატარებელი ღონისძიებების დონისა და დაქვემდებარების, მათი ზემოქმედების მასშტაბისა და საზღვრების ცოდნა. აქ შეიძლება გამოიყოს ღონისძიებების ორი ჯგუფი:

- მაკროეკონომიკური ზომები;
- ღონისძიებები, რომლებსაც აქვს ეკოლოგიური მიმართულებები.

პირველ ჯგუფს ეკუთვნის ზომები, რომლებიც ტარდება მთლიანი ეკონომიკის ჩარჩოებში ან სახალხო მეურნეობის კომპლექსის სექტორების დონეზე. მათ შეიძლება არ ჰქონდეს გამოკვეთილი ეკოლოგიური მიზნები. ასეთი ღონისძიებებიდან შეიძლება გამოიყოს სტრუქტურული გარდაქმნა, ეროვნული ვალუტის გაცვლითი კურსის ცვლილება, სახელმწიფო ბიუჯეტის დეფიციტის შემცირება, საკრედიტო-ფინანსური პოლიტიკა, საგარეო ვაჭრობის ლიბერალიზაცია, კერძო სექტორის როლის გაძლიერება, ინსტიტუციური გარდაქმნები (საპრივატიზაციო პოლიტიკა, დემონოპოლიზაცია და სხვ.), ეკონომიკის ძირითად სექტორებში სუბსიდიებისა ან საგადასახადო პროგრამებისა და ფასების რეფორმები (ენერგეტიკა, სოფლის მეურნეობა, მრეწველობა), საზღვარგარეთული ინვესტიციებისათვის პირობების შექმნა და სხვ. ყველა ეს ღონისძიება, გარდაუვალი მექანიზმები და რეფორმები ამა თუ იმ ხარისხით, გავლენას ახდენს ეკოლოგიურ სიტუაციაზე.

ღონისძიებათა მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება მკაფიოდ გამოხატული ეკოლოგიური ორიენტაციის ზომები: დაბინძურებული გარემომცველი გარემოსათვის „ეკოლოგიური“ და სხვა სახის გადასახადებისა და ჯარიმების დაწესება, ბუნების დაცვის სტანდარტებისა და ნორმატივების მიღება, რეგიონული ან დარგობრივი ეკოლოგიური პროგრამების რეალიზაცია და სხვ. ეს ღონისძიებები თავისი ობიექტების სახით განაპირობებს გარემომცველი გარემოს დაცვასა და ბუნებრივი რესურსების გამოყენების გაუმჯობესებას.

თანამედროვე ეკონომიკაში პირებისათვის, რომლებიც იღებენ გადაწყვეტილებებს, ნათელია იმ მაკროეკონომიკური ღონისძიებების პრიორიტეტულობა, რომლებიც განსაზღვრავენ ეკონომიკურ განვითარებას, ეკონომიკური ზრდის ტემპებს, მოსახლეობის კეთილდღეობის ზრდას. ამ დროს მაკროეკონომიკური პოლიტიკის შესაბამისად მიღებული ეკოლოგიური შედეგები ან საერთოდ უყურადღებოდ რჩება ან მათ მინიმალურ მნიშვნელობას ანიჭებენ.

მაგალითად, არსებულმა პრობლემებმა შეიძლება გამოიწვიოს მაკროეკონომიკური დაბალანსების გასაუმჯობესებლად ისეთი აუცილებელი და ეფექტური ღონისძიებების გატარება, როგორცაა სახელმწიფო ბიუჯეტის დეფიციტის შემცირება. საბიუჯეტო პოლიტიკის მაქსიმალური გამკაცრების პირობებში ხშირად ერთ-ერთი პირველი მსხვერპლი ბუნების დაცვის ხარჯებია. ვალუტის გაცვლითი კურსის ცვლილებას შეუძლია ბუნებრივი რესურსების დამატებითი ექსპლუატაციისა და ექსპორტის სტიმულირება (ზოგიერთი ამგვარი გადაწყვეტილების გამართლებას ემსახურება მაკროეკონომიკურ ღონისძიებებს შორის კავშირის მდოვრე ცოდნა და მათი ეკოლოგიური შედეგები მსოფლიოში).

ღონისძიებების პირველი მაკროეკონომიკური ჯგუფისაგან განსხვავებით მეორე ჯგუფში შედის ზომები დამაჯერებელი ეკოლოგიური მიმართულებებით და მოსალოდნელი ეკოლოგიური ეფექტებით. აქვე შეიძლება აღინიშნოს, რომ მოცემული ზომებს უმრავლეს შემთხვევაში აქვს დამხმარე, მაკომპენსირებელი და ლოკალური ხასიათი მაკროეკონომიკურ ღონისძიებებთან მიმართებაში. თუ „დიდი“ ეკონომიკური პოლიტიკის განხორციელების შედეგად ჩნდება ნეგატიური ეკოლოგიური ეფექტი, სახელმწიფო იძულებული ხდება განახორციელოს დამატებითი ეკოლოგიურ პროგრამები ან ეკოლოგიური სიტუაციის გაუარესების სტაბილიზაციისათვის საჭირო ღონისძიებები.

მაკროეკონომიკური ღონისძიებების ნეგატიური ეკოლოგიური ზემოქმედების ძირითად მიზეზებს შორის შეიძლება გამოიყოს სამი: სახელმწიფო პოლიტიკის არაეფექტიანობა, ბაზრის „ჩავარდნა“ და როგორც ცალკე მიზეზი – ინსტიტუციური არაეფექტურობა.

მაგალითად, ეკოლოგიური კომპენსაციისათვის სპეციალური ზომებია საჭირო სახელმწიფო პოლიტიკის არაეფექტიანობის დროს აგრარულ სექტორში. დადებითი გადაწყვეტილებები შეამსუბუქებს სასოფლო-სამეურნეო საწარმოების მდგომარეობას და გაზრდის აგრარულ წარმოებას. მნიშვნელოვანია – სუბსიდიები პესტიციდების შესყიდვის დროს, წყალზე დაბალი გადასახადის გამოყენება ან საერთოდ, მისი გადაუხდელობა მიწათმოქმედებაში, გამოიწვევს წყლის რესურსების მნიშვნელოვან დაბინძურებას, მათ გაქრობასაც კი. ამისათვის საჭიროა სპეციალური ეკოლოგიური პროგრამები, ეკონომიკური და სამართლებრივი ზომები.

ანალოგიურად, ეკონომიკური ზრდის დროს, რომელიც გამოწვეულია ეკონომიკური რეფორმებით, შეიძლება აღინიშნოს გარემომცველი გარემოს ზარალის ზრდა. მიზეზი შეიძლება იყოს საბაზრო მექანიზმის გაჩერება. თუკი გვეცოდინება ზუსტი ექსტერნალური დაბრკოლებები, გარეგანი ეფექტები დამაბინძურებელი საწარმოების მოქმედებისაგან, არ დაგვჭირდებოდა სხვადასხვა ბუნებისდაცვითი ზომა, მაშინ, როდესაც პრინციპის – „დამაბინძურებელი იხდის“ – რეალიზაცია გამოიწვევდა დაბინძურების სუბიექტების დამატებით ხარჯებს. საყურადღებოა, რომ „შეხების“ პრაქტიკული სირთულე, ექსტერნალების ინტერნალიზაცია, ექსტერნალური

დაბრკოლებების გათვლა იწვევს სხვადასხვა სახის დამატებითი ეკონომიკური ინსტრუმენტების (გადასახადები დაბინძურებაზე, „მწვანე“ გადასახადები და სხვ.) აუცილებელ შემოღებას ან ბუნებისდაცვითი ხასიათის ზოგადი ზომების (კომუნალური სამსახურების მიერ დაბინძურებული წყლების გაწმენდასა და სხვ.) მიღებას.

უფრო დაწვრილებით განვიხილოთ ინსტიტუციური რეფორმების ეკოლოგიური გავლენა. გარემომცველი გარემოს დასაცავად დიდი მნიშვნელობა აქვს საკუთრების სამართლებრივ რეფორმას. მრავალ შემთხვევაში საკუთრების უფლებების ზუსტი ფიქსაცია საშუალებას იძლევა, გადაწყდეს საერთო, „არავისი“ საკუთრების პრობლემები ბუნებრივ რესურსებზე, „ნობათის“ ხასიათის ბუნებრივი სიკეთის, ბუნებრივ რესურსებთან (მაგალითად, ტყის რესურსები) თავისუფლად მისვლის პრობლემები. საკუთრების უფლების მკაფიო განსაზღვრას არსებითი მნიშვნელობა აქვს ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტისათვის საბაზრო ეკონომიკაში. ეკონომიკურ თეორიაში ამ პრობლემის საჭიროება განიხილა ამერიკელმა მეცნიერმა ეკონომისტმა რ. კოუზიმ. მან აღნიშნა ბაზრის უპირატესობა სახელმწიფო დარეგულირებასთან (გადასახადების, სუბსიდიების, დადგენილი სტანდარტების მეშვეობით) შედარებით დაბინძურების სოციალურ-ოპტიმალური დონის მიღწევაში. საბაზრო ეკონომიკა უმთავრესად მოქმედებს საკუთრების სამართლის შესაბამისი სისტემის მეშვეობით, რომელიც კანონის საფუძველზე საკუთრების გარანტიას იძლევა ბუნებრივ რესურსებზე.

რ. კოუზის თეორიის შესაბამისად, დამბინძურებელი და დაბინძურების მსხვერპლი შეიძლება აღმოჩნდნენ დაურეგულირებელ სიტუაციაში. თუ საკუთრების უფლება ეკუთვნის დაბინძურების მსხვერპლს, მაშინ დამბინძურებელს ევალება ზარალის კომპენსაცია. ეს იწვევს წარმოებისა და დაბინძურების შემცირებას იმ დონემდე, რომლის დროსაც მწარმოებლის ზღვრული სუფთა მოგება არ აღემატება მის მიერ კომპენსირებული ზარალის ოდენობას. წინააღმდეგ შემთხვევაში შესაბამის გადახდას ახორციელებს დაბინძურების მსხვერპლი, კომპენსირება გაუკეთა რა მწარმოებელ მესაკუთრეს მისი წარმოების დონის შემცირებით და სოციალური ოპტიმუმის დონემდე დაბინძურებით.

რ. კოუზის თეორიის დებულებებს ხშირად აკრიტიკებენ. კერძოდ, აღინიშნება დაუხვეწავი კონკურენციის შეუძლებლობის არსებობა, მაღალი ხარჯები თვით გარიგებებზე, დამბინძურებლის და დაბინძურების მსხვერპლის იდენტიფიკაციის სირთულე. შეუძლებელია აგრეთვე საკუთრების დადგენა ოზონის ფენაზე, ატმოსფეროს ქვედა ფენებზე და სხვ.

მაგალითად, ზოგიერთი ქვეყნის ეკონომიკისათვის საკუთრების უფლების საკითხები დგას ძალიან მწვავედ. უნდა აღინიშნოს გამოკვეთილი გადაწყვეტილების აუცილებლობა ბუნებრივ რესურსებზე რეგიონულ და მუნიციპალურ დონეებს შორის საკუთრების უფლების გაყოფის შესახებ. ეს პრობლემა დაკავშირებულია რესურსების დაცვისა და გარემოს სისუფთავისაგან მოგებისა და ეფექტების

მიღებასთან. გარდამავალი ეკონომიკის პირობებში რეგიონული და მუნიციპალური ხელისუფლების არასაკმარისი საშუალებები განაპირობებს რეგიონებში ბუნებრივი რესურსების გაძლიერებულ ექსპლუატაციას სწრაფი მოგების მიღების მიზნით. ეს ხშირად იწვევს ბუნებრივი რესურსების მტაცებლურად გამოყენებას, რესურსების ექსპლუატაციასა და გაყიდვას ეკოლოგიური შედეგების გაუთვალისწინებლად. რეგიონები ისწრაფვიან პრივატიზაცია გაუკეთონ რაც შეიძლება ბევრ ბუნებრივ რესურსს მათი შემდგომი ექსპლუატაციისა და მოგების მიღების მიზნით. ამ სახის ბევრ ბუნებრივ ობიექტზე სახელმწიფო საკუთრების შენარჩუნება გამართლებულია.

მაკროეკონომიკური რეგულირებისათვის რთული პრობლემაა მონოპოლიზმი. კონკურენციის არარსებობის პირობებში უდიდესი მონოპოლიები, ლობირებულნი საკანონმდებლო და აღმასრულებელი სტრუქტურების მიერ, ეკოლოგიურ ფაქტორებს მინიმალურ ყურადღებას აქცევენ. მონოპოლისტური სიტუაცია განსაკუთრებით დამახასიათებელია მომპოვებელი დარგებისათვის, უპირველესად გაზისა და ნავთობისათვის. ეკოლოგიური დეგრადაცია, ბუნებრივი რესურსების უდიდესი დანაკარგები მოპოვებისა და ტრანსპორტირების ჩამორჩენილი ტექნოლოგიების გამო, მრავალრიცხოვანი ავარიები დიდ გავლენას ახდენს ამ სამრეწველო გიგანტების მდგომარეობაზე. მონოპოლიზმი იწვევს კიდევ სხვა სოციალურ-ეკონომიკურ პრობლემას, ესაა თვით მონოპოლიის მიერ ბუნებრივი რესურსების რენტის მიკუთვნება, მაშინ, როცა რენტის მნიშვნელოვანი ნაწილი უნდა ეკუთვნოდეს მთელ საზოგადოებას. ამას განაპირობებს ბუნებრივი რესურსების მოპოვება-შესყიდვა და მსოფლიო ფასებით მათი გაყიდვა. წარმოქმნილ ზემოგებას ისაკუთრებს ადამიანთა მცირე ჯგუფი და იწვევს მათ გამდიდრებას. ამ შემთხვევებში აუცილებელია სახელმწიფოს ჩარევა საზოგადოების სოციალური, ეკონომიკური, ეკოლოგიური ინტერესების რეალიზაციისათვის.

მაკროეკონომიკური ღონისძიებების დადებითი ეკოლოგიური ზემოქმედების მაგალითებს შორის შეიძლება მოყვანილ იქნეს ფასების რეფორმა – ბუნებრივი რესურსების უფრო ადეკვატური აღრიცხვა რეალური ღირებულების ფასში. ეკონომიკის ერთ-ერთ სექტორში ფასების ცვლილება იწვევს ფასების სტრუქტურის საერთო ცვლილებას და ზემოქმედებას მთელ სახალხო მეურნეობაზე. მაგალითად, ენერგეტიკულ რესურსებზე ფასების გონივრულად გაზრდა ხელს უწყობს ეკონომიკის ყველა დარგისა და მოსახლეობაში მის რაციონალურ გამოყენებას.

ზემოთ მოყვანილი იყო გარემომცველ გარემოზე მაკროეკონომიკური პოლიტიკის ზემოქმედების „სუფთა“ ნეგატიური და დადებითი მაგალითები. ეკონომიკურ სინამდვილეში ღონისძიებები ხშირად იძლევა არეულ ეკოლოგიურ ეფექტს. მაგალითად, მაკროეკონომიკური სტაბილიზაციისაკენ მიმართული ზომები იძლევა განსაზღვრულ ეკოლოგიურ მოგებას. ეკონომიკური არასტაბილურობა, ეკონომიკური სიტუაციის განვითარების წინასწარი გათვლის არარსებობა, ინფლაციის მაღალი დონე და სხვ. ეკონომიკის არამდგრად განვითარებას იწვევს ბუნებრივი რესურსების

ექსპლუატაციის ზრდას, ეკონომიას ბუნებისდაცვით ხარჯებზე. სტაბილურობა საშუალებას იძლევა, რეალიზებულ იქნეს ეკონომიკური პროექტები. ამასთან, მაკროეკონომიკური სტაბილიზაციის პროცესი შეიძლება ეხმარებოდეს ნეგატიურ ეკოლოგიურ ზემოქმედებას. მაგალითად, სახელმწიფო ხარჯების შემცირება ბიუჯეტის დაბალანსების მიზნით, ხშირად წარმოშობს ბუნებისდაცვითი ზომების დაფინანსების შემცირებას.

ამრიგად, მაკროეკონომიკური ღონისძიებების გატარებამ იდეაში შეიძლება მოგვცეს ეკოლოგიური ეფექტი (ან იყოს ეკოლოგიურად უკიდურესად ნეიტრალური). საჭიროა ეკოლოგიურ არაურთიერთსაწინააღმდეგო მაკროეკონომიკური თანმიმდევრული პოლიტიკა, რომლის დროსაც მიიღწევა ე.წ. „ორმაგი მოგება“ – ეკონომიკური და ეკოლოგიური. სამწუხაროდ, პრაქტიკაში ყოველთვის ასე არ ხდება, ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ღონისძიებები უმეტესად ხორციელდება იძულებით და კომპენსირებით ძირითად ეკონომიკურ ღონისძიებებთან შედარებით. ბუნების გამოყენების ეკონომიკის ერთ-ერთი მიზანია მაკროეკონომიკურ პოლიტიკასა და მის ეკოლოგიურ ზემოქმედებას შორის ურთიერთკავშირის გამოკვლევა, საერთო ეკონომიკური ღონისძიებების გატარების არისა და იმის გარკვევა, რომლები იძლევა ეკონომიკურ ეფექტს და ეკოლოგიურ მოგებას. ეკონომიკური პროგრამების დამუშავებისას აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს მათი პოტენციური ზემოქმედება გარემოზე და შესაბამისი პრევენციული და მაკომპენსირებელი ბუნების დაცვის ღონისძიებების პროგრამების პაკეტი.

## 5.2. ბუნების გამოყენების ეკონომიკური მექანიზმის ტიპები

ბუნების გამოყენების ეკონომიკური მექანიზმები ისეთი ორიენტაციისაა, სადაც პრიორიტეტულ მნიშვნელობას იძენს ბუნებათსარგებლობის ეფექტური ეკონომიკური მექანიზმის ჩამოყალიბება.

მაკროეკონომიკური პოზიციის მაგიერ ეს მექანიზმი განვიხილოთ ერთიან სისტემაში. ეკონომიკური მექანიზმი მთელ ეკონომიკაში. აქ გამოვყოფთ პერსპექტიულ მიმართულებებს ბუნების სარგებლობის მექანიზმის ფორმირებაში.

მიდგომის ასეთ ჩარჩოში შეიძლება გამოვყოთ ორი ტიპი: ეკონომიკური მექანიზმებისა და ინსტრუმენტების დამოკიდებული ხარისხი, სექტორული და დარგობრივი მოცვა. მექანიზმები და ინსტრუმენტები მოქმედია მაკროდონეზე მთელ ეკონომიკაში, სექტორებსა და დარგებში.

სპეციალური მექანიზმები და ინსტრუმენტები დაკავშირებულია გარემოს დაცვასა და ბუნებრივი რესურსების ექსპლუატაციასთან, ე.ი. საკუთარი ეკონომიკური მექანიზმის ბუნებათსარგებლობასთან.

თანამედროვე პირობებში ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმის



ეფექტური კონცეფციის შემუშავება შესაძლებელია შემდეგი პრინციპების შესრულებით:

- ბუნებათსარგებლობისა და გარემოსდაცვითი და ეკონომიკური მექანიზმების რაციონალიზაციის ეფექტური კონცეფციის შემუშავებით ბუნებათსარგებლობის სექტორებში. კომპლექსებში შეიძლება იყოს შემუშავებული და რეალიზებული მხოლოდ სექტორების, კომპლექსებისა და მთელი ეკონომიკის კონცეფცია;
- ეკონომიკური მექანიზმი უნდა იყოს გლობალური ეკონომიკის ორგანული ნაწილი, ის არ შეიძლება იყოს ლოკალური და შემოიფარგლოს მარტო ბუნებრივი რესურსების მარტივად გამოყენებით კომპლექსებითა და დარგებით. მოცემული მექანიზმი აუცილებელია შეთანხმებული იყოს სხვა ეკონომიკურ მექანიზმებთან, ამით ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმი უნდა გახდეს მთლიანი მექანიზმის ნაწილი, მარეგულირებელი ფუნქციონირების ცალკეული საწარმოების ბუნებრივი პროდუქტების ვერტიკალი და ორიენტირებული იყოს საბოლოო შედეგებზე;
- ეკონომიკური მექანიზმი ბუნებათსარგებლობის სექტორებსა და კომპლექსებში აუცილებელია ფორმირდებოდეს საერთო სექტორულ, საერთო დარგობრივ და საერთო რეგიონულ საწყისებზე. მაგალითად, აგრომრეწველობის განვითარების ხასიათი და სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსები ალტერნატიული გადაწყვეტილების დროს, ეკოლოგიური პრობლემებია. ამ შემთხვევაში ბუნებათსარგებლობის ეფექტური ეკონომიკური მექანიზმები შეიძლება შექმნილი იყოს მხოლოდ კომპლექსური მიდგომით.

ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმის შემუშავებისთვის სექტორებსა და კომპლექსებში აღინიშნება ამ სექტორებისა და მთელი ეკონომიკის განვითარება. ამ კითხვაზე პასუხიდან გამომდინარე, აუცილებელია ეკონომიკური მექანიზმის ბუნებათსარგებლობის კონცეფციის შემუშავება. არ შეიძლება ჩამოყალიბდეს ეს მექანიზმი თავისით, მოცემული მიმდინარე ძირითადი პროცესებისაგან განცალკევებით.

დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ეკოლოგიურ მიზნებს სექტორებსა და კომპლექსებში. ისინი შეიძლება იყოს ეკოლოგიურად დაბალანსებული ადაპტაციის პოზიციიდან და იყოს ბუნებატევადი ეკოლოგიური დესტაბილიზატორები. მარტივ მაგალითად შეიძლება გამოგვადგეს ექსტენსიური ან ინტენსიური ტიპის განვითარების სექტორებს შორის არჩევანი. პირველ შემთხვევაში ეკონომიკური მექანიზმის ბუნებათსარგებლობას აქვს სუსტად შემზღვევადი ხასიათი და მასში შემავალი საგრძნობლად ფართო ეკონომიკური ჩარჩოს განვითარების ტრაექტორია.

შეგვიძლია გამოვყოთ ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმების სამი ტიპი:

**რბილი და დამწვევი მექანიზმი.** ლიბერალურია ეკოლოგიურ ურთიერთობაში.

ის დარგებისა და სექტორების ეკონომიკური განვითარებისთვის აყენებს ყველაზე ზოგად შეზღუდულ ეკოლოგიურ ჩარჩოებს, პრაქტიკულად არ აბრკოლებს მას. ეკონომიკური მექანიზმის მოცემული ტიპი ძირითადად მიმართულია ნეგატიური ეკოლოგიური შედეგების ლიკვიდაციაზე და არა მიზეზებზე, რომლებმაც გამოიწვია ეკოლოგიური დეფორმაცია. სუსტ გავლენას ახდენს განვითარების ტემპებსა და მასშტაბებზე. სწორედ ასეთი ტიპის ბუნებრივი რესურსების გამოყენების მექანიზმს შეუძლია ტექნოგენური ტიპის ეკონომიკური განვითარება.

**ბუნების დაცვის წარმოებებისა და მუშაობის სახეების სტიმულირებული ეკოლოგიურად დაბალანსებული განვითარება.** ასეთი მექანიზმის ფუნქციონირება ბუნებრივი რესურსების გამოყენებას ძირითადად განსაზღვრავს საბაზრო ინსტრუმენტებით. ის ზრდას განსაზღვრავს წარმოების ახალი ტექნოლოგიების ბაზაზე, შესაძლებელს ხდის გააუმჯობესოს ბუნებრივი რესურსების გამოყენება და დაცვა. ასეთი მექანიზმის მაგალითია ჯანსაღი ეკონომიკური გარემოს შექმნა და ბიოლოგიური სოფლის მეურნეობის განვითარება. თეორიულად მოცემული ტიპი სუსტი მდგრადობით გამოირჩევა.

**ხისტი, დამთრგუნველი.** ეს მექანიზმი იყენებს ადმინისტრაციულ და საბაზრო ინსტრუმენტებს, რის შედეგადაც ხისტი საგადასახადო, საკრედიტო, საჯარიმო პოლიტიკით პრაქტიკულად ითრგუნება განვითარება. მექანიზმის ეს ტიპი დამახასიათებელია ძლიერი მდგრადობისათვის.

რეალურად ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ამ ტიპების მექანიზმი არ არსებობს სუფთა სახით. გარდაუვალია მათი ურთიერთშერწყმა. ბევრია დამოკიდებული კონკრეტულ ტექნოლოგიებზე, წარმოებაზე, საქმიანობის სახეობაზე: მაგალითად, ახლო მომავალში ეკოლოგიზაციის ეკონომიკური განვითარების პოზიციაზე, ჭკვიანურია შერწყმა მასტიმულირებელი და ხისტი მექანიზმებისა, აგრარულ სექტორებში ბიოლოგიური სოფლის მეურნეობის სტიმულირება, რომელიც დამახასიათებელია შერწყმული ეკონომიკური ინსტრუმენტების განვითარების ხისტი მექანიზმისთვის, ბუნებრივი რესურსების მოხმარებისთვის და გამიზნულია დასათრგუნად ტექნოლოგიური ტიპის სოფლის მეურნეობისთვის.

არჩევანის მიზნით პრობლემა განვიხილოთ განვითარების სექტორებისა და კომპლექსების ეკონომიკური მექანიზმის ფორმირებისთვის ბუნებრივი რესურსების მოხმარების სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის მაგალითზე. თანამედროვე ეტაპზე ფუნდამენტურია მისთვის სამომავლო გზების განვითარება. აქ შეიძლება გამოვყოთ მთელ ეკონომიკაში სათბობ-ენერგეტიკის განვითარების ორი სავარაუდო კონცეფცია – ენერგოწარმოების გაზრდა ან ენერგოდანაზოგები. გაკეთებულ არჩევანზეა დამოკიდებული ამ კომპლექსში ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ეკონომიკური მექანიზმი. ენერგომომარაგებაზე გადასვლა და ეკონომიკის ძირეული სტრუქტურული გარდაქმნა ამ მიმართულებით საჭიროებს საკუთარ მექანიზმს რეალიზაციისთვის და შესაბამისად, ბუნებრივი რესურსებით სარგებლობის მექანიზმს. ეს არის

ახალ საბადოებზე საგადასახადო და საკრედიტო საკითხებზე ორგანული კანონმდებლობის შემუშავება, კარგი პირობების შექმნა ენერგომომარაგების წარმოების განვითარებისათვის, დიდი საჯარო საწარმოები ბუნებრივი გარემოს დაბინძურებისა და საბადოს ათვისების სტანდარტების დარღვევისათვის.

ექსტენსიური ორიენტაციის შემთხვევაში სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის ეკონომიკური მექანიზმის ზრდა უნდა ფორმდებოდეს მიწის დაბალი ფასის გათვალისწინებით. დაბალი ფასი მისაღებია ინვესტორისათვის ბუნებრივი რესურსებით სარგებლობისათვის. მაგალითად, საშეღავათო რეჟიმი ახალი ელექტროსადგურების ასაშენებლად (ნამახვანის და ხუდონის ჰესების საილუსტრაციო მაგალითები).

აღსანიშნავია, რომ ანალოგიური სიტუაცია შეიქმნა სხვა სექტორებშიც. აგროსამრეწველო კომპლექსში ასევე პრინციპულია სოფლის მეურნეობის წარმოების დონე, თუ გავითვალისწინებთ, რომ ეს წარმოება საკმარისია, წარმოების დეფიციტი კი განპირობებულია ინფრასტრუქტურისა და გადამამუშავების მრეწველობის დონით. ამ კონცეფციას ეკონომიკური მექანიზმის ბუნებრივი რესურსების წარმოებისთვის ექნება შემდეგი სახე: ახალი მიწების ათვისების შეზღუდვა მიწებზე მაღალი ფასების გზით, დიდი გადასახადებით მიწების დამატებით ათვისებისთვის, დიდი ჯარიმა მიწების არარაციონალურად გამოყენებისათვის. ლაპარაკია სოფლის მეურნეობაში სტაბილიზაციასა და ბუნებრივი ბაზისის შემცირებაზე, მისი დაცვის გაუმჯობესებაზე. ეს უზრუნველყოფს სასურველი საბაზრო კლიმატის შექმნას ინფრასტრუქტურის ობიექტების განვითარებისა და გადამამუშავებელი წარმოებისთვის.

თუ აგროსამრეწველო კომპლექსის განვითარების კონცეფციის ბაზისია პოსტულატი, მაშინ იქნება სოფლის მეურნეობის პროდუქტების დეფიციტი. ამიტომ ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ეკონომიკური მექანიზმი უნდა იყოს საკმაოდ რბილი და არ ეწინააღმდეგებოდეს ახალი მიწებისა და წყლის რესურსების ჩართვას სოფლის მეურნეობაში, წარმოებაში ქიმიური საშუალებების დამატებით გამოყენებას. აგრარული პოლიტიკა მიმართული უნდა იყოს აგროსამრეწველო კომპლექსის განვითარების ბუნებატევადი ვარიანტისკენ. ეკონომიკური მექანიზმი ბუნებრივი რესურსების წარმოებაში უნდა იყოს ორიენტირებული სტაბილიზაციასა და ხის ნაწარმის დამზადების შემცირებაზე.

მნიშვნელოვანია ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმის ფორმირების რეგიონული თავისებურებები. ასე, რომ ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმის შემუშავებაში პრინციპული საკითხებია შეგვიძლია ორიენტაცია რაციონალიზაციაზე, ბუნებათსარგებლობა და გარემოს დაცვა. მასშტაბების გაფართოების გამოყენება ბუნებრივი რესურსების ეკონომიკაში; ანდა ორიენტაცია სტაბილიზაციაზე და მასშტაბების შემცირებაზე, ბუნებით სარგებლობის გამო. მოცემული დილემა შეიძლება არც კი იყოს ფორმულირებული ასე აშკარა სახით და იყოს არჩევანის შედეგი ეკონომიკური თუ სოციალური მიზნების ეკოლოგიურ კონტექსტში. ნათქვამიდან გამომდინარე, ფორმულირებული მაღალეკოლოგიური მეორე პრინციპით

შეუძლებელია შეიქმნას ბუნებათსარგებლობის ლოგიკური ეკონომიკური მექანიზმი, რომელიც მოქმედებს პირველ ეტაპზე ბუნებრივი პროდუქტების ვერტიკალზე. მექანიზმიდან განცალკევებულია ბუნებრივი ნივთიერების მომავალი გადამამუშავებისა და მზა პროდუქტის მიღების რეგულირებადი პროცესები. საჭიროა ეკონომიკური მექანიზმის ერთიანი ლოგიკური ფორმირება ბუნებრივი პროდუქტების მთლიან ვერტიკალზე, რომელიც ამ რესურსების საფუძველზე შემაკავშირებელი იქნება მიღებული პირველადი პროდუქტების საბოლოო პროდუქციამდე ან მომსახურებამდე.

ამ შემთხვევაში ბუნებათსარგებლობის მექანიზმი უნდა გახდეს ნაწილი მთელი მექანიზმისა. რეგულირებადი ფუნქციონირებადი ცალკეული საწარმოები ბუნებრივ პროდუქტიულ ვერტიკალზე ორიენტირებული უნდა იყოს საბოლოო შედეგზე. ბუნებათსარგებლობის ფორმირებადი ეკონომიკური მექანიზმი სათბობ-ენერგეტიკულ კომპლექსში ახლა შეიძლება დახასიათდეს, როგორც რბილი მექანიზმი. ამასთან ერთად, რეალობის გათვალისწინებით, აგროსამრეწველო კომპლექსის განვითარება საშუალებას იძლევა, ეს მექანიზმი გაკეთდეს ბევრად ხისტად და დამთრგუნველად.

საექსპორტო პოლიტიკის შეცვლით შესაძლებელია საგრძნობლად შემცირდეს ეკოლოგიური დატვირთვა რეგიონებში, სადაც მოიპოვება ენერგორესურსები. ეკოლოგიური დატვირთვის შემცირება და ეკონომიკური სარგებლის გაზრდა უფრო ეფექტურია პროდუქციის დანაკარგების აღმოფხვრისათვის, ვიდრე მოპოვების გაზრდა, რაც საჭიროებს ყველა დანახარჯების გაზრდას და გამოიწვევს მძიმე ეკოლოგიურ დეფორმაციას.

აუცილებელია ზოგადი ეკონომიკური მექანიზმის არსებითი ცვლილებების გადასინჯვა, როგორც ცალკეულ კომპლექსებში, ასევე კომპლექსებს შორის. ძირითადად – საბაზრო ინსტრუმენტების დახმარებით, სახელმწიფო რეგულირებითა და დახმარებით განსაზღვრული სტაბილიზაციის განვითარებით სათბობ-ენერგეტიკულ კომპლექსებში, აგროსამრეწველო კომპლექსში ინფრასტრუქტურისა და გადამამუშავებელი წარმოების განვითარების თანადროულ სტიმულაციაზე, რაც შესაძლებლობას გვაძლევს, მკვეთრად შევამციროდ წარმოების დანაკარგები. რესურსების დამცველი ასეთი ცვლილებები ეკონომიკის სტრუქტურებში შესაძლებელს ხდის, შემცირდეს სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების ექსპორტის მოცულობა. ეკონომიკური მექანიზმი ბუნებათსარგებლობის სათბობ-ენერგეტიკულ კომპლექსში შეიძლება ბევრად ხისტი გახდეს ეკოლოგიასთან მიმართებაში, ამავდროულად ინფრასტრუქტურისა და გადამამუშავებელი წარმოების განვითარება საშუალებას იძლევა, ეკონომიკური მექანიზმი უფრო ხისტად გახადოს ბუნებათსარგებლობის აგროსაწარმოო კომპლექსში, ორიენტაცია მის შემცირებაზე, მიწისა და წყლის რესურსების გამოყენებაზე. ამ მაგალითიდან კარგათ ჩანს, რომ ინფრასტრუქტურისა და გადამამუშავებელი წარმოების განვითარება გვაძლევს, ერთი მხრივ, დიდ შიდა ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ ეფექტს აგროსამრეწველო კომპლექსში, მეორე მხრივ,

არსებითად დადებით გარეგან ეფექტს.

ამ პირობებში ეკოლოგიური კრიზისიდან გამოსასვლელად გვხვდება წმინდა რეგიონული პროგრამების შექმნის ნაკლებეფექტური ცდები, ცალკეულ ტერიტორიებზე ფინანსური და მატერიალური რესურსების გადანაწილებისა. ეკოლოგიური კრიზისის გადალახვა საჭიროებს განვითარების შეცვლას, როგორც ცალკეულ კომპლექსებსა და სექტორებში, ასევე რეგიონებში, შეთანხმებულ ეკოლოგიურ-ეკონომიკურ პროგრამებში, რომლებიც ორიენტირებულია ეკოლოგიურ სტაბილიზაციასა და განვითარების მდგრადობაზე. ეს საჭიროებს ერთმანეთთან დაკავშირებული ეკონომიკური მექანიზმების შეუღლებას ბუნებათსარგებლობის საერთო მექანიზმთან. მოცული მთელი ბუნებრივ-პროდუქტიული ვერტიკალი, მისი შეთანხმება ბუნებრივი რესურსების გამოყენების მექანიზმებისა და ორიენტაციის საბოლოო შედეგზე, შეგვიძლია მოვიყვანოთ ჩამოყალიბება საგადასახადო სისტემის ბუნებრივ პროდუქტიულ ვერტიკალზე, ბუნებათსარგებლობის ხისტ მექანიზმზე. დროის ღერძზე განლაგებულია ბუნებრივ-პროდუქტიულ ვერტიკალზე შეკავშირებული პირველადი ეტაპები.

გადასახადების სიდიდე დგინდება პირველ ეტაპზე – ბუნებრივ-პროდუქტიულ ვერტიკალზე, დამოკიდებული ბუნებრივი რესურსების ექსპლუატაციაზე. შემდეგ ეტაპზე ბუნებრივი რესურსების დამუშავებით მიღებული პროდუქციის ზრდის საფუძველზე გადასახადების სიდიდე მცირდება. ეს სტიმულს აძლევს არაბუნებრივი დარგების მუშაობის სახეობების განვითარებას, საშუალებას იძლევა რაციონალურად და ეკონომიურად იქნეს გამოყენებული რესურსები, აუმჯობესებს მათი გადამუშავების ხარისხს, რაც უზრუნველყოფს ბუნებაზე დატვირთვის შემცირებას.

მაგალითად, ბუნებით სარგებლობის ასეთმა ხისტმა მექანიზმმა შეიძლება მიიყვანოს აგროსამრეწველო და ტყის კომპლექსები გარკვეულ დონეზე. პირველი ბუნებრივ-პროდუქტიული ვერტიკალი მიწის რესურსებს აერთებს სოფლის მეურნეობაში დამზადებულ საბოლოო პროდუქტთან, განაპირობებს მიწის ნაკვეთების შემცირებას აგრარულ სექტორში. თავისთავად შეღავათიანი გადასახადები, სუბსიდიები ინფრასტრუქტურისა და გადამუშავების განვითარებაზე, საშუალებას იძლევა შემცირდეს დანაკარგები სოფლის მეურნეობის პროდუქციაზე. ასე რომ სოფლის მეურნეობაში შემცირებით გამოყენებული მიწის რესურსების ზრდა აისახა სოფლის მეურნეობის პროდუქციის საბოლოო გამოსავალზე.

ტყის კომპლექსებისთვის ხისტი მექანიზმით გამოხატული საგადასახადო სისტემა, პირველ ეტაპზე ბუნებრივ პროდუქტიულ ვერტიკალზე, საშეღავათო რეჟიმით – ხის გადამუშავების ეტაპზე და მზა პროდუქცია მიღება, საშუალებას იძლევა გავზარდოთ პროდუქციის გამოსავალი მთელი დამუშავებული ტყის გაანგარიშებით.

### 5.3. ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ეკონომიკური მექანიზმების ფორმირების მიმართულებები

განვიხილოთ სპეციალური მექანიზმები და ინსტრუმენტები, რომელიც უშუალო კავშირშია გარემოს დაცვასა და ბუნებრივი რესურსების ექსპლუატაციასთან, კერძოდ, ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ეკონომიკური მექანიზმები. უფრო დიდი ეფექტურობისთვის ეკონომიკური ინსტრუმენტები უნდა გამოიყენებოდეს ეკონომიკის იმ სფეროებში, სადაც ნაკლები დანახარჯები იქნება მათი გამოყენებისთვის პირდაპირ რეგულირებასთან შედარებით ბუნების დაცვის ერთნაირი ამოცანების შესასრულებლად.

ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ფორმირებადი ეკონომიკური მექანიზმის ბაზარზე გადასვლის პირობებში შეიძლება გამოვიყენოთ შემდეგი ელემენტები:

- ბუნებრივი რესურსების გამოყენების გადასახადი;
- ბუნების დაცვის საქმიანობის ეკონომიკური სტიმულირება;
- გარემოს დაბინძურების გადასახადი;
- ბუნებრივი რესურსების ბაზრის შექმნა;
- ფასწარმოქმნის სრულყოფა ეკოლოგიური ფაქტორის გათვალისწინებით, განსაკუთრებით ბუნებრივი რესურსების გამოყენების პროდუქციაზე;
- ეკოლოგიური ფონდები;
- ეკოლოგიური პროგრამები;
- დაბინძურების უფლების გაყიდვა;
- სისტემა „გირაო-დაბრუნება“;
- ეკოლოგიური დაზღვევა.

ბუნებრივი რესურსების ფასებსა და ეკონომიკურ შეფასებებზე უნდა დაწესდეს ბუნების რესურსების გამოყენების გადასახადი.

ბუნებრივი რესურსების გამოყენების გადასახადის დანერგვა უნდა ეხმარებოდეს ეკოლოგიური ფაქტორის უფრო ადეკვატურ გაანგარიშებას ეკონომიკაში ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენებისთვის. გარკვეულ ეტაპზე ბუნებრივი რესურსების გადასახადი არის ეკოლოგიის გადასახადის ანალოგი. ბუნებრივი რესურსების გადასახადიდან შეიძლება გამოვიყენოთ გადასახადი:

- ბუნებრივი რესურსების გამოყენების უფლებაზე;
- ბუნებრივი რესურსების დაცვასა და აღდგენაზე.

გადასახადი ბუნებრივ რესურსებზე მიზანმიმართულია ამ ბუნებრივი რესურსის მფლობელზე, განურჩევლად იმისა, სახელმწიფოა ის თუ კერძო პირი. ეს დაკავშირებულია რენტის მთლიან ამოღებასთან. საქართველოში ბუნებრივი რესურსების გადასახადი დაწესდა 1999 წელს, მას შემდეგ, რაც მიღებულ იქნა კანონები „მიწის გადასახადი“, „გადასახადი ბუნებრივ წიაღისეულზე“ და ა.შ. ბუნებრივი რესურსების დაცვისა და აღდგენის გადასახადები არის კომპენსაცია იმ ბუნებრივი რესურსებისა,

რომელიც წარმოების დროს გაიხარჯა. ბუნებრივი რესურსების გადასახადის სისტემაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა უნდა მიენიჭოს ჯარიმებს, სხვადასხვა სახის სანქციებს ბუნებრივი რესურსების არარაციონალური გამოყენებისა და გარემოს დაზიანებისთვის. მიწის გამოფიტვის შემთხვევაში მისი არარაციონალური გამოყენებისას (ნარჩენების არასანქცირებული დაგროვება, მძიმე მეტალებითა და რადიოაქტიური ელემენტებით დაზიანება, ნიადაგის გამომფიტავი დამუშავება და ა.შ.), ჰაერისა და წყლის ნორმაზე მეტად დაზიანებისას უნდა გამოიყენებოდეს მკაცრი სანქციები, რომელიც ითვალისწინებს ეკონომიკურ და სამართლებრივ პასუხისმგებლობას. კერძოდ, ჯარიმა უნდა იყოს იმ ოდენობისა, რომ მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენდეს მეწარმის საქმიანობაზე.

ბუნებრივი რესურსების გამოყენების გადასახადი ზოგიერთ საკითხში განსაზღვრავს ღონისძიებების ხასიათს ბუნების დაცვის ეკონომიკური სტიმულირების სისტემის მუშაობას გარემოს დაზიანების დონის შესამცირებლად. ეს სისტემა უნდა ეხმარებოდეს მწარმოებლისა და მომხმარებლის „ეკობალანსირებული“ ქცევის ფორმირებას და ამ მიზნისთვის გამოიყენებოდეს მოთხოვნა-მიწოდების მექანიზმი.

ეკონომიკური სტიმულირების სისტემაში შეიძლება ჩავრთოთ შემდეგი მიმართულებები: დაბეგვრა, სუბსიდირება, ბუნების დაცვის სამუშაოებზე შეღავათიანი კრედიტების გაცემა, ბუნების დაცვის ფონდების დაჩქარებული ამორტიზაცია და სხვა ღონისძიებები.

უმეტესმა ნაწილმა ამ მიმართულებებისა, უკვე აჩვენა თავისი ეკოლოგიური ეფექტიანობა მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში. განსაკუთრებით ფართოდ გამოიყენება და ეფექტურ ინსტრუმენტად ითვლება გადასახადები. ეკოლოგიური (მათ ხშირად უწოდებენ „მწვანეს“) გადასახადები მიზანმიმართულია გადაჭრას სულ მცირე ორი ამოცანა:

1. გახადოს პროდუქციის ღირებულება უფრო ადეკვატური დანახარჯებთან, მათ შორის ბუნებრივ რესურსებთან, რომლის დროსაც ზიანი მიადგება გარემოს;

2. დამზინდურებელმა უზრუნველყოს ეკოლოგიური ზიანისთვის კომპენსაცია და არა საზოგადოებამ (რეალიზებულ იქნეს პრინციპი „ვინც აზიანდობს, ის იხდის“).

„მწვანე“ გადასახადებს შეუძლია ეკოდაბალანსებული წარმოების როგორც სტიმულირება, ისევე დათრგუნვა. აქ სახელმწიფო იძლევა პირველად ბიძგს – გადასახადების დახმარებით ზეგავლენას ახდენს ფასებზე, იდეაში სხვა დანარჩენს უნდა აკეთებდეს საბაზრო მექანიზმები, კერძოდ, ზეგავლენა მწარმოებლისა და მომხმარებლის ქმედებაზე, პროდუქციის მოთხოვნა-მიწოდებაზე მისი ეკოლოგიურობიდან გამომდინარე და ა.შ.

საბოლოოდ, მეწარმეებისათვის საგადასახადო შეღავათები უნდა დგინდებოდეს მათ მიერ ჩატარებული ბუნების დაცვის ღონისძიებათა რაოდენობიდან ან მათი საქმიანობის ეკოლოგიურობიდან გამომდინარე. ბუნების დაცვის ღონისძიებათა

ეფექტიანად განხორციელებისას მიზანშეწონილია, შემცირდეს შემოსავლების დასახვერი მასა, მაგალითად, კაპიტალზე, რომელზეც წარმოებამ მოახდინა რეინვესტირება ბუნების დაცვის მიზნით.

ზოგ შემთხვევაში გადასახადები შეიძლება არ იყოს ამოღებული. მაგალითად, გადასახადებისგან თავისუფლდება ეკოლოგიური ფონდები. ასეთი პოლიტიკის გატარება მიზანშეწონილია წარმოების იმ შემოსავლებზე, რომლებიც მიღებულია მეორეული რესურსებისა და ნარჩენების გადამუშავებით, საქველმოქმედო ორგანიზაციებისა და საზოგადოების შემოწირულობებით, უცხოური გრანტებით, რომლებიც მიზანმიმართულია ბუნების დაცვისაკენ.

ეკოორიენტირებულ საგადასახადო სისტემაში შეიძლება გამოვყოთ ოთხი ასპექტი: დარგობრივი, ტექნოლოგიური, რეგიონული, პროდუქტიული.

ეკონომიკის პოზიციის გადასვლისას ეკოლოგიზაციის სტაბილურ განვითარებასა და სტრუქტურულ გარდაქმნაზე, საგადასახადო სისტემამ უნდა გაითვალისწინოს გადასახადების გაზრდა ბუნებრივი რესურსების მაექსპლუატირებელ დარგებსა და სექტორებზე, არსებული ბუნებრივ-პროდუქტიული ვერტიკალის დასაწყისში, რაც შეამცირებს დანახარჯების სარგებლიანობას მათ განვითარებაზე. აქ გადასახადები შეიძლება წახსიან როლს ასრულებდეს, რასაც ბუნებრივი რესურსების მოცულობის შემცირება ან ეკოდაბალანსებაში გადასვლა მოჰყვება. თავის მხრივ გადამმუშავებელი, მომსახურე, ინფრასტრუქტურული დარგები, არსებული ბუნებრივ-პროდუქტიული ვერტიკალის ბოლოში, უნდა იბეგრებოდეს შემცირებული გადასახადებით, რომლებიც ხელს შეუწყობს მათი განვითარების სტიმულირებას. ასეთი საგადასახადო სისტემა ახასიათებს ხისტი და სტიმულირებული ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ეკონომიკურ მექანიზმებს. შემცირებული გადასახადები უნდა გამოიყენებოდეს რესურსების რაციონალური გამოყენებისა და მცირენარჩენიანი ტექნოლოგიებისთვის, მაღალი გადასახადებით კი იბეგრებოდეს ტექნოგენური საწარმოები.

**არსებითია დაბეგვრის რეგიონული ასპექტი.** იმ რეგიონებში, სადაც ეკოლოგიური სიტუაცია არასახარბიელოა, საგადასახადო სისტემა უნდა იყოს „რბილი“ საქმიანობის ყველა სფეროში, შედარებით იმ რეგიონებთან, სადაც ეკოლოგიის პრობლემა არ არის. ეს დაკავშირებულია ტერიტორიის რეაბილიტაციასთან ან ეკოლოგიური უკმარისობით გამოწვეულ დამატებით ხარჯებთან.

საგადასახადო შეღავათები უნდა ვრცელდებოდეს იმ სახელმწიფო და კერძო მეწარმეებზე, რომლებიც ამზადებენ ბუნების დაცვისა და ეკოლოგიურ საშუალებებს, მასალებს, ასევე ახორციელებენ ეკოლოგიურ მომსახურებას (ბუნების დაცვის ობიექტების მშენებლობა, რეკონსტრუქცია და სხვ.). მაღალი გადასახადებით უნდა იბეგრებოდეს ეკოლოგიურად საშიში პროდუქცია, ოზონდამშლელი პრეპარატები, ეთილიანი ბენზინი, პესტიციდები და ა.შ. მაგალითად, ნორვეგიაში მინერალურ სასუქებსა და პესტიციდებზე გადასახადების ხარჯზე ფინანსდება მდგრადი და



ეკოდაბალანსებული სოფლის მეურნეობის განვითარების პროგრამა.

ამერიკის შეერთებულ შტატებში დიდი ყურადღება ექცევა „მწვანე“ გადასახადების შემოღებას. 1989 წელს ფრეონის წარმოების შემცირების მიზნით, რომელიც ოზონის შრეს ანადგურებს, შემოღებულ იქნა გადასახადი ფრეონის გაყიდვაზე. იმ მიზნით, რომ მეწარმეები გადასულიყვნენ ფრეონის შემცვლელი პროდუქციის წარმოებაზე, ეს დროში პროგრესულად დაინერგა. თავიდან 1 კგ ფრეონის გადასახადი იყო 3,02 დოლარით, 1995 წელს კი 6,83 დოლარი, 1999 წელს – 10,8 დოლარი. როგორც სტატისტიკა გვიჩვენებს, ამერიკაში „მწვანე“ გადასახადების შეზღუდული რაოდენობით დაწერგვა ამერიკის ფედერალურ ბიუჯეტს ყოველწლიურად დამატებით 100 მლრდ დოლარს მოუტანდა.

სრულიად რეალურია, რომ მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში უახლოეს მომავალში შემოიღონ „ნახშირორჟანგის გადასახადი“ ანუ გადასახადი, წიაღისეული საწვავის წვის შედეგად გამოყოფილ ნახშირორჟანგზე. გლობალური დათბობის საფრთხე, მრავალი ქვეყნის მიერ საერთაშორისო ხელშეკრულების ხელმოწერა ნახშირორჟანგის გამოყოფის რაოდენობის შემცირებასთან დაკავშირებით, აუცილებელს ხდის ამ გადასახადის შემოღებას. ეს გადასახადი უკვე დამკვიდრებულია ფინეთსა და ნიდერლანდების სამეფოში. ამ გადასახადის მინიმალური ოდენობით შემოღებისას (10 დოლარი 1 ტ-ზე) შესაძლებელია განვითარებულ ქვეყნებში შემოსავლის ყოველწლიურად 25 მლრდ დოლარით გაზრდა. აშშ-ში ნახშირორჟანგის სავარაუდო გადასახადს შემოიღებენ 100 დოლარს ტონაზე, რაც ყოველწლიურად 140 მლრდ დოლარით გაზრდის ბიუჯეტს. გადასახადი უნდა იყოს გაცილებით დიფერენცირებული იმის მიხედვით, რა არის ნახშირორჟანგის გამოყოფის წყარო. სათბობ-ენერგეტიკული რესურსებიდან ყველაზე მეტად უნდა დაიბეგროს ნახშირი, რომლის წვისას ყველაზე მეტი ნახშირორჟანგი გამოიყოფა. ამ პირობებში ბუნებრივ აირზე გადასახადი გაცილებით დაბალი უნდა იყოს. ნახშირორჟანგის გადასახადის ფართო მასებში დაწერგვის პერსპექტივა შესაძლებელს ხდის, შემცირდეს პირველადი ენერგორესურსების მოპოვება. ეს საშუალებას მოგვცემს მოვიძიოთ ენერგიის ალტერნატიული წყარო, რაც შესაძლებელია, მაგალითად, ტყის გაშენებით.

საგადასახადო სისტემის სრულყოფაზე საუბრისას უნდა გამოვყოთ ბუნებრივ რესურსებზე გადასახადების წილის გაზრდა. თანამედროვე საგადასახადო სისტემაში მსოფლიოში მიზანმიმართულია პირველ რიგში გადასახადები ამოიღოს მოსახლეობიდან, შემოსავლებიდან, დამატებითი ღირებულების გადასახადიდან. ბიუჯეტის შემოსავლების მხოლოდ რამდენიმე პროცენტია ბუნებრივი რესურსების გამოყენების გადასახადიდან მიღებული შემოსავლები. თუმცა წახალისდება ბუნების ექსპლუატაციას საქმიანობის განხორციელება. მთლიანი საგადასახადო შემოსავლების სისტემის შესანარჩუნებლად მიზანშეწონილია, გაიზარდოს ბუნებრივი რესურსების გამოყენების გადასახადებიდან მიღებული შემოსავლები, პირველ რიგში, გადასახადი ბუნებრივი რესურსების გამოყენების უფლებაზე – ე.წ. „მწვანე“ გადასახადი. ამ

გადასახადებიდან მიღებული შემოსავლების წილი შეიძლება გაიზარდოს და სახელმწიფო ბიუჯეტის მთლიანი შემოსავლების 30-50 პროცენტს მიაღწიოს. ეს შესაძლებელს გახდის, უფრო ადეკვატურად განვიხილოთ ზეგავლენა ბუნებრივ გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დეგრადაციაზე, რაც შექმნის სტიმულს ეკონომიკაში ბუნებრივი რესურსების გამოყენების შემცირებაზე.

საქართველოში ეს შესაძლებელს გახდის, საზოგადოებიდან უფრო მეტად ამოვიღოთ რენტის გადასახადი, რაშიც მონოპოლია აქვს მოპოვებული ბუნებრივი რესურსების მაქსიმალური სექტორებს, ძირითადად სათბობ-ენერგეტიკულ კომპლექსებს.

განსაკუთრებულ სრულყოფას საჭიროებს ეკონომიკაში სახელმწიფო სუბსიდიების სისტემა. ეს ფულადი შემოსავლები ძირითადად უნდა გამოიყენებოდეს სახალხო მეურნეობაში ეკოდაბალანსებული საქმიანობის სტიმულირებისათვის. თუმცა ამჟამად სუბსიდიები საპირისპირო, ანტიეკოლოგიურ როლს ასრულებს. ძირითადად ეს გამოიხატება ორ ეკონომიკურ კომპლექსში – სათბობ-ენერგეტიკულსა და სოფლის მეურნეობის პროდუქციის წარმოების კომპლექსებში. ბოლო დრომდე სახელმწიფო სუბსიდიები ფაქტობრივად ხელს უწყობდა ბუნებრივი გარემოს განადგურებას ეკონომიკასა და სახალხო ინფრასტრუქტურაში ენერგო-ტექნოლოგიების დანერგვით, სოფლის მეურნეობაში პესტიციდების, მინერალური სასუქების, მძიმე ტექნიკის გამოყენებით, მიწის დაშრობის გლობალური და არარაციონალური ღონისძიებებით და ა.შ.

მაგალითად, სოფლის მეურნეობისათვის ქიმიური პროდუქტების ყიდვა ორჯერ უფრო იაფი ჯდება, ვიდრე მათი წარმოება. სასოფლო-სამეურნეო მანქანათმშენებლობის საწარმოების დამზადებული ტრაქტორი, კომბაინი, სამელიორაციო მოწყობილობები ბევრად იაფი დაუჯდება სოფლის მეურნეობის მომხმარებელს. სამელიორაციო ღონისძიებების ხარჯებს მთლიანად ანაზღაურებდა სახელმწიფო, რითაც სოფლის მეურნეობის წარმოებას ხელს უშლიდა, განესაზღვრა ზუსტი დანახარჯები, ასევე გაეკონტროლებინა მუშაობის ეფექტიანობა.

ძირითადი ფონდების ამორტიზაციის დაჩქარება გახლავთ მსოფლიოში კარგად აპრობირებული მეთოდი იმისა, რომ სტიმულირება გაუწიოს პრიორიტეტული საქმიანობის სახეებს, როგორცაა მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის განვითარება.

როდესაც წარმოება დამოკიდებულია ამორტიზაციის აღრიცხვაზე, ამით ის ამცირებს შემოსავლის დასაბეგრ მასას, რის შედეგადაც იზრდება მისი წმინდა შემოსავალი.

ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ეკონომიკური მექანიზმის ერთ-ერთ ძირითად ელემენტად ითვლება გადასახადი გარემოს დაბინძურებისათვის, რომელიც მიზანმიმართულია, კონპენსაცია გაუკეთოს სამეწარმეო საქმიანობის შედეგად მიყენებულ ეკოლოგიურ-ეკონომიკურ ზარალს. თუმცა, აღსანიშნავია, რომ

ეს ზარალის უმნიშვნელო ნაწილის კომპენსირებას ახდენს. გარემოს დაბინძურების გადასახადი ითვლება იმ მეწარმეთა დასჯის საშუალებად, რომლებიც აბინძურებენ გარემოს. ამით ხდება „ვინც აბინძურებს, ის იხდის“ პრინციპის რეალიზაცია.

მაგნე ნივთიერებებით გარემოს დაბინძურების გადასახადი საქართველოში შემოიღეს 1999 წელს.

გარემოზე ზეგავლენის მიხედვით, დგინდება ორი სახის ნორმატიული გადასახადი: გარემოში მაგნე ნივთიერებების დასაშვები ნორმის გავრცელება (ნარჩენების დაგროვება) და მეორე – ამ ნორმების გადაჭარბების გადასახადი. ამ უკანასკნელის შემთხვევაში გადასახადები იზრდება რამდენჯერმე. არსებითი ადგილი უკავია გადამხდელთა საკანონმდებლო მექანიზმებს. დაბინძურების ნორმებიდან გამომდინარე, გადასახადი შეიძლება შევიდეს თვითღირებულებაში და შესაბამისად, მას მომხმარებელი იხდის. ზენორმატიული გადასახადები წარმოიქმნება წარმოების შემოსავლების ზრდის ხარჯზე, რაც ამცირებს მის რენტაბელურობას.

მაღალი ნორმების დადგენის შემთხვევაში ასეთი საგადასახადო სისტემა მწარმოებელს გარემოს დაბინძურების მინიმიზაციის სტიმულს აძლევს. თანამედროვე ნორმები საკმაოდ დაბალია, თუმცა მათი არსებობა ახალი სიტუაციის დამკვიდრებას უწყობს ხელს, სადაც ეკონომიკას უხდება ადაპტაცია ეკოლოგიურ შეზღუდვებთან. სხვა მასტიმულირებელი მომენტია შესაძლებლობა, შეამციროს გადასახადები იმ დანახარჯების ხარჯზე, რომლებიც წარმოებამ გასწია ბუნების დაცვის სამუშაოზე (მაგალითად, სხვადასხვა ფილტრისა და გამსუფთავებლების აგება, მიწის დაცვის ღონისძიებები და ა.შ.).

ბუნებრივი რესურსების ბაზრის შექმნა მიზანშეწონილია საქონლის დეფიციტის შემთხვევაში და მათი გაყიდვით შესაძლებლობა გვეძლევა, მივიღოთ მაღალი შემოსავლები. ეს აქტუალურია ბუნებრივი რესურსების სიმდიდრის გათვალისწინებით და იმ საშუალებების დეფიციტურობით, რომელიც ამ სიმდიდრის რაციონალურად გამოყენებასა და დაცვას ემსახურება. რესურსების ცივილიზებულ ბაზარს შეუძლია მიიღოს უცხოური კაპიტალი ბუნების მაექსპლუატირებელ დარგებში. ბუნებრივი რესურსების ბირჟის შექმნა, აუქციონების ჩატარება, ადგილობრივ და უცხოელ მეწარმეებს კონკურსის საფუძველზე ბუნებრივი რესურსების, მათი გადამუშავებისა და არენდით გაცემის უფლების შესყიდვის შესაძლებლობას მისცემს. ამავდროულად მკაცრი ეკოლოგიური კონტროლი და კომპლექსური ეკოლოგიური ექსპერტიზა მნიშვნელოვნად გაზრდიდა ბუნებრივი რესურსების გამოყენებით სახელმწიფოსა და რეგიონების შემოსავლებს.

ბუნებრივი რესურსების (პირველ რიგში – მიწის) ბაზარმა უნდა გაითვალისწინოს იპოთეკური სისტემის შექმნა, რაც საშუალებას მისცემს მწარმოებელს, რესურსები ჩადოს ინვესტიციის მისაღებად, რათა განავითაროს წარმოება.

ეკონომიკაში ფასწარმოქმნის სრულყოფის პრობლემა. პირველ რიგში, ბუნების

მაექსპლუატირებელ დარგებში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ბუნებრივი რესურსების გამოყენების სრულყოფას. შეიძლება გამოვყოთ ამ პრობლემის ორი ასპექტი:

**პირველი** – მეცნიერულ-ტექნოლოგიური პროგრესისა და მცირენარჩენიანი ტექნოლოგიების დანერგვას პრობლემას უქმნის რესურსების არაეფექტური განაწილება ბუნებრივ რესურსებზე დაბალი ფასების დროს. აღმოჩნდა, რომ უფრო ეფექტურია რესურსეფექტური პოლიტიკა, ხოლო ტექნოლოგიების ჩამორჩენას კომპენსირება რესურსების გადამუშავებით გაეწიოს. ამ პირობებში, ბუნებრივ რესურსებზე ფასების აწევა მართებულია, ბუნების მაექსპლუატირებელი დარგების პროდუქციის ფასში ეკოლოგიური ფაქტორის უფრო ღრმად გათვალისწინება სტიმულს მისცემს სახალხო მეურნეობა გადავიდეს რესურსების რაციონალურ გამოყენებაზე.

**მეორე** – ფასი მთლიანად უნდა ითვალისწინებდეს პროდუქციის ეკოლოგიურ უსაფრთხოებას. ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქცია უნდა იყოს იაფი და მომხმარებელი უპირატესობას ანიჭებდეს მას, ვიდრე იმ პროდუქციას, რომელიც ნეგატიურად მოქმედებს გარემოზე, უარყოფით ზეგავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე მოხმარების პროცესში ან ნარჩენის სახით. ამ შემთხვევაშიც უნდა გამოვიყენოთ მაღალი გადასახადების სისტემა ეკოლოგიურად საშიშ პროდუქციაზე, ხოლო სუბსიდიებისა და შეღავათების სისტემა – ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქციაზე. მაგალითად, სოფლის მეურნეობაში მწარმოებლისათვის უფრო პრიორიტეტული უნდა იყოს დაცვის ბიოლოგიური საშუალებების გამოყენება, ვიდრე პესტიციდებისა და ორგანული სასუქების გამოყენება, ვიდრე მინერალურისა.

ბუნების დაცვის დაფინანსებისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება არასაბიუჯეტო ეკოლოგიურ ფონდებს. მთავარი მიზანი ასეთი ფონდების ჩამოყალიბებისა არის ის, რომ შეიქმნას სახელმწიფოსაგან დამოუკიდებელი დაფინანსების წყარო ბუნების დაცვისათვის. ეს ფონდები დამატებითი დაფინანსების სტრუქტურებად იქმნებოდა ეკოლოგიურ საკითხებში სახელმწიფოს დასახმარებლად.

ეკოლოგიური ფონდების ძირითადი ფონდებიდან შეიძლება გამოვყოთ:

- მეცნიერულ-ტექნიკური პროექტებისა და პროგრამების დაფინანსება, რაც მიმართულია გარემოს პირობების გაუმჯობესებისა და დასახლებული პუნქტების ეკოლოგიური უსაფრთხოების განმტკიცებისაკენ;
- ბუნების დაცვის ღონისძიებებისა და პროგრამებისათვის ფინანსური რესურსების მობილიზაცია;
- ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების ეკონომიკური სტიმულირება და ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგიების დანერგვა;
- ეკოლოგიური სწავლებისა და განათლების განვითარების ხელშეწყობა.

ეკოლოგიური ფონდების ფორმირების ძირითადი წყაროებია ნარჩენებსა და მავნე ნივთიერებებზე მეწარმეთა გადასახადები, ავარიული დაბინძურებისათვის ჯარიმების გადახდა, მეწარმის მიერ ბუნების დაცვის კანონის დარღვევისას

ეკოლოგიური ზარალის ფულადი ანაზღაურება, საქველმოქმედო შენატანები. როგორც პრაქტიკა გვიჩვენებს, ფონდში ყველაზე დიდი შენატანია გარემოს დაბინძურების გადასახადი – საშუალოდ 80-85%.

საზოგადოების წინაშე არსებული უმთავრესი ეკოლოგიური მიზნების რეალიზაციისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ეკოლოგიური პროგრამების ფორმირებას. მიზნიდან გამომდინარე, მათი რეალიზაცია შეიძლება საერთაშორისო დონეზეც. პროგრამა მოიცავს კომპლექსურ ღონისძიებებს, რესურსების, შემსრულებლების დროის ურთიერთკავშირს, რომელიც მიზანმიმართულია ეკოლოგიური პრობლემების ეფექტური გადაჭრისაკენ. მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ ეკოლოგიური პროგრამები თავისი გრანდიოზული დანახარჯებით: ამერიკის დიდი ტბების აღდგენა, იაპონიის ეკოლოგიური პროგრამა და ა.შ.

პროგრამების რეალიზებაში ძირითადად როლს სახელმწიფო ასრულებს, რადგან დიდი რესურსების სწრაფი კონცენტრაციის აუცილებლობა, პრობლემის სირთულე და ეკონომიკური ეფექტიანობის გაურკვეველობა მიზანშეწონილს ხდის პირდაპირი რეგულირების გამოყენებას საბაზრო ინსტრუმენტების დახმარებით. მთლიანი ეკოლოგიური პროგრამები საჭიროა შემდეგი პროგრამების განსახორციელებლად:

- საერთაშორისო ვალდებულებების შესასრულებლად (ოზონის შრის დაცვა);
- კონკრეტული ბუნებრივი რესურსის დასაცავად და რაციონალურად გამოსაყენებლად;
- განსაკუთრებით ძვირფასი ბუნებრივი ობიექტების (სამდინარო სისტემა, ზღვების აუზი) დასაცავად;
- ეკოლოგიური უბედურების ზონის დასაცავად;
- საერთო მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრამების განსახორციელებლად.

დიდი პერსპექტივა აქვს საბაზრო მექანიზმებს დაბინძურების უფლების გაყიდვაზე. ეს საბაზრო მექანიზმი აქტიურად ყალიბდება აშშ-ში. ასეთი საბაზრო მექანიზმის ერთ-ერთ ძირითად პრინციპია ნარჩენების გაყიდვის უფლება. ასეთი ვაჭრობის გამარტივებული სქემა შემდეგია: შეზღუდული ტერიტორიის ფარგლებში მუშავდება ლიმიტი მავნე ნივთიერებების გავრცელებაზე. მოცემული მავნე ნივთიერების მოცულობის რაოდენობის გადაჭარბება ახალი მშენებლობის დროს არ შეიძლება. ასეთი რეგულირების სისტემამ მიიღო სახელწოდება „ბუშტის პრინციპი“ (Bubble principle).

ასეთ პირობებში მშენებარე ან რეკონსტრუქციული საწარმო, რომელსაც სურს გააფართოოს თავისი წარმოება, მოხვდება რეგიონის მკაცრ ეკოლოგიურ შეზღუდვებში, რომელიც ზღუდავს გაფართოების უფლებას. წარმოება დგება არჩევანის წინაშე: შექმნას დასუფთავების ახალი სისტემა ან სხვა საწარმოსაგან იყიდოს დაბინძურების უფლება. არჩევანის თაობაზე გადაწყვეტილების მიღებაში დიდ როლს ასრულებს

დასუფთავების დანახარჯების რაოდენობა წარმოებაში და სხვა წარმოების ტერიტორიაზე ამ რეგიონში. თუ საკუთარი დანახარჯი დაბინძურებაზე უფრო დიდია, ვიდრე მეზობელი საწარმოს იმავე სახის დანახარჯი, მაშინ უფრო მომგებიანია გადავუხადოთ მეზობელს, რათა მან გააუმჯობესოს დასუფთავების სისტემა და ამით შეამციროს დაბინძურების მოცულობა. საბოლოოდ, დაბინძურების რაოდენობა არ იზრდება, გარემოს დაცვაზე დანახარჯები კი მცირდება.

დაბინძურების უფლების გაყიდვის მექანიზმის შექმნის გლობალიზაციაც შესაძლებელია. ბევრი პრობლემა მოჰყვება განვითარებულ ქვეყნებში ნახშირორჟანგის გადასახადს იმ საწარმოთათვის, რომელთაც უკვე ამოწურეს ყველა იაფფასიანი საშუალება მავნე ნივთიერებების გავრცელების შემცირებაზე. ამ საკითხში სამაგალითოა გერმანიის პარლამენტის წინადადება, რუსეთმა გერმანიასთან ერთად აიღოს პასუხისმგებლობა ნახშირორჟანგის გავრცელებაზე. ეს მიიღწევა რუსეთის ტერიტორიაზე ტყის გაშენებით გერმანიის ხარჯით. პროგრამის მთლიანი ღირებულებაა 100 მლრდ ევრო. ამ პროექტში ძირითადი ის არის, რომ რუსეთის ტერიტორიაზე ტყის გაშენება ათჯერ უფრო იაფი დაუჯდება გერმანიას, ვიდრე თავის ტერიტორიაზე ახალი ტექნოლოგიების დანერგვით ნახშირორჟანგის გამოყოფის შემცირება. ამ პროექტს აქვს ძლიერი ეკონომიკური საფუძველი. გაანგარიშებით 1 მლრდ ტონა გერმანული ნახშირორჟანგის შთანთქმისათვის საჭიროა გაშენდეს 1 მლნ კმ<sup>2</sup> ტყე, რაც რუსეთის ტერიტორიის 6%-ს შეადგენს.

გარემოს დაბინძურების აღკვეთის (შემცირების) ძლიერი სისტემის შემოღებისას მსოფლიოში შეიძლება გავრცელდეს ქვეყნათშორისი დაბინძურების უფლების ყიდვის პრეცედენტი, რაც ბუნების დაცვის გლობალიზაციის ხელშემწყობი იქნება. ასევე სიღარიბესთან ბრძოლა, რადგანაც ეს შესაძლებელს გახდის, განვითარებული ქვეყნებიდან ფინანსები გადაედინოს განვითარებად ქვეყნებში.

გარემოს დაცვის ეკონომიკური ინსტრუმენტებიდან ყველაზე ძველი და გამოცდილი საშუალება არის გირავნობის სისტემა ანუ სისტემა „გირაო–დაბრუნება“. ეს მეთოდი ყველასათვის ცნობილია, როდესაც რომელიმე საქონლის ყიდვისას ვიხდით დამატებით ღირებულებას, რომელიც გარკვეული დროის შემდეგ გვიბრუნდება უკან. მსოფლიოში ყველაზე გავრცელებულია ცარიელი ბოთლების, დაცლილი ელემენტების დაბრუნება და ა.შ. ამ მეთოდის სიმარტივიდან გამომდინარე, ეს მექანიზმი გარკვეული გარანტიაა იმისა, რომ ნარჩენები არ მოხვდება გარემოში, მათ შორის არც ტოქსიკური ნარჩენები.

ყოველწლიურად უფრო აქტუალური ხდება გარემოს დაბინძურება ავარიებისა და კატასტროფების შედეგად. ამაზე ის უდიდესი ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალიც მეტყველებს, რაც ნავთობსადენების ავარიის შედეგად ვლინდება. შესაძლო ეკონომიკური მექანიზმი, რომელიც ავარიის შედეგად მიღებულ ზიანს შეამსუბუქებს, არის ეკოლოგიური დაზღვევა, ავარიის, ტექნიკური გაუმართაობის შედეგად გარემოსადმი დიდი ზიანის მიყენებაზე მეწარმეთა პასუხისმგებლობის დაზღვევა.

სადაზღვეო კომპანიების შექმნა გვეხმარება ზოგიერთი ეკონომიკური ამოცანის გადაჭრაში, კერძოდ, იმ ზარალის ანაზღაურებაში, რომელიც დაზღვეულ საწარმოებსა და მესამე პირებს შეექმნება გარემოს დაბინძურებით; ეკონომიკური სტიმულირება სადაზღვეო კომპანიის მიერ ავარიის გამომწვევი მიზეზების აღმოფხვრაზე ავარიის საწინააღმდეგო დანახარჯების გაზრდით, ამავდროულად, დაზღვეული კომპანიების სადაზღვეო ფონდებში არსებული ფულადი სახსრების გამოყენების ეფექტიანობით და ა.შ.

## თავი VI. ეკონომიკის ეკოლოგიზაცია და ეკოლოგიური კრიზისიდან გამოსვლა

### 6.1. ეკოლოგიური კრიზისი და მისი შედეგები

ეკონომიკური განვითარების ტექნოგენური ტიპი იწვევს ეკოლოგიური კრიზისის კერების განვითარებას სახელმწიფოს მთელ ტერიტორიაზე.

ეკოლოგიური კრიზისები თავის ხასიათის მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად:

- **უცარი ხასიათის ფეთქებადი კრიზისები.** ტიპურად ითვლება სამრეწველო კატასტროფები. ეს არის ჩერნობილის ავარია (უკრაინა), აფეთქება ბოპელის ქიმიურ კომბინატში (ინდოეთი), რასაც ათასობით ადამიანის სიცოცხლე შეეწირა, ავარია უფის ქიმიურ საწარმოში (რუსეთი) და სხვ. ასეთი კრიზისების წინასწარმეტყველება შესაძლებელია, მაგრამ, როგორც წესი, მათი ზუსტი დრო უცნობია;
- **ნელა განვითარებული „მცოცავი“ კრიზისები.** ასეთი კრიზისები წლობით ვითარდება, სანამ რაოდენობრივი ცვლილებები გადაიზრდება ხარისხობრივში. მათი დამახასიათებელი მაგალითებია აგრარულ-ეკოლოგიური კრიზისები. მაგალითად, არალის კრიზისი, აშშ-ში 30-ანი წლების ეკოლოგიური კატასტროფა. ამერიკაში ნიადაგის დამუშავების არასწორმა ტექნოლოგიამ გამოიწვია უდიდესი მასშტაბის ეროზიული პროცესების განვითარება. ამის შედეგად 2-3 წლის განმავლობაში მტვრის ქარიშხლებმა გაანადგურა სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების ნიადაგის ნაყოფიერი ფენები ათ მილიონი ჰექტარზე. მცოცავი ეკოლოგიური კრიზისის ნათელი მაგალითებია – არიდიზაცია, დიდი ტერიტორიების უდაბნოდ გადაქცევა და ტყეების განადგურება. სოფლის მეურნეობის არარაციონალური მართვა, ტყეების გაჩეხვა იწვევს დიდი ტერიტორიების დეგრადაციას.

ეკოლოგიური კრიზისის შედეგად ჩნდება ნეგატიურ მოვლენათა მთელი კომპლექსები. მათ შორის აღსანიშნავია: ეკოლოგიური, სოციალური, ეკონომიკური, პოლიტიკური კომპლექსები.

### 6.2. არალის კატასტროფა

ეკონომიკური განვითარების ეკოლოგიზაციის საფუძველზე უფრო ვრცლად განვიხილოთ ეკოლოგიური კრიზისები და გამოსავლის პრობლემები არალის ზღვის მაგალითზე. არალის კრიზისს ახასიათებს ეკოლოგიური კრიზისის ტიპური თვისებები. კრიზისის მექანიზმი და მისგან გამოსვლის შესაძლო გზები ასევე ტიპურია. ეს საშუალებას გვაძლევს, გამოვიყენოთ იგივე გზები, რაც გამოიყენება სხვა,



განსაკუთრებით „მცოცავი“ ტიპის ეკოლოგიური კრიზისებიდან გამოსასვლელად. დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს მაკროეკონომიკურ დონეს, ეკოლოგიური პრობლემების ალტერნატიული მეთოდებით გადაწყვეტას.

თუ ჩერნობილის ატომური სადგურის ავარიის მიზეზი ატომური რეაქტორის ტექნოლოგიური არასრულყოფილებასთან ერთად საბედისწერო შემთხვევაც და მომსახურე პერსონალის შეცდომებიც იყო, მაშინ არალის კატასტროფის მიმართ ეს აბსოლუტურად „სუფთა“ შემთხვევაა. არალის ზღვის დეგრადაცია შედეგია 30 წლის განმავლობაში გეგმაზომიერი ტექნოგენური აგრარული განვითარებისა. ეს არ არის არალის შემთხვევითი ან უეცარი დაღუპვა. არალის კრიზისს შეიძლება ვუწოდოთ გეგმაზომიერი კატასტროფა, გამოწვეული არაკომპეტენტური და ბუნებადამანგრეველი ეკონომიკური განვითარების დაგეგმვით არალის რეგიონში, მათ შორის „ბამბის მონოპოლიით“, ხანგრძლივი ნეგატიური ეკოლოგიური შედეგების იგნორირებითა და გაუთვალისწინებლობით.

ისეთი კულტურების, როგორცაა, პირველ ყოვლისა, ბამბა და ბრინჯი, წარმოებაზე ორიენტაციამ გამოიწვია დიდი წყალმოცულობის მქონე მეურნეობის განვითარება. სარწყავი მიწათმოქმედების საჭიროებებზე რეგიონში იხარჯება წყლის ძირითადი მარაგი. გვალვიანი კლიმატის პირობებში წყლის უკმარისობა, სარწყავი ინფრასტრუქტურის არასრულყოფილება, იწვევს წყლის რესურსების ამოწურვას. ბოლო წლებში არალის ზღვაში ჩაედინებოდა 4-8 კმ<sup>3</sup> წყალი, მისი დონის შესანარჩუნებლად კი საჭირო იყო 33-35 კმ<sup>3</sup>. ეკოლოგიური კრიზისის არეალი, დაკავშირებული არალის დაღუპვასთან, ძალზე ფართოა.

არალის ზღვაში კატასტროფის სიტუაცია ყოველწლიურად უარესდება. წყლის ნაკლებობამ 1989 წელს გამოიწვია ზღვის გაყოფა ორ ნაწილად. ამჟამად ზღვის ადგილას არის რამდენიმე მცირე ტბა. არალის კატასტროფა – ტრაგიკული და უნიკალური შემთხვევაა კაცობრიობის ისტორიაში, ადამიანმა გაანადგურა მთელი ზღვა. თუ არ იქნა მიღებული რადიკალური ზომები, მაშინ არალის აღდგენა შეუძლებელი იქნება.

ნეგატიურ ეკოლოგიურ მოვლენათა რიცხვს შეიძლება განეკუთვნოს ზღვის დონის ყოველწლიური დაკლება 80-100 სმ-ით, მოცულობის შემცირება 2/3-დით, წყალში მარილების შემცველობის ზრდა 2,5-ჯერ. არალს კვებავს ორი მდინარე – სირდარია და ამუდარია, უკანასკნელი ბოლო წლებში ვერ აღწევს ზღვამდე. განსაკუთრებით სახიფათო შედეგებს განეკუთვნება ქვისა და მარილის გატანა ყოფილი ზღვის ფსკერიდან. ყოველწლიურად ქარს რამდენიმე ათას კილომეტრზე გადააქვს დაახლოებით 75 მლნ ტ ქვიშა და მარილი. კატასტროფულად იკლო ცოცხალი ბუნების სახეობებმა. თუ ადრე ზღვის მიმდებარე ტერიტორიაზე გვხვდებოდა ცხოველთა 178 სახეობა, ახლა მათი რიცხვი 38-მდეა შემცირებული.

მდინარეები, რომლებიც ჩაედინება არალის ზღვაში, ძალიან დაბინძურებულია შხამქიმიკატების ნარჩენებითა და მინერალური სასუქებით. ეს გამოწვეულია

რეგიონის სოფლის მეურნეობის გადაჭარბებული ქიმიზაციით. პესტიციდების მოხმარების დონე რამდენიმე ათეულჯერ აჭარბებს დსთ-ის მაჩვენებელს და მთელ მსოფლიოში ყველაზე მაღალია. ამასთან ერთად, ბოლო დრომდე გამოიყენება შხამქიმიკატები, რომელიც მავნეა ჯანმრთელობისათვის და აკრძალულია მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში. საერთაშორისო ექსპერტების შეფასებით, არალის რეგიონში წყალი დაბინძურების დონით უარესთა შორისაა.

ეკოლოგიური სიტუაციის გაუარესებას თან სდევს მძიმე სოციალური შედეგები. უპირველეს ყოვლისა, ეს ეხება მოსახლეობის ჯანმრთელობის გლობალურ გაუარესებას. ამას იწვევს ქიმიკატებითა და მარილით დაბინძურებული სასმელი წყალი, მავნე ნივთიერებების მაღალი შემცველობა რეგიონში წარმოებულ კვების პროდუქტებში, ჰაერის დაბინძურება ქიმიკატებით მინდვრების დამუშავების დროს, რაც თვითმფრინავების მეშვეობით ხდება. შედეგად ბავშვთა სიკვდილობამ მიაღწია 80 ბავშვს 1000 ახალშობილზე, ე.ი. 5-7-ჯერ მეტი ვიდრე რუსეთში, უკრაინასა და ბელარუსში. 70%-ზე მეტ ზრდასრულსა და 80%-ზე მეტ ბავშვს აღენიშნება რამდენიმე დაავადება. მშობიარეთა 90% დაავადებულია სისხლნაკლებობითა და ანემიით. რეგიონში სიცოცხლის საშუალო ხანგრძლივობა კლებულობს. შემთხვევითი არ არის ის, რომ არალის რეგიონის ეკოლოგიურ და სოციალური სიტუაციის შეფასებისას ხშირად გამოიყენება სიტყვა „გენოციდი“.

არალის ზღვის მიმდებარე ტერიტორიაზე ეკოლოგიურმა კრიზისმა შეცვალა რეგიონის ეკონომიური სტრუქტურა, განადგურდა ტრადიციული საქმიანობის ბევრი სფერო. მაგალითად, არალის ზღვაზე აღარ არსებობს მეთევზეობა, რომელიც ადრე ნაყოფიერი იყო, დაიხურა თევზის გადამამუშავებელი ქარხნები, იგივე ბედი ეწია საზღვაო ტრანსპორტს.

არალის ზღვის მიმდებარე ტერიტორიაზე ეკოლოგიურ-ეკონომიკურმა კრიზისმა გამოიწვია ისეთი ნეგატიური სოციალური მოვლენა, როგორცა მასობრივი უმუშევრობა.

პირდაპირ ეკონომიურ ზარალთან ერთად, ზღვის დეგრადაციამ ირიბი ეკონომიკური ზარალი მიაყენა ძირითადად სოფლის მეურნეობას.

დიდი სასოფლო-სამეურნეო ტერიტორიების დამლაშება ყოფილი ზღვის ფსკერიდან მარილების გადატანის შედეგად და არარაციონალური სარწყავი ტექნოლოგიები იწვევს მიწის ბუნებრივი ნაყოფიერების მკვეთრ შემცირებას, ნათესების ხარისხობრივ გაუარესებას, 50%-მდე შემცირებას. ნიადაგის დამლაშების პროცესები სასოფლო-სამეურნეო ნაკვეთებს გამოუსადეგარ მიწებად და აგრარულ ოაზისებს უდაბნოდ აქცევს.

ეკოლოგიური კრიზისის სხვა ნეგატიური მოვლენათაგან უნდა გამოიყოს პოლიტიკურიც. არალის კრიზისი გლობალური კრიზისია, რომელიც შუა აზიის ოთხ რესპუბლიკას ეხება. ამკარაა, რომ ამ პრობლემიდან თავის დაღწევა შეიძლება მარტო ერთობლივი ძალებით. მაგრამ პოსტსაბჭოთა რესპუბლიკებს შორის

ურთიერთობების გაუარესებამ და არალის რეგიონის ეკონომიურმა ჩამორჩენილობამ გაართულა არალის რეგიონის პრობლემების გადაჭრა.

### 6.3. არალის კატასტროფის გადაწყვეტის ალტერნატიული მიმართულებები

განვიხილოთ არალის რეგიონის პრობლემის გადაჭრის შესაძლო ვარიანტები. ეკოლოგიური კრიზისიდან გამოსასვლელად შესაძლო ვარიანტები უნდა შეფასდეს ოთხი კრიტერიუმით:

- შესაძლო ეკოლოგიური შედეგებით;
- ტექნიკური განხორციელებით;
- ინვესტიციების სიდიდითა და მათი ეფექტურობით;
- სოციალური შედეგებით.

არალის რეგიონში შეიქმნა ჩიხური სიტუაცია. შუა აზიის მოსახლეობა სწრაფად იზრდება, იგრძნობა წყლის რესურსების უკმარისობა მეურნეობაში, დასახლებულ პუნქტებში, საწარმოებში. თუ შენარჩუნდა იგივე სოციალური და ეკონომიკური ტენდენციები, წყლის დეფიციტი გაიზრდება. არალის შესავსებად წყალი არ არის და უახლოეს მომავალში არც იქნება.

რამია გამოსავალი? არალის ზღვის კატასტროფის მოახლოება ცხადი იყო ჯერ 70-იან წლებში. იმ დროიდან დაიწყო ზღვის გადარჩენის პროექტების შემუშავება. ყველა მათგანი დაფუძნებული იყო არალის რეგიონში წყლის რესურსების აუცილებელ ზრდაზე გარე წყაროების ხარჯზე. ყველაზე ცნობილი პროექტია ციმბირის მდინარეების ნაწილობრივი გადინება შუა აზიაში. ამ პროექტის მასშტაბზე მეტყველებს ციფრები: არხის სიგრძე ციმბირიდან უნდა ყოფილიყო დაახლოებით 2400 კმ, სიგანე – 200 მ-მდე, ღირებულება 80-ანი წლების მიხედვით – 90 მლრდ რუბლი. ამ არხთან შედარებით ჩინეთის დიდი კედელი და ეგვიპტეს პირამიდები – საბავშვო სათამაშოებია. პროექტი პრაქტიკულად არ იყო დასაბუთებული არც ეკოლოგიურად, არც ეკონომიკურად და არც ტექნიკურად.

უფრო რეალური ტყუპი პროექტი: არხის მშენებლობა კასპიის ზღვიდან. მას ისეთივე ნაკლი ჰქონდა, როგორც წინა ვარიანტს. ამ პროექტის განსახორციელებლად საჭირო იყო არხის გათხრა უდაბნოში, რომლის სიგრძე 500 კმ იყო. გარდა ამისა, დედამიწის დაქანება არალის ზღვიდან კასპიის ზღვისკენ იყო მიმართული. იმისათვის, რომ წყალი წასულიყო კასპიიდან არალისკენ, არხი საჭიროებდა 80 მ სიმაღლეზე აწევას, რასაც კოლოსალური ენერგეტიკული ხარჯი დასჭირდებოდა.

იდეის სიცოცხლისუნარიანობა არალის რეგიონში დამატებითი წყლის რესურსების მოზიდვასთან, არხების მშენებლობა კი ერთ უბრალო არგუმენტთან იყო დაკავშირებული – „მოსახლეობას არა აქვს სასმელი წყალი, უნდა დაიწყოს

გათხრები“. სრულიად შესაძლებელია, რომ უახლეს დროში, თუ გამოსწორდება ეკონომიკური სიტუაცია და გამოჩნდება დამატებითი ფინანსური და მატერიალური რესურსები, შეიძლება ამოქმედდეს ერთ-ერთი პროექტი.

მაშასადამე, არალის გადარჩენის გეგმები ექსტენსიურია, გამომდინარეობს წყლის რესურსებიდან და წყლის ხარჯებიდან. რადგან არალის რეგიონში არის წყლის მწვავე უკმარისობა, კეთდება დასკვნა მისი მთლიანი ზრდის აუცილებლობის შესახებ.

აუცილებელია პრინციპულად ახალი მეთოდების შემუშავება. განვიხილოთ არალის პრობლემის გადასაწყვეტის შესაძლო ალტერნატიული მიდგომები. შესაბამისად უნდა განვიხილოთ წყლის რესურსების მოხმარების არა რაოდენობა, არამედ საპირისპირო მხარე. შუა აზიაში წყლის მთავარი მომხმარებელია სოფლის მეურნეობა. არალის გადარჩენა დაკავშირებულია აგროსამრეწველო კომპლექსში წყლის მოხმარების მოწესრიგებასთან.

არალის ზღვის გადასარჩენად ექსტენსიური მიდგომების შენარჩუნება გამოიწვევს შეკრულ წრეში მოხვედრას, როცა კეთდება ცდები, ბუნებრივი პრობლემა გადაწყდეს ბუნებრივი მეთოდებით. აუცილებელია შეკრული წრის საზღვრებიდან გამოსვლა და ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტა არაბუნებრივი ალტერნატიური მეთოდებით იმ დარგების მეშვეობით, რომლებიც ხშირად შორსაა ბუნებრივი რესურსების გამოყენებისაგან. აუცილებელია ბუნებრივი პროდუქტიული ვერტიკალის ანალიზი, რომელიც წყლის რესურსებს აკავშირებს საბოლოო მოხმარებასთან.

აუცილებელია, არალის რეგიონისათვის განისაზღვროს და დარეგულირდეს წყალმოცულობის ყველა მიმართულება. უკიდურეს შემთხვევაში შეიძლება შეიქმნას პარადოქსული სიტუაცია, როდესაც წყლის შესანარჩუნებლად ჩატარებული ღონისძიებები სარწყავ სისტემაში აღმოფხვრის წყლის დანაკარგს, მაგრამ სოფლის მეურნეობის წარმოებული პროდუქციის გამოყენების სტრუქტურა შესაძლოა იყოს არარაციონალური აღმოჩნდეს. არალის რეგიონს არ ეყოფა არანაირი წყლის რესურსები, მიუხედავად წყლის დანაკარგის არარსებობისა.

არალის გადარჩენის პროექტს საფუძვლად უნდა დაედოს იდეა, რომ წყლის ეკონომიის განხორციელება შესაძლებელია ყველა ეტაპზე ბუნებრივ-პროდუქტიულ ჯაჭვში, რომელიც აკავშირებს წყლის რესურსებს საბოლოო პროდუქციის გამოყენებასთან. მსგავსი მიდგომის რეალიზაცია საშუალებას იძლევა, შემცირდეს წყლის მოხმარება არალის რეგიონში.

ეკონომიკური და ეკოლოგიური თვალსაზრისით განვიხილოთ არალის რეგიონის გადარჩენის უფრო პერსპექტიული ალტერნატიული ვარიანტები. მათ შორის შეიძლება გამოვყოთ: ინფრასტრუქტურისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის განვითარება, ბამბის ბოჭკოს ქიმიურით ჩანაცვლება, ბამბის ექსპორტის შემცირება. პირველი და მეორე მიმართულება უკავშირდება არალის რეგიონის

ეკონომიკის სტრუქტურულ გარდაქმნას.

წყლის რესურსების ეკონომიის ყველაზე აქტუალური ვარიანტი არის საექსპორტო პოლიტიკის შეცვლა. ამჟამად არალის ზღვის დეგრადაციას ამძიმებს არაკონსტრუქციული საექსპორტო პოლიტიკა. რეგიონიდან საზღვარგარეთ გასატანი ნედლეულის მრავალფეროვან რესურსებს შორის, სასოფლო-სამეურნეო სფეროში ბამბას უკავია მოწინავე ადგილი – ბამბის 30 % გადის ექსპორტზე. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ბამბა საჭიროებს სარწყავი წყლის დიდ დანახარჯს, მაშინ არსებული საექსპორტო პოლიტიკა ხასიათდება, როგორც უზომოდ წყალხარჯიანი და არალის რეგიონის ეკოსისტემის დესტაბილიზაციის ფაქტორი. წყლის ყოველწლიური ფარული ექსპორტი, აკუმულირებული საექსპორტო ბამბაში, აღწევს 15 კმ<sup>3</sup>-ს. ამის გათვალისწინებით ძალზე მნიშვნელოვანია დაჩქარდეს ინფრასტრუქტურისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის განვითარება არალის რეგიონში. აგროსამრეწველო კომპლექსში წარმოება-გასაღების სფეროს ჩამორჩენა ძირითადი მიზეზია სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოების დიდი დანახარჯებისა, რომელიც წარმოების მოცულობის ერთ მესამედს აღწევს. დანაკარგი ნიშნავს, რომ წყლის და მიწის რესურსების დიდი ნაწილი ფუნქციონირებს აღრიცხვის გარეშე. არალის რეგიონისათვის ეს დანაკარგი არის 15-20 კმ<sup>3</sup> წყალი, დახარჯული წარმოებაზე და აკუმულირებული პროდუქციაში დანაკარგზე. მაშასადამე, შესაძლებელია მნიშვნელოვნად შემცირდეს და ბრუნვიდან გამოვიდეს სარწყავი მიწების ნაწილი წარმოება-გასაღების სფეროს სწრაფი განვითარების შედეგად და მოხდეს მთლიანი პროდუქციის წარმოების შემცირების კომპენსაცია, რაც შესაძლებლობას იძლევა, რეგიონში შენარჩუნდეს პროდუქციის გამოშვება დანაკარგის ლიკვიდაციის საფუძველზე.

არალის რეგიონში ძალზე პერსპექტიულია წყლის რესურსების ეკონომიის ალტერნატიული ვარიანტი – ქიმიური ბოჭკოს ფორსირებული განვითარება. ბამბის ბოჭკოს ქიმიურით შეცვლას შეუძლია გაათავისუფლოს წყლის კოლოსალური მოცულობა ბამბის შეგროვების შემცირების ხარჯზე. ასეთი გამოთავისუფლების ეკონომიკური ეფექტიანობა ძალზე მაღალია. ამჟამად ბამბის რაოდენობა, რომელიც გამოიყენება ტექნიკური მიზნებისათვის, უზომოდ დიდია. ამ მიზნით ბამბის მოხმარების წილი დსთ-ის ქვეყნებში 4-ჯერ მეტია, ვიდრე ამერიკაში. ქიმიური ბოჭკოს დაბალი წილი და ერთიანი საფეიქრო ბალანსი – დაახლოებით 40%. საშუალოდ მთელი მსოფლიოს მასშტაბით ეს მაჩვენებელია 50%, პოლონეთში, ესპანეთში, ისრაელსა და აშშ-ში – 60-70%. საერთოდ ნატურალური ბოჭკოს ჩანაცვლება ქიმიური პროდუქციით 10-20 კმ<sup>3</sup> წყლის დაზოგვის ეკვივალენტია.

ქიმიური ბოჭკოს წარმოება უნდა განთავსდეს წყლით უზრუნველყოფილ რაიონებში. თუ ყოფილი სსრკ-ის საერთო ეკონომიკური სივრცის პირობებში ასეთი მანევრისათვის საჭირო იყო რთული შეთანხმებები, ახლა საჭიროა სახელმწიფოთა შორის შესაბამისი შეთანხმებები, რადგან ძირითადად წყლით უზრუნველყოფილი რაიონები მდებარეობს რუსეთში. ქიმიური ბოჭკოს საწარმოთა მშენებლობა

მიზანშეწონილია რუსეთისათვისაც არალის რეგიონიდან ბამბის იმპორტის შემცირების გამო. ნატურალური ნედლეულის უკმარობა საფეიქრო მრეწველობაში, ტექნიკურ ნაკეთობებსა და სხვ., აუცილებელს ხდის ქიმიური პროდუქციის მოხმარებას, რაც უფრო ეფექტური ვარიანტია, ვიდრე ბამბის ნედლეულის დამატებითი შესყიდვა საზღვარგარეთ კონვერტირებულ ვალუტაში.

არალის რეგიონში მხოლოდ არარაციონალური გამოყენება და დანაკარგი სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ეკვივალენტურია 40 კმ<sup>3</sup> წყლის დანაკარგისა, თითქმის ნახევარზე მეტი სარწყავი მიწები არაპროდუქტიულია. ეკონომიური გამოყენებითა და სამელიორაციო ადგილების კარგად გააზრებული განაწილებით პროდუქციის წარმოება საჭიროებს მიწის და წყლის უფრო ნაკლებ რესურსებს, ვიდრე ახლა. ამასთან ერთად შენარჩუნდება ან გაიზრდება სასოფლო-სამეურნეო წარმოების პროდუქციის მოხმარების დონე.

ახლა სარწყავი წყლის ნახევარზე მეტი ვერ აღწევს მინდვრებს და ორთქლდება, იკარგება და ა.შ. არალის რეგიონისათვის ასეთი დანაკარგი წელიწადში 30-40 კმ<sup>3</sup>-ია. წყლის ამ რეზერვის გამოსაყენებლად აუცილებელია მოქმედი სარწყავი სისტემის კარდინალური რეკონსტრუქცია და პროგრესული სარწყავი ტექნოლოგიის გამოყენება. საკმარისია იმის თქმა, რომ არხების სიგრძის 90%-ზე მეტს აქვს ჩვეულებრივი მიწიანი საფარი. შესაძლო ეფექტზე მეტყველებს ის ფაქტი, რომ ძველი სარწყავი მიწის არხებით 1 ჰექტარზე წელიწადში საჭიროა 30-40 ათასი მ<sup>3</sup> წყალი, ხოლო ახლითა და რეკონსტრუირებულით – მხოლოდ 6-10 ათასი მ<sup>3</sup>.

თუ მთლიანობაში შევაჯამებთ ბუნებრივ-პროდუქტიული ჯაჭვის დანაზოგს და წყლის დანაკარგს არალის რეგიონში, მაშინ მივიღებთ დაახლოებით 70 კმ<sup>3</sup> წყალს. რა თქმა უნდა, წყლის ყველა რესურსის დაზოგვა შეუძლებელია, მაგრამ ეს სწორედ ის წყაროა, რომელიც უნდა გამოვიყენოთ არალის გადასარჩენად თანდათანობით, ნაწილ-ნაწილ. წყლის ეს მოცულობა ორჯერ მეტია იმაზე, რაც ესაჭიროება ზღვის სტაბილიზაციას.

არალის ზღვის გადარჩენის პროგრამის რეალიზაციისათვის, სტრუქტურული ცვლილებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს რეალიზაციის ეფექტური მექანიზმის გამომუშავებას, პირდაპირ და არაპირდაპირ სახელმწიფო მართვას, საბაზრო და მასტიმულირებელი ინსტრუმენტების გამოყენებას. ძალზე მნიშვნელოვანია შემუშავდეს მკაცრი ეკონომიკური და სამართლებრივი რეგულაციები, რომლებიც უზრუნველყოფს რეგიონში წყლისა და მიწის რესურსების ეკოლოგიურ დაცვას. ასეთი სისტემა უნდა შეიცავდეს წყლისა და მიწის რესურსების მოხმარების გადასახადს; ამ რესურსების ფულად შეფასებას; ჯარიმის მექანიზმს ბუნებაში გამოყენების ნორმატივების დარღვევისათვის, კერძოდ, სარწყავი ნორმის გადაჭარბებისათვის; კონტროლის გამკაცრებას სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაში მავნე ნივთიერებების შემცველობაზე.

სახალხო მეურნეობის სტრუქტურული გარდაქმნის პროგრამის რეალიზაციის

მექანიზმი და ეკოლოგიზაცია უნდა ითვალისწინებდეს მისი განვითარების ფასთა სისტემის მნიშვნელოვან ცვლილებას, დოტაციას, კრედიტს, შეღავათებს ბუნების დაცვის ღონისძიებათა სტიმულირების მიმართულებით. ამ მიმართულებით უნდა დარეგულირდეს საერთო და კუთრი წყალმოხმარება, მიწის დაცვა, ბიოლოგიურად სუფთა სამეურნეო პროდუქციის წარმოება და სხვ.

არალის გადარჩენისათვის ალტერნატიულ ვარიანტებსა და ეკონომიკის სტრუქტურულ გარდაქმნაზე დაფუძნებული პროგრამა არ შეიძლება დავუპირისპიროთ სხვა პროგრამებსა და ღონისძიებებს. ყველა ისინი შეადგენენ ერთიან კომპლექსს და უნდა განხორციელდეს ერთდროულად. მაგალითად, არალის ზღვის გადარჩენის პროგრამაში ალტერნატიულ ვარიანტთან ერთად უნდა შევიდეს სარწყავი მიწების სარეკონსტრუქციო ღონისძიებათა კომპლექსი. ალტერნატიული და სარეკონსტრუქციო ღონისძიებები ერთდროულად უნდა შესრულდეს. ესაა წყლის ხარჯვის შემცირება და ამოღება სასოფლო-სამეურნეო ბრუნვიდან, უპირველეს ყოვლისა, დამლაშებული დაბალმოსავლიანი მიწების წყლის მაღალი კუთრი ხარჯის შემცირება, სუსტად განვითარებული ინფრასტრუქტურითა და ცალკე რაიონებში განთავსებული გადამამუშავებელი მრეწველობით.

ამასთან დაკავშირებით შემოთავაზებული ალტერნატიული ვარიანტები, განხორციელებული სარწყავი მიწების კომპლექსურ რეკონსტრუქციასთან ერთად, არალის გადარჩენის რეალურ პროგრამაა, რომელიც უფრო მისაღებია ეკონომიკური, ეკოლოგიური და ტექნიკური თვალსაზრისით. მსგავს მიდგომას საფუძვლად დაედო პროექტი, რომელმაც გაიმარჯვა კონკურსში არალის ზღვის შესანარჩუნებლად (1990 წ.). პროექტის საფუძველი გახდა „არალის ზღვის შენარჩუნებისა და აღდგენის კონცეფციები, ეკოლოგიური, სანიტარიულ-ჰიგიენური, სამედიცინო-ბიოლოგიური და სოციალურ-ეკონომიკური სიტუაციების ნორმალიზაცია არალის მიმდებარე ტერიტორიაზე“, მომზადებული საკანონმდებლო და აღმასრულებელი სტრუქტურების დავალებით (1991 წ.).

#### **6.4. შთამომავლობის კომპრომისი**

არალის კრიზისიდან გამოსასვლელად ალტერნატიული ვარიანტების რეალიზაციისას შეიძლება შეიქმნას სირთულებები. მათ, უპირველეს ყოვლისა, განეკუთნება სოციალური პრობლემები. სოფლის მეურნეობის ინტენსიური წარმოების შემცირებამ, სარწყავი მიწების ნაწილის რეკონსტრუქციამ ან საერთოდ ამოღებამ ექსპლუატაციიდან, არალის რეგიონის მოსახლეობის სწრაფი ზრდის პირობებში, შეიძლება გამოიწვიოს დასაქმების დონის დაწევა და უმუშევრობა. აუცილებლად უნდა იქნეს გათვალისწინებული შესაბამისი სოციალური პროგრამები, რომლებიც აამაღლებს დასაქმების დონეს: ადგილობრივი და მსუბუქი მრეწველობის

განვითარებისა, მიწების ფართო რეკონსტრუქციისა, ინფრასტრუქტურული ობიექტების მშენებლობის და სხვ.

არალის გადარჩენის ანტიკრიზისული პროგრამით გამოწვეული სოციალური პრობლემები ტიპურია ნებისმიერი პროგრამისთვის, მაგალითად, სასოფლო-სამეურნეო ბრუნვიდან დეგრადირებული მიწების ამოღების ღონისძიებები იწვევს წარმოების შემცირებას მოცემულ რაიონში და შესაბამისად, დასაქმების შემცირებასაც. მაგნე წარმოების დახურვა (ქიმიური, ატომური და სხვ.), რაც ასევე იწვევს უმუშევრობას, განსაკუთრებით დიდ ქალაქებში, სადაც ასეთი საწარმოები ადგილობრივი მოსახლეობის დასაქმების ძირითადი ადგილებია. ანტიკრიზისული ეკოლოგიური პროგრამები ხშირად იწვევს არჩევანის პრობლემას თანამედროვე ინტერესთა შორის.

რა ავირჩიოთ – გავაგრძელოთ მეურნეობის მართვა ძველი მეთოდებით, ჩამოყალიბებული ცხოვრების წესის შენარჩუნებით, რაც აუცილებლად გამოიწვევს გარემოს დეგრადაციასა და მომავალი თაობების ცხოვრების პირობების მკვეთრ გაუარესებას თუ ეკოლოგიური დეფორმაციის ლიკვიდაციისათვის უკვე დღეს გავიღოთ მსხვერპლი, რაც ჩვენი შთამომავლების არსებობის ნორმალურ პირობებს უზრუნველყოფს? აშკარაა დროის პრობლემა, თაობების ექსტერნალიები და ექსტერნალური დანახარჯის მინიმიზაცია. ერთგვაროვანი პასუხი არ არსებობს. ყველაფერი დამოკიდებულია ეკოლოგიური კრიზისის სიღრმეზე, რომელსაც შესაძლოა არც მოჰყვეს ნეგატიური სოციალური შედეგები თაობათა ინტერესებს შორის კომპრომისის შესაძლებლობაზე. და, ყველაფრის მიუხედავად, მომავალი თაობების ინტერესების გათვალისწინება წინა პლანზეა მდგრადი განვითარების კონცეფციაში. უმრავლეს შემთხვევაში ხანგრძლივი ეკოლოგიური სტაბილიზაციის დროს პრიორიტეტი უნდა მიენიჭოს მომავალი თაობების ინტერესებს.

## 6.5. ეკოლოგიის რეგიონული ასპექტები

ეკოლოგიური კრიზისიდან გამოსავალს, დაფუძნებულს ალტერნატიულ ვარიანტსა და ეკონომიკის სტრუქტურულ გარდაქმნაზე, აქვს თავისებურებანი. შეიძლება გამოვყოთ სამი:

- ალტერნატიული ღონისძიებების ჩატარების ტერიტორიებისა და ეკოლოგიური კრიზისის ტერიტორიების შესაძლო რეგიონული დაუმთხვევლობა;
- ალტერნატიული ღონისძიებების დარგობრივი და პროდუქტიული შედეგების უზუსტობები;
- საინვესტიციო პოლიტიკის კომპლექსური ხასიათი ეკოლოგიური კრიზისიდან გამოსვლისას.

არალის კრიზისის მაგალითზე ეს თავისებურებები თვალსაჩინოა. მაგალითად, ავიღოთ ქიმიური ბოჭკოს მრეწველობის განვითარება. უპირველეს ყოვლისა, არალის



პრობლემის მნიშვნელოვანი ნაწილის მოგვარება შესაძლებელია შუა აზიიდან ათასობით კილომეტრის მოშორებით ქიმიური ბოჭკოს საწარმოთა აშენებით, რუსეთის აღმოსავლეთში ან ციმბირში, სადაც წყალმომარაგება მაღალია. ეს მოგვცემს შესაძლებლობას, შევცვალოთ ბამბა და დავზოგოთ წყლის ორ ათეულამდე კმ<sup>3</sup> უშუალოდ არალის რეგიონში. ეს საკმაოდ პრინციპული მომენტია, რადგან ამჟამად პრაქტიკულად ყველა შემოთავაზებული ღონისძიება ტრიალებს შუა აზიასა და ყაზახეთში (მათ შორის ზემოთ ხსენებული წყლის მოწოდება სხვა რეგიონებიდან). ალტერნატიული ვარიანტების განხორციელება შესაძლებელია ეკოლოგიური კრიზისის ზონასთან რომელიმე სივრცობრივი კავშირის გარეშე.

მეორე, შესაძლოა ალტერნატიული ღონისძიებების შედეგებისა და დარგების დარგობრივი შეუსაბამობა, სადაც გამჟღავნდება მათი ჩატარების ეფექტი. მოცემულ შემთხვევაში ქიმიური მრეწველობის განვითარება (ქიმიური კომპლექსი) საშუალებას გვაძლევს, მივიღოთ უზარმაზარი ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ეფექტი სოფლის მეურნეობის რესურსების ეკონომიის ხარჯზე (აგროსამრეწველო კომპლექსი). ქიმიური ბოჭკო კი, როგორც მრეწველობის პროდუქტი, საშუალებას გვაძლევს, შევცვალოთ ბამბა, როგორც სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტი.

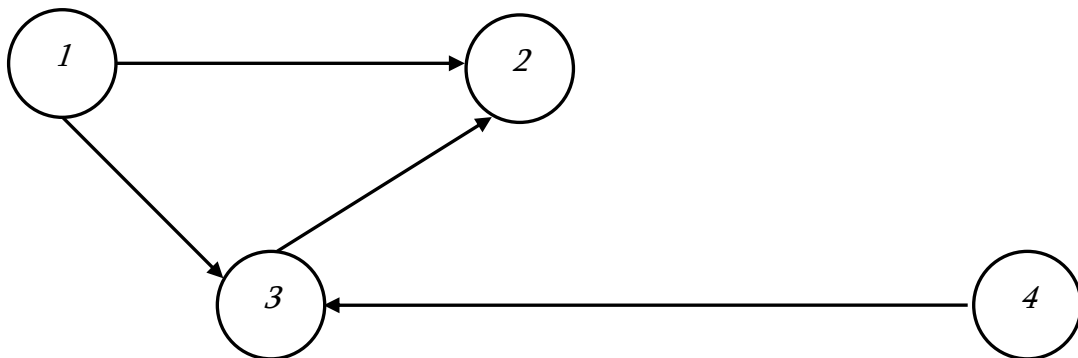
და მესამე, ზემოთ ნახსენები თვისებებიდან გამომდინარე, არალის გადარჩენის მიზნით სტრუქტურული გარდაქმნა შესაძლოა შეეხოს არა მარტო არალის რეგიონის ეკონომიკას, არამედ დსთ-ის სხვა ქვეყნებსაც. ეს კი საჭიროებს სულ სხვა საინვესტიციო პოლიტიკას, კომპლექსურ მიდგომას არალის გადარჩენის პროექტის შემუშავებისადმი შუა აზიის სახელმწიფოების, ყაზახეთის, რუსეთისა და დსთ-ის სხვა ქვეყნების განვითარების გათვალისწინებით. ამ პირობებში არაეფექტურად ისახება მცდელობა, ეკოლოგიური კრიზისიდან თავდასაღწევად პროგრამის შექმნა ცალკეული ტერიტორიებისათვის, ფინანსური და მატერიალური რესურსების გაფლანგვა. ეკოლოგიური კრიზისის აღმოფხვრა, განსაკუთრებით ასეთი გლობალურისა, როგორცაა არალისა, საჭიროებს მრავალი ქვეყნის ძალისხმევას და შეთანხმებულ ეკოლოგიურ-ეკონომიკურ პროგრამას, ამ სახელმწიფოების ეკონომიკის სტრუქტურულ გარდაქმნას, ორიენტირებას ეკოლოგიურ სტაბილიზაციასა და მდგრად განვითარებაზე.

## თავი VII. სისტემური ანალიზი და სოციალურ-ეკოლოგიურ- ეკონომიკური სისტემების პროგნოზირება

### 7.1. მრავალკომპონენტური ამოცანის ანალიზი და გადაწყვეტა

მრავალკომპონენტური ამოცანების ამოხსნის საფუძველია ორიენტირებული გრაფები (ორგრაფები). ორგრაფების თეორიას საფუძველი დაუდო ლ. ეილერმა 1736 წელს თავის ცნობილ მოსაზრებაში ქ. კენინსბერგის ხიდების შესახებ, მაგრამ როგორც დამოუკიდებელი დისციპლინა, ის ჩამოყალიბდა XX საუკუნის 30-იან წლებში. გრაფების თეორია მრავალმხრივია, ასევე მრავალგვარია მისი გამოიყენება ტექნიკაში, ეკონომიკაში, გენეტიკაში, ქიმიასა და მეცნიერების სხვა დარგებში.

გრაფების თეორიის საფუძველები და ზოგიერთი წინადადება საკმაოდ კარგად არის აღწერილი სპეციალურ ლიტერატურაში. მრავალკომპონენტური ამოცანების ამოსახსნელად განიხილება გრაფების თეორიის მხოლოდ განსაზღვრული ვარიანტი – ორიენტირებული გრაფები. ამასთან, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ეკოლოგიურ-ეკონომიკური სისტემების ფორმირებად მოდელებში შექცევადი დამოკიდებულებების გამოსახვას, რომელიც გვხვდება ნებისმიერ რთულ სისტემაში. შექცევადი დამოკიდებულებების მეშვეობით მოდელებში მოდელირების (ანალიზისა და პროგნოზირების) შედეგები უფრო სარწმუნოა, ვიდრე მათემატიკური აპარატის გამოყენებისას, რადგან ის ვერ გამოსახავს შექცევად დამოკიდებულებებს. აპარატის რეალიზაციის სიცხადე და სიმარტივე ხელმისაწვდომს ხდის მრავალკომპონენტური ამოცანების ამოხსნას სპეციალისტთა ფართო წრისთვის, რომლებიც ღრმად არ ფლობენ გამოყენებით მათემატიკას. გეომეტრიულად ორიენტირებული გრაფი შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ წრეებად აღნიშნული წვეროების ნაკრების სახითა და რკალებით, რომლებიც აერთებენ ამ წვეროებს. რკალი ქმნის მიმართულებას ერთი წვეროდან მეორისკენ. 7.1 ნახაზზე ნაჩვენებია ოთხწვერიანი ორგრაფი.

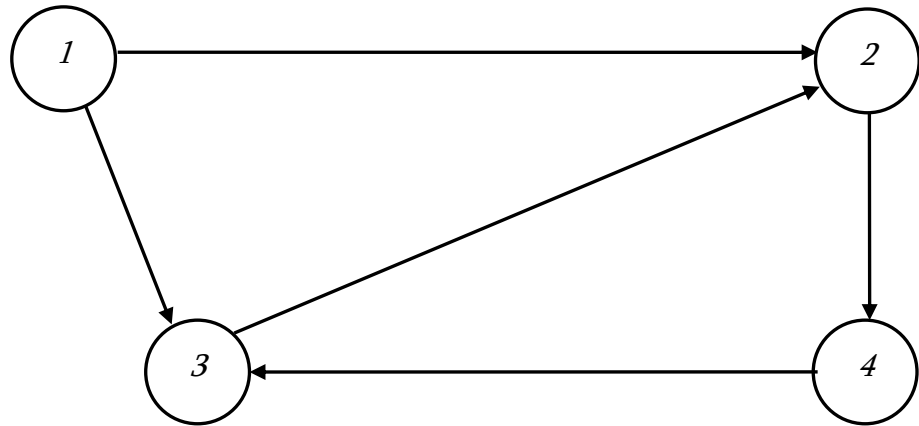


ნახ. 7.1. ორიენტირებული გრაფის მაგალითი

**გზა** ორგრაფში ეწოდება რკალების ისეთ საბოლოო თანამიმდევრობას, რომელიც ყოველი მომდევნო რკალის დასაწყისი ემთხვევა წინა რკალის დასასრულს.

რკალები შეგვიძლია აღვნიშნოთ წვეროების წყვილით, რომლებსაც ის აკავშირებს. მაგალითად, წვეროდან 1 წვეროსკენ 2 მიდის ორი გზა: პირველი გზა  $\{(1,2)\}$  და მეორე გზა  $\{(1,3):(3,2)\}$ . გზა შეიძლება ჩაიწეროს წვეროების თანმიმდევრობის სახით, რომლებზეც ის გადის. მაგალითად, მეორე გზის ჩაწერა შეიძლება შემდეგნაირად:  $\{1,3,2\}$ .

**კონტური** ეწოდება გზას, რომლის საწყისი წვერო თანხვედბა ბოლოს. ორგრაფში, რომელიც წარმოდგენილია 7.1 ნახაზზე, არ არის კონტური. კონტურიანი ორგრაფი, რომელიც გადის წვეროებზე 2, 4 და 3, წარმოდგენილია 7.2 ნახაზზე.



ნახ. 7.2. კონტურიანი ორგრაფის მაგალითი

წვეროებს, რომლებშიც არ შედის რკალები, ეწოდება **საწყისი წვეროები**. წვეროებს, რომელთაგან არ გამოდის არც ერთი რკალი, ეწოდება **საბოლოო წვეროები**.

ორგრაფის წვეროების **მოსაზღვრეობის მატრიცას** ეწოდება **კვადრატული მატრიცა**, რომლის ყოველი ელემენტი ერთის ტოლია, თუ არსებობს რკალი, რომელიც მიდის  $i$  წვეროდან  $j$  წვეროსკენ. თუ ასეთი რკალი არ არსებობს, მაშინ მოსაზღვრეობის მატრიცის ელემენტი  $(i, j)$  ნულის ტოლია.

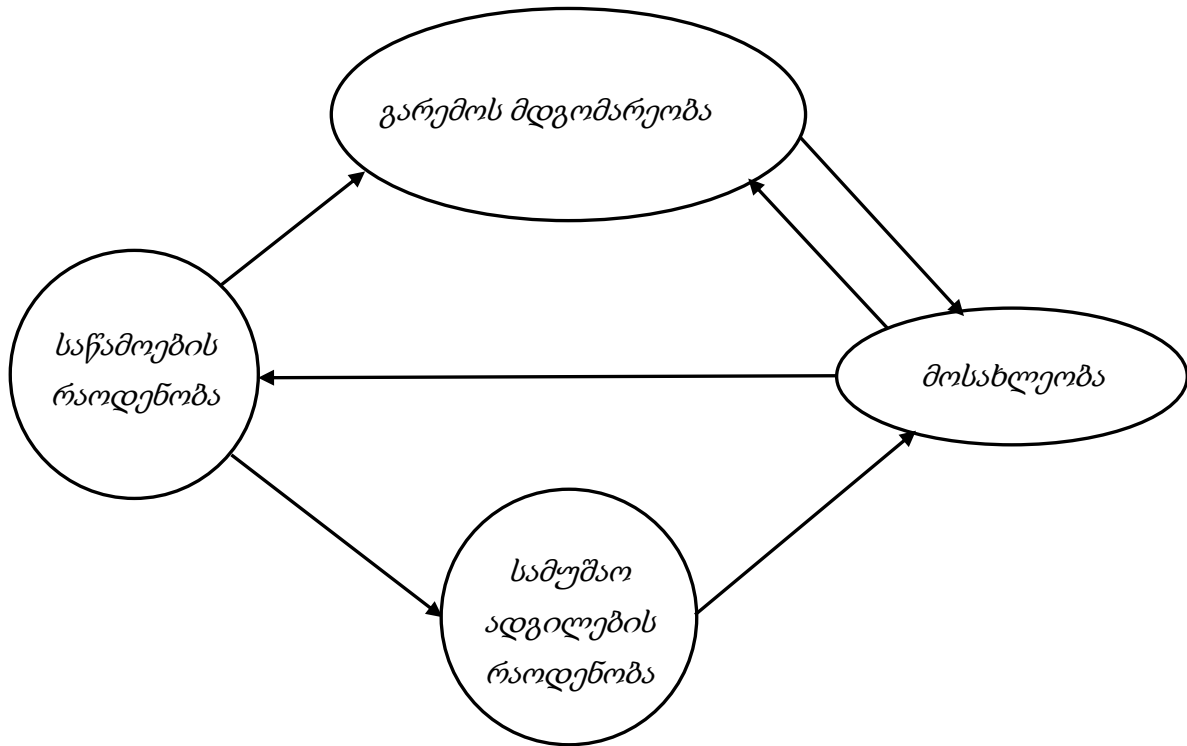
მრავალკომპონენტიანი ამოცანების ამოსახსნელად გამოიყენება ორგრაფები, რომლებშიც ნებისმიერი  $i$  და  $j$  წვეროები უშუალოდ შეიძლება დააკავშიროს მხოლოდ ერთმა რკალმა. ცხრილში 7.1 ნაჩვენებია ორგრაფის მოსაზღვრეობის მატრიცა, რომელიც წარმოდგენილია 7.2 ნახაზზე.

ცხრილი 7.1

ორგრაფის მოსაზღვრეობის მატრიცა

მაჩვენებელი $i$	მაჩვენებელი $j$			
	1	2	3	4
1	0	1	1	0
2	0	0	0	1
3	0	1	0	0
4	0	0	1	0

ორიენტირებული გრაფები მრავალკომპონენტური სისტემების წარმოდგენის საფუძველია. წვეროების სახით გამოიყენება მაჩვენებლები, ხოლო რკალები მიუთითებს გავლენაზე, რომელსაც ერთი მაჩვენებლის ცვლილება ახდენს მეორეზე. ორგრაფი, რომელიც ასახავს გარემოს მდგომარეობის პრობლემას და მსხვილი სამრეწველო ცენტრის განვითარებას, წარმოდგენილია 7.3 ნახაზზე.



**ნახ. 7.3. ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობისა და მსხვილი სამრეწველო ცენტრის განვითარების შესწავლის ნიშნური ორგრაფი**

აგებული მოდელი შესაძლებელია გავხადოთ მეტად ინფორმაციული, თუკი ორგრაფების რკალებს მივაწერთ ნიშანს „+“ ან „-“. ნიშანი „+“ იწერება იმ შემთხვევაში, თუ იმ მაჩვენებლის მნიშვნელობის ზრდის დროს იზრდება მეორე მაჩვენებლის მნიშვნელობა, რომელთანაც ის დაკავშირებულია რკალით. წინააღმდეგ შემთხვევაში იწერება „-“ ნიშანი. მიღებულ ორგრაფს ეწოდება *ნიშნური*. რადგან ნიშნური ორგრაფების რკალებზე აწერია +1 ან -1, ამ კოეფიციენტს აღვნიშნავთ  $e_{ij}$ .

მრავალკომპონენტური ამოცანების მოდელირების საფუძველია *იმპულსური პროცესები*. იმპულსური პროცესის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ რომელიმე წვეროს ენიჭება განსაზღვრული ცვლილება. ეს წვერო აქტუალურს ხდის მაჩვენებლების მთელ სისტემას, ამიტომ მას უნდა ვუწოდოთ *აქტიური* ან *გააქტიურებადი წვერო*. ორგრაფში შეიძლება იყოს რამდენიმე ასეთი წვერო – ჩვეულებრივ, მკვლევარმა თვითონ უნდა მიუთითოს გააქტიურებადი წვეროები და საწყისი ცვლილებები ამ წვეროებში. წარმოვიდგინოთ, რომ მოდელში, რომელიც შემოთავაზებულია ნიშნური ორგრაფით 7.3 ნახაზზე, ყველა მაჩვენებლის საწყისი მნიშვნელობა უდრის ნულს,

ხოლო გააქტიურებადი წვერო, რომელიც აღნიშნავს სამრეწველო საწარმოთა რაოდენობას საწყის ცვლილებასთან, 1-ის ტოლია.

სხვა წვეროებში მნიშვნელობები იცვლება ყოველ  $t$  იმიტაციის ნაბიჯთან, ამასთან, ეს ცვლილება შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი ფორმულით:

$$v_j^t = v_j^{t-1} + \sum_{ij} e_{ij} p_i^t, \quad (7.1)$$

სადაც  $p_i^t = v_i^t - v_i^{t-1}$ .

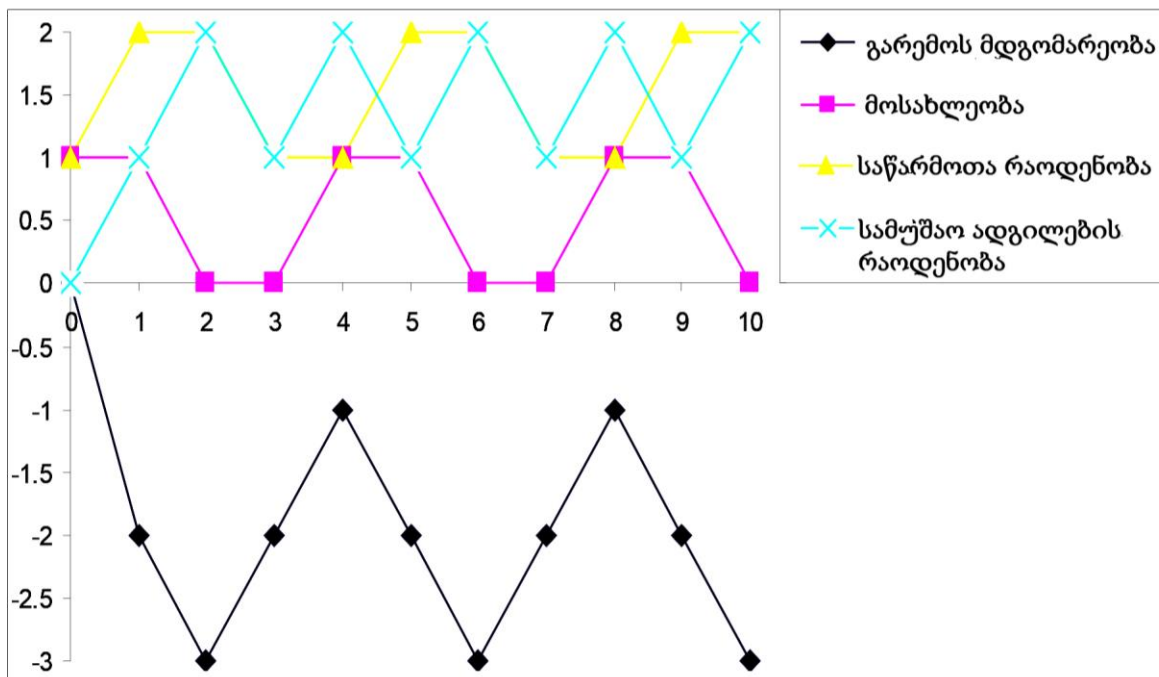
განსახილველი მოდელის მაჩვენებლების მნიშვნელობების ცვლილებების გაანგარიშება ნაჩვენებია 7.2 ცხრილში.

ცხრილი 7.2

ნიშნური ორგრაფის მაჩვენებლების ცვლილების მოდელირება

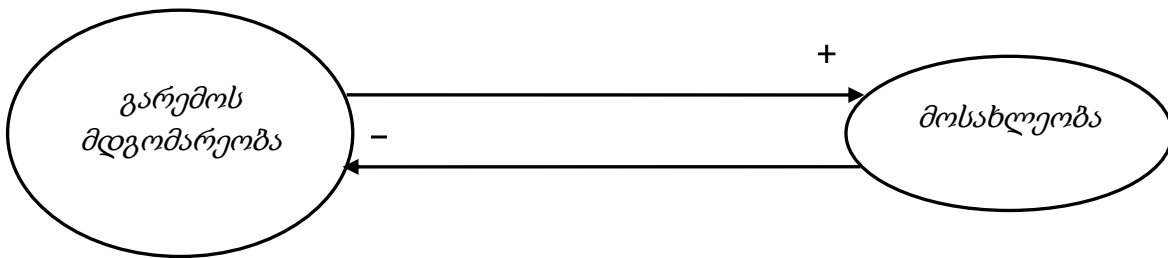
მაჩვენებელი $i$	$t$ ინტეგრაციის ნომერი									
	0		1		2		3		4	
	$v_j^t$	$p_i^t$	$v_j^t$	$p_i^t$	$v_j^t$	$p_i^t$	$v_j^t$	$p_i^t$	$v_j^t$	$p_i^t$
1. გარემოს მდგომარეობა	0	0	-2	-2	-3	-1	-2	+1	-1	+1
2. მოსახლეობა	+1	+1	+1	0	0	-1	0	0	+1	+1
3. საწარმოთა რაოდენობა	+1	+1	+2	+1	+2	0	+1	-1	+1	0
4. სამუშაო ადგილების რაოდენობა	0	0	+1	+1	+2	0	+2	0	+1	-1

7.4 ნახაზზე წარმოდგენილია ყველა ამ მაჩვენებლების ცვლილების გრაფიკი.



ნახ. 7.4. მაჩვენებლების ცვლილება ორგრაფის (7.3 ნახაზი) საფუძველზე მოდელირების შედეგების შესაბამისად

განსახილველ მოდელებს აქვს უმნიშვნელოვანესი თავისებურება – კონტური ფორმირებად ორგრაფში უზრუნველყოფს ნებისმიერი რთული ეკოლოგიურ-ეკონომიკური სისტემის განუყოფელი ელემენტის *შექცევადი დამოკიდებულებების* მოდელირებას. არსებობს კონტურები, რომლებიც ამლიერებენ საწყისი მდგომარეობიდან გადახრის ტენდენციას. ასეთ კონტურებს ეწოდება *შექცევადი დამოკიდებულებების დადებითი კონტური*. კონტურებს, რომლებიც საწყისი მდგომარეობიდან გადახრის ტენდენციას ამცირებენ, ეწოდება *შექცევადი დამოკიდებულებების უარყოფითი კონტური*. მაგალითად, კონტური, წარმოდგენილი 7.5 ნახაზზე, ახასიათებს საწყისი მდგომარეობიდან გადახრის ტენდენციის შემცირებას.



ნახ. 7.5. შექცევადი დამოკიდებულებების უარყოფითი კონტური

შექცევადი დამოკიდებულებების დადებითი კონტური შეიცავს *ლუწი რაოდენობის რკალებს „მინუს“ ნიშნით*, შექცევადი დამოკიდებულებების უარყოფითი კონტური კი – *კენტი რაოდენობის რკალებს „პლუს“ ნიშნით*.

მოდელებში ბევრი კონტურის არსებობა, რომლებიც ამლიერებენ გადახრას, სავარაუდო *მერყეობის ნიშანია*. ამავე დროს ბევრი კონტურის არსებობამ, რომლებიც ამცირებენ გადახრას, ასევე შეიძლება გამოიწვიოს მერყეობა რხევის გაძლიერებით. თუ მაჩვენებლების რხევა მცირდება და სისტემა გადადის განსაზღვრულ მდგომარეობაში, რომლისთვისაც დამახასიათებელია მაჩვენებლების განსაზღვრული დონე, მაშინ მოცემული სისტემა მყარია. განსაზღვრავენ აბსოლუტურ სიმყარეს და იმპულსურ სიმყარეს.

*აბსოლუტური სიმყარისას*, სავარაუდოდ, მნიშვნელობათა შეზღუდულობა განისაზღვრება თანმიმდევრობით  $v_j^t, t = 1, 2, \dots$

*იმპულსური სიმყარისას*, სავარაუდოდ, მნიშვნელობების შეზღუდულობა განისაზღვრება თანმიმდევრობით  $p_i^t, t = 1, 2, \dots$

- ორგრაფების გამოყენების სფერო უფრო გაფართოვდება, თუ გამოყენებული იქნება არა ნიშნური, არამედ აწონილი ორგრაფები. *აწონილ ორგრაფში* ყოველ რკალს მიენიჭება არა ნიშანი, არამედ კოეფიციენტი, რომელიც მეტია ან ნაკლებია ერთზე (თავისი ნიშნით). აწონილი ორგრაფის იმპულსური ან

აბსოლუტური სიმყარე გვაფრთხილებს, რომ სისტემაში რაღაც წესრიგში არ არის, აუცილებელია სისტემის სტრუქტურის შეცვლა (ახალი წვეროების დამატება, რკალების მოცილება ან დამატება, კოეფიციენტების შეცვლა) ან ხელოვნური რეგულირების ჩატარება.

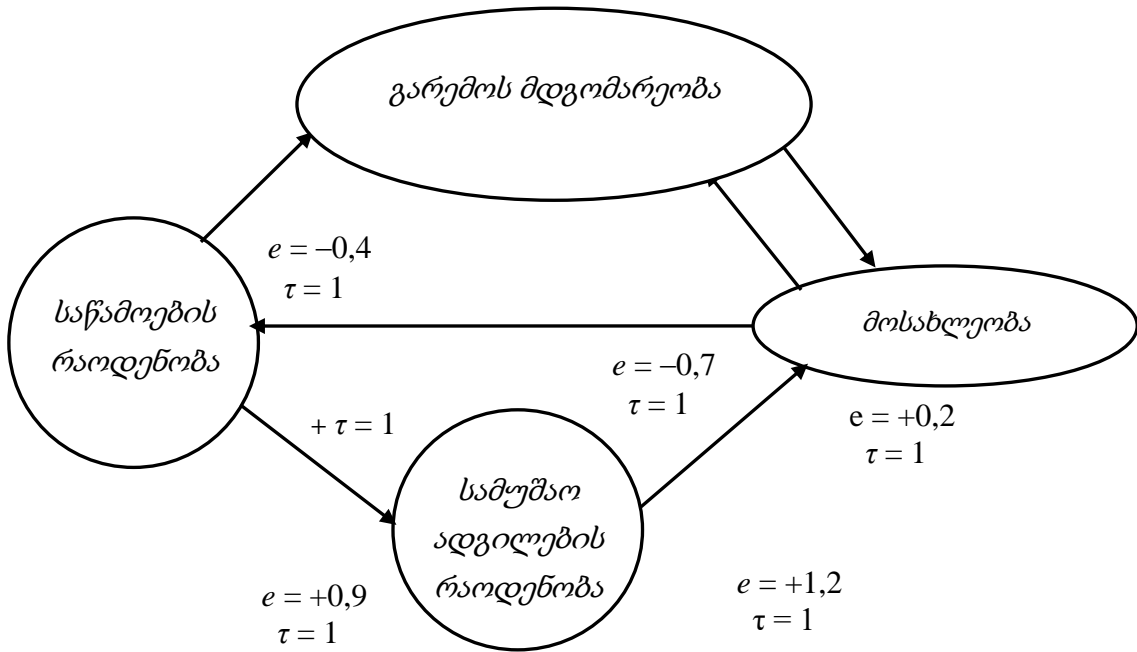
ორგრაფების მეშვეობით შესაძლებელი ხდება მოდელებში სხვადასხვა სოციალური, ეკონომიკური და ეკოლოგიური მაჩვენებლების გაერთიანება. ამ მაჩვენებლების ნაწილს შეიძლება ჰქონდეს სტატისტიკური ბაზა, ნაწილს კი – არა, ხოლო ნაწილს – ხარისხობრივი შეფასება. მრავალკომპონენტური ამოცანების ამოხსნის მეშვეობით შესაძლებელია შეფასდეს სისტემის განვითარების ტენდენცია, რაც უდავოდ ფასეულია. მაგრამ მოდელის დაზუსტებით შესაძლებელია სისტემის მაჩვენებლების ცვლილების რაოდენობრივი პროგნოზის ჩამოყალიბება, აგრეთვე, უკეთესი გამონახვის მიზნით საკვლევ სისტემაზე მოქმედების სხვადასხვა ვარიანტის მოპოვება.

- აქამდე განხილულ იქნა ორიენტირებული გრაფები, რომლებშიც ერთადერთი რაოდენობრივი მახასიათებელი იყო წონითი კოეფიციენტი (ან ნიშანი) რკალზე;
- სისტემების პროგნოზირებისათვის, შესაძლოა ეს არასაკმარისი იყოს, რადგან სპეციალისტებს აინტერესებთ არა მარტო ის, თუ როგორი იქნება სისტემა, არამედ ისიც, *რამდენ ხანში მიაღწევს სისტემა ამ თუ იმ მდგომარეობას*. ამ შემთხვევაში საჭიროა ყოველ რკალს შესაბამისად მივუთითოთ კოეფიციენტი, რომელიც არა მარტო განსაზღვრავს ერთი მაჩვენებლის მეორეზე გავლენას, არამედ ერთი კოეფიციენტის ცვლილების რეალიზაციის დაგვიანებას მეორე კოეფიციენტის ცვლილების საპასუხოდ. თუ ეს დაგვიანება უდრის ნოლს, მაშინ მაჩვენებლის ცვლილება ერთბაშად განხორციელდება, თუკი მინიშნებულია დროის გარკვეული ინტერვალი, მაშინ მაჩვენებელი მხოლოდ ამ ინტერვალის გასვლის შემდეგ შეიცვლება. ეს შესაძლებლობები დიდ უპირატესობას ანიჭებს მათემატიკური აპარატის გამოყენებას და უფრო მიმზიდველს ხდის მას.

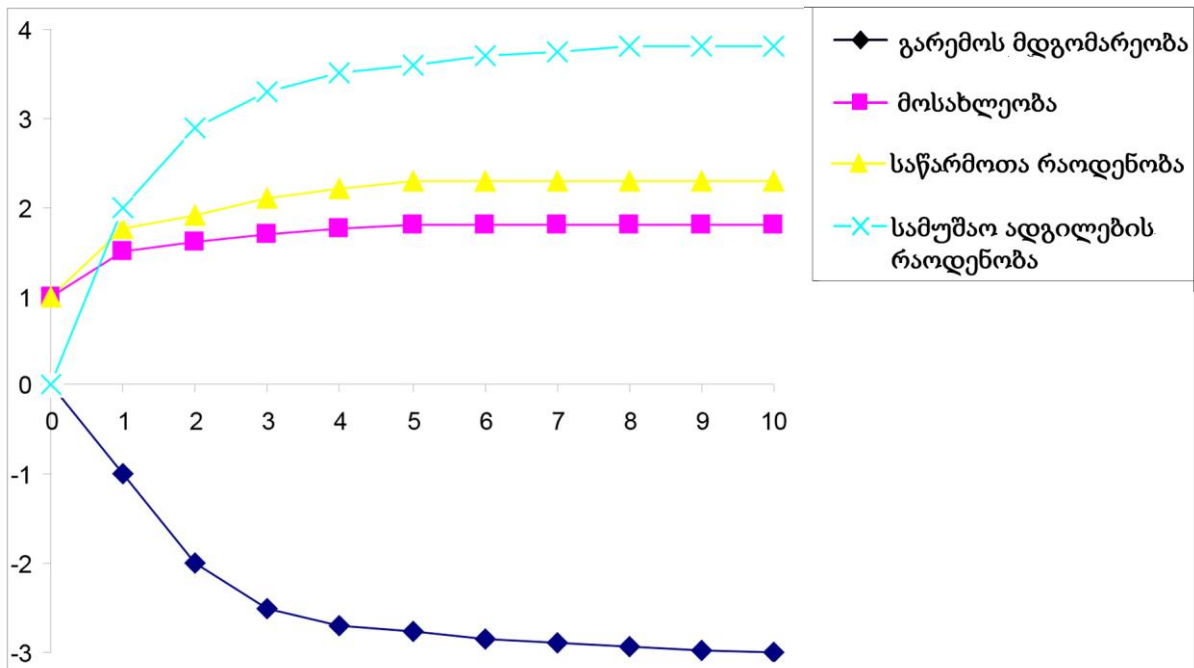
განვიხილოთ უმარტივესი მაგალითი, რომელშიც გამოიყენება დროითი დაგვიანებები.

7.6 ნახაზზე წარმოდგენილია გარემოს მდგომარეობისა და მსხვილი სამრეწველო ცენტრის განვითარების ორგრაფის მოდელი. მასში მოცემულია წონითი კოეფიციენტები და ერთი კოეფიციენტის ცვლილების რეალიზაციის დაგვიანება მეორე კოეფიციენტის ცვლილების საპასუხოდ, რაც გამოხატულია წლებში.

მოცემულ ორგრაფზე დროებითი დაგვიანებების საფუძველზე მოდელირების შედეგად შესაძლებელია მივიღოთ მაჩვენებლების ცვლილების ტენდენცია, დროის ღერძთან დამოკიდებულებაში. მიღებული გრაფიკი წარმოდგენილია 7.7 ნახაზზე.



ნახ. 7.6. შეწონილი ორგრაფი დროებითი დაგვიანებებით სამრეწველო ცენტრის განვითარებისა და გარემოს მდგომარეობის შესწავლის სამსახურში



ნახ. 7.7. ორგრაფის საფუძველზე მოდელირების შედეგად შესაბამისი მაჩვენებლების ცვლილება

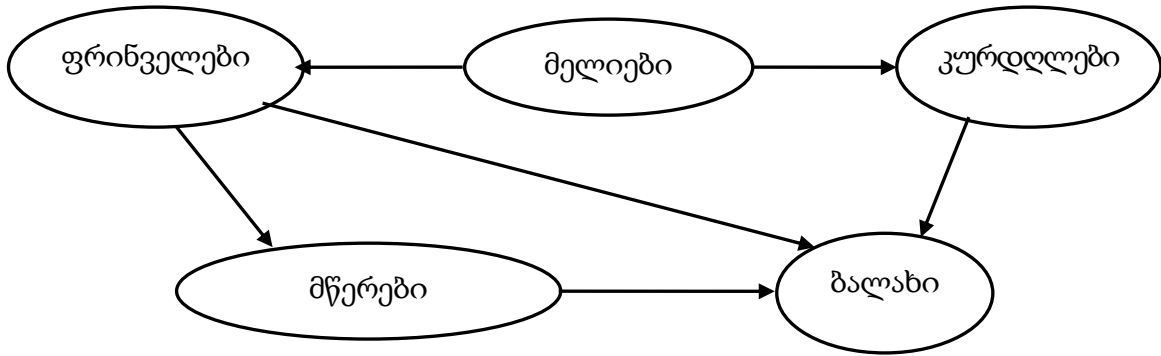
## 7.2. სისტემის მოდელირება და წონასწორობა სისტემაში

ცოცხალ ორგანიზმებს შორის ურთიერთობები დახასიათებულია ეკოსისტემაში „მტაცებელი-მსხვერპლი“.

„მტაცებელი-მსხვერპლი“ სისტემების მოდელირება მრავალგვარი ეკოლოგიურ-



ეკონომიკური ამოცანების ამოხსნის საფუძველია. ასეთი მოდელების აგების ბაზად გამოიყენება კვების ქსელების დამუშავება. კვების ქსელებში გრაფის მწვერვალებით (წრებით გამოხატული) აღინიშნება მოდელირების ობიექტები; რკალებს (ისრებად გამოხატული) მტაცებლიდან მსხვერპლამდე ატარებენ. 7.8 ნახაზზე ნაჩვენებია კვების ქსელი ხუთი მონაწილისათვის.



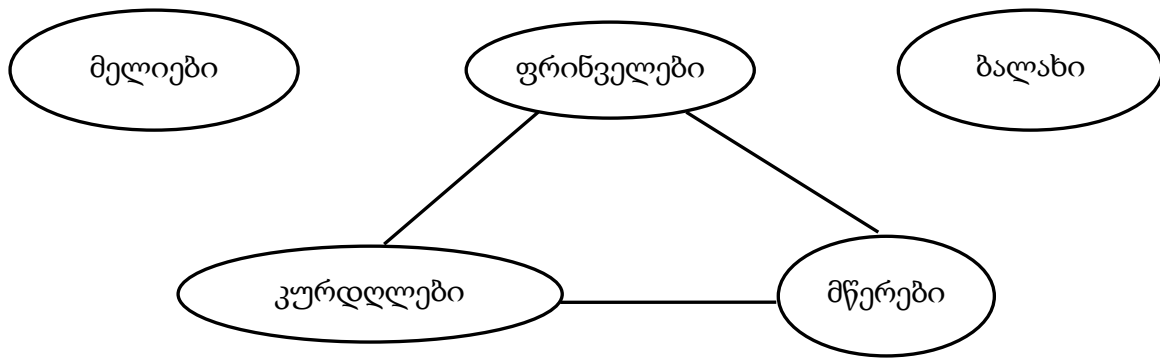
ნახ. 7.8. კვების ქსელი ხუთი ცოცხალი ორგანიზმისთვის

ნებისმიერი ცოცხალი ორგანიზმი (ცხოველი, მცენარე) განისაზღვრება ზოგიერთი მაჩვენებლით, რომლებიც ამ სახეობისთვის ახასიათებენ გარემოს ზომიერ მდგომარეობას. ასეთ მაჩვენებლებად შეგვიძლია მივიჩნიოთ ტემპერატურა, ტენიანობა, წნევა, საკვები.

არე, რომელიც აკმაყოფილებს განსაზღვრული დიაპაზონის მაჩვენებელთა ცვლილებას, რომელშიც კონკრეტულ ცოცხალ ორგანიზმს შეუძლია არსებობა, ეწოდება ეკოლოგიური ნიშა. ეკოლოგიური ნიშები გამოიყოფა ეკოლოგიურ ფაზურ სივრცეში, რომელიც განსაზღვრულია საანალიზო მაჩვენებლების ნაკრებით. ფაზურ სივრცეში შეუძლებელია ორ სახეს ეკუთვნოდეს ერთნაირი ნიშები. ორი ცოცხალი ორგანიზმის სახეობა ერთმანეთს კონკურენციას უწევს მარტო იმ შემთხვევაში, თუ მათი ეკოლოგიური ნიშები გადაეფარება ერთმანეთს. თუკი ეკოლოგიურ ნიშებს აქვს საკმარისი მსგავსება, მაშინ სახეებს, რომლებიც მათ შეესაბამება, არ შეუძლიათ თანაარსებობა. ეს მოსაზრება ცნობილია, როგორც საკონკურენციო გამონაკლისის პრინციპი ანუ ჰაუსის პრინციპი.

- როგორია მაჩვენებელთა მინიმალური ნაკრები ეკოლოგიური ფაზური სივრცის ასაგებად, რომელიც გამოხატავს კონკურენციის მოვლენას? კვების ქსელების საფუძველზე შესაძლებელია კონკურენციის გრაფის აგება. კონკურენციის გრაფში ცოცხალი ორგანიზმები გამოხატულია გრაფის წვეროებით; თუ არსებობს ცოცხალი ორგანიზმი, რომელიც იკვებება ზემოხსენებული წრებით გამოხატული სხვა ცოცხალი ორგანიზმებით, მაშინ ორ წვეროს შორის გატარდება წიბო (კავშირი მიმართულების გარეშე). კვების ქსელის საფუძველზე, რომელიც ნაჩვენებია 7.8 ნახაზზე, შესაძლებელია კონკურენციის გრაფის აგება (ნახ. 7.9).

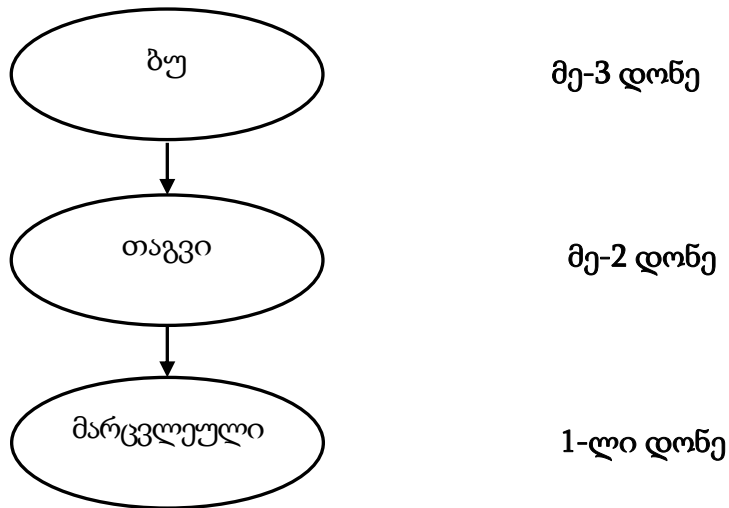
კონკურენციის გრაფის დამუშავება შესაძლებლობას იძლევა გამოყოფილ იქნეს ცოცხალი ორგანიზმების კონკურირებადი სახეები, ეკოსისტემის ფუნქციონირების გაანალიზება და სისუსტეების გამოვლენა. ფართოდ არის გავრცელებული ეკოლოგიური პრინციპი, რომელიც შეესაბამება ეკოსისტემის სირთულის, მისი მდგრადობის ზრდასა და სისუსტეების შემცირებას.



**ნახ. 7.9. კონკურენციის გრაფი კვების ქსელებისთვის, რომელიც ნაჩვენებია 7.8 ნახაზზე**

თუ ეკოსისტემა წარმოდგენილია კვების ქსელით, მაშინ შეიძლება ვისარგებლოთ სირთულის შეფასებების სხვადასხვა მეთოდით: რკალების რაოდენობის განსაზღვრით, რკალთა რაოდენობის წვეროების რაოდენობასთან დამოკიდებულების პოვნით, წვეროში შემავალი და წვეროდან გამომავალი რკალების რაოდენობის გამოთვლითა და ა.შ. გარდა ამისა, წიბოებისა და წვეროების სხვადასხვაგვარი გამოთვლები შეიძლება ჩატარდეს კონკურენციის გრაფის საფუძველზე. კვების ქსელების სირთულისა და მრავალგვარობის გასაზომად სარგებლობენ აგრეთვე *ტროფიკული დონით*. თუ განიხილება უბრალო კვების ქსელი, მაშინ ტროფიკული დონე ძალიან ადვილად განისაზღვრება. მაგალითად, 7.10 ნახაზზე წარმოდგენილი კვების ქსელის ტროფიკული დონე განსაზღვრულია ერთმნიშვნელოვნად – წრედის თითოეული რგოლი შეესაბამება ერთ ტროფიკულ დონეს. ზოგადად ტროფიკული დონის საკითხის განსაზღვრა საკმაოდ რთულია. მაგალითად, რთულია იმის თქმა, როგორია ჩიტების ტროფიკული დონე კვების ქსელში. 7.8 ნახაზზე ტროფიკული დონე შეიძლება განისაზღვროს ერთის ტოლი ტროფიკული დონის მქონე კვების ქსელით განსახილველი წვეროებიდან, როგორც ძალიან მოკლე, ისე ძალიან გრძელი კვების წრედით. 7.3 ცხრილში მოცემულია 7.8 ნახაზზე წარმოდგენილი კვების ქსელის ტროფიკული დონის გაანგარიშება ორი გზით.

ლაბორატორიულმა ექსპერიმენტებმა, რომელშიც მსხვერპლი მუდმივად უხვად იღებდა საკვებს, გვიჩვენა, რომ მტაცებლებს შეუძლიათ გამოიწვიონ მსხვერპლის რაოდენობის *ციკლური ცვალებადობა*. ასეთ შემთხვევაში ციკლური ცვალებადობა შეიძლება გაძლიერდეს მსხვერპლის სიმჭიდროვის ცვლილებისას მტაცებლის პოპულაციის ნელი რეაქციის გავლენით.



ნახ. 7.10. კვების წრედი, რომელიც წარმოადგენს ტროფიკული დონის ერთმნიშვნელოვან განსაზღვრას

ცხრილი 7.3

7.8 ნახაზზე წარმოდგენილი კვების ქსელის ტროფიკული დონის გაანგარიშება

კვების ქსელის წევრობები	ტროფიკული დონე	
	მოკლე გზით	გრძელი გზით
1. მელიები	3	4
2. კურდღლები	2	2
3. ფრინველები	2	3
4. მწერები	2	2
5. ბალახი	1	1

ე.წ. ზრდის ფაზის (ზფ) მოყვანისას მტაცებელ ჩრჩილთან ერთად რეგულარული ციკლური რხევები ფაზებით არ ემთხვევა. ჩრჩილი კვერცხს დებს ხოჭოს მატლზე, რომლებითაც იკვებებიან ამ კვერცხებიდან გამოჩეკილი მატლები, ამიტომ მსხვერპლის სიუხვე გავლენას ახდენს ზრდასრული ჩრჩილების რაოდენობაზე შემდეგ თაობაში, მას შემდეგ, რაც მატლები გადაიქცევიან ზრდასრულ არსებებად.

მტაცებლისა და მსხვერპლის პოპულაციის მცირე რაოდენობის დროს, ზრდის ფაზის რაოდენობა სწრაფად იზრდება. მსხვერპლის რაოდენობის ზრდასთან ერთად იზრდება მტაცებლების რაოდენობაც. როდესაც მტაცებლის მიერ მსხვერპლის განადგურება ზღვარს გადადის, მცირდება მსხვერპლის პოპულაცია. ზრდის ფაზის სრული გადაშენება არ ხდება იმის გამო, რომ სარეველები თავს არ ესხმიან ყველა მატლს გამონაკლისის გარეშე. იმიტომ ყოველთვის რჩება ზრდის ფაზის მცირე რაოდენობა, რომლებიდანაც იწყება მსხვერპლის პოპულაციის ახალი ციკლი, მაშინ, როცა მტაცებელი ცოტა რჩება.

პოპულაციის ციკლური რხევები მიიღება იმ შემთხვევაში, თუ მტაცებლის როლში გამოყენებულ იქნა ჩრჩილი (*Heterospilas*), რომლის გამრავლების ტემპი უფრო დაბალია და ჩამორჩება ზრდის ფაზის პოპულაციის ზრდის სიჩქარეს. ეს დაყოვნება შეადგენს ორ-ოთხ თაობას და ხელს უწყობს ციკლური რხევების წარმოქმნას.

მტაცებელ *Neocatolaceus*-ს რეპროდუქციული პოტენციალი ექვსჯერ უფრო მაღალი აქვს. ამ მტაცებელთან ექსპერიმენტის დროს მისი პოპულაციის სწრაფი რეაქცია მსხვერპლის რაოდენობის ცვლილებაზე არ იძლევა პოპულაციის ციკლური ცვალებადობის მიღების საშუალებას. მტაცებლის მაღალეფექტურობის შემთხვევაში მსხვერპლის პოპულაცია შეიძლება სრულად განადგურდეს. ამის თავიდან აცილება შეიძლება, თუ მსხვერპლის რაღაც ნაწილი ახერხებს საიმედო თავშესაფრის პოვნას და თავიდან აიცილებს მტაცებლებისგან განადგურებას.

დადგენილია რომ „მსხვერპლი-მტაცებელი“ სისტემის სტაბილურობის უზრუნველყოფი ფაქტორები შემდეგია:

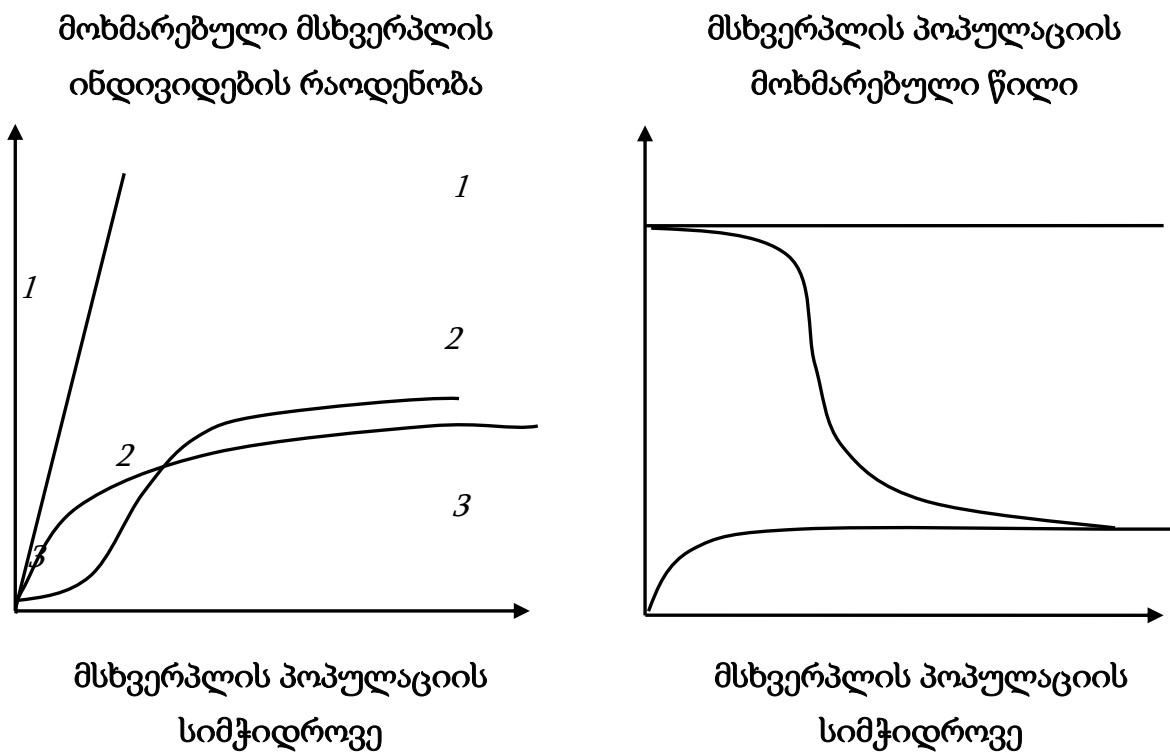
- მტაცებლის არაეფექტურობა, მსხვერპლის მიმალვა;
- ეკოლოგიური შეზღუდვები, რომელსაც უქმნის გარემო საშუალებები პოპულაციის რაოდენობას;
- მტაცებლის ხელში არსებული ალტერნატიული კვებითი რესურსები;
- მტაცებლის რეაქციის შეყოვნების შემცირება.

ეკოსისტემას „მსხვერპლი-მტაცებელი“ აქვს *წონასწორობის ორი შესაძლო წერტილი*. პირველი წერტილი განისაზღვრება მსხვერპლისთვის გარემოს ტევადობით მტაცებლის არყოფნისას. ამასთან, მტაცებელი უმნიშვნელო გავლენას ახდენს მსხვერპლის პოპულაციაზე, რომლის რაოდენობა შეზღუდულია საკვების არსებობით, გავრცელების არეალითა და ა.შ.

წონასწორობის მეორე წერტილი განისაზღვრება მსხვერპლის მიერ თავშესაფრის მონახვის უნარით. ამასთან, მტაცებელს მიჰყავს მსხვერპლის პოპულაცია იმ დონემდე, რომელიც განისაზღვრება გავრცელების არის სირთულით. ამგვარად, ეფექტურ მტაცებლებს მსხვერპლის პოპულაცია დაჰყავთ მინიმუმამდე; არაეფექტური მტაცებლები ანადგურებენ მსხვერპლის პოპულაციის მეტად სუსტ ნაწილს, რითაც მათი რაოდენობა დაჰყავთ გარემოს ტევადობასთან ახლომდგომ დონემდე. მტაცებლის პოპულაციის დაყოვნების რეაქციის შემცირება მსხვერპლის პოპულაციის ზრდასთან მიმართებაში, იწვევს პოპულაციის რაოდენობის რხევების კლებას და ამაღლებს წონასწორობის ნებისმიერ წერტილთან სისტემის „მტაცებელი-მსხვერპლი“ ზოგად მდგრადობას.

მოდელირებისა და ანალიზის არსებით მიზნად მიჩნეულია სისტემის „მტაცებელი-მსხვერპლი“ *ფუნქციური რეაქცია* – ცალკეული მტაცებლის კვების მოხმარების სიჩქარის დამოკიდებულება მსხვერპლის სიმჭიდროვესთან მიმართებაში.

ფუნქციური რეაქციის ვარიანტები ნაჩვენებია 7.11 ნახაზზე.



ნახ. 7.11. მტაცებლების ფუნქციური რეაქცია მსხვერპლის პოპულაციის ზრდაზე

7.11 ნახაზზე მრუდი 1 აგებულია იმ შემთხვევისთვის, როდესაც მტაცებელი შთანთქმავს მსხვერპლის რაღაც მუდმივ ნაწილს, მისი სიმჭიდროვისაგან დამოუკიდებლად; მრუდი 2 გვიჩვენებს, რომ მოხმარების დონე იკლებს, რამდენადაც დანაყრება განსაზღვრავს საკვების მოხმარების ზედა ზღვარს; მრუდი 3 ასახავს მტაცებლის რეაქციის შეყოვნებას მსხვერპლის დაბალ სიმჭიდროვესთან, რაც განპირობებულია ნადირობის დაბალი ეფექტურობით ან მსხვერპლის არყოფნით.

საბოლოოდ, მეტნაკლებად შესაძლებელია გრაფიკის აგება, რომელიც გვიჩვენებს წონასწორობის წვეროებს სისტემაში „მტაცებელი–მსხვერპლი“, თუკი კოორდინატთა ერთსა და იმავე ღერძებზე ავაგებთ პოპულაციის პროდუქტიულობის დამოკიდებულებების გრაფიკს პოპულაციის სიმჭიდროვესთან მიმართებაში და დამოკიდებულებას მსხვერპლის ნაწილთან, რომელსაც ნთქავს მტაცებელი პოპულაციის სიმჭიდროვიდან. ამგვარად ერთი მრუდი გამოსახავს მსხვერპლის შევსებას, ხოლო მეორე – მტაცებლის მიერ მსხვერპლის შთანთქმას (ნახ. 7.12).

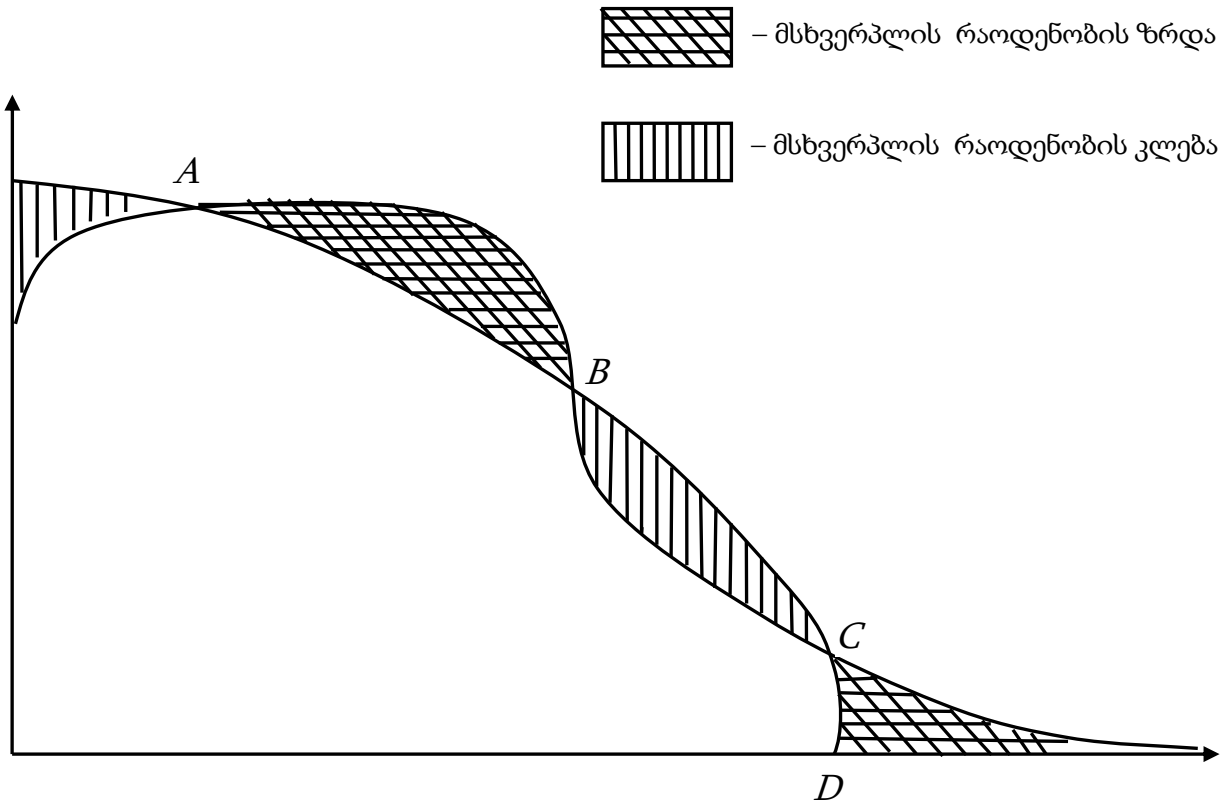
**D** წერტილით განისაზღვრება მსხვერპლის ზღვრული რაოდენობა მტაცებლის არყოფნისას, რომელიც შეზღუდულია გარემოს ტევადობით.

**A** წერტილი შეესაბამება სიტუაციას, როდესაც მტაცებლების მარეგულირებელ გავლენას მსხვერპლის რაოდენობა დაჰყავს გარემოს ტევადობასთან შედარებით ბევრად დაბალ დონემდე.

**C** - წერტილი გამოსახავს იმ სიტუაციას, რომელშიც მსხვერპლის რაოდენობა

რეგულირდება საკვები და სხვა რესურსებით, ხოლო მტაცებლები მეორეხარისხოვან ჩამხშობ ზემოქმედებას ახდენენ პოპულაციის სიდიდეზე.

*B* წერტილი არის ზღვრულიანი სიდიდე. თუ მსხვერპლის პოპულაციის რაოდენობა *B* წერტილზე მეტია, მაშინ სისტემა მიდის წონასწორობის *C* წერტილთან, თუკი *B* წერტილზე ნაკლებია, მაშინ წონასწორობის *A* წერტილთან.

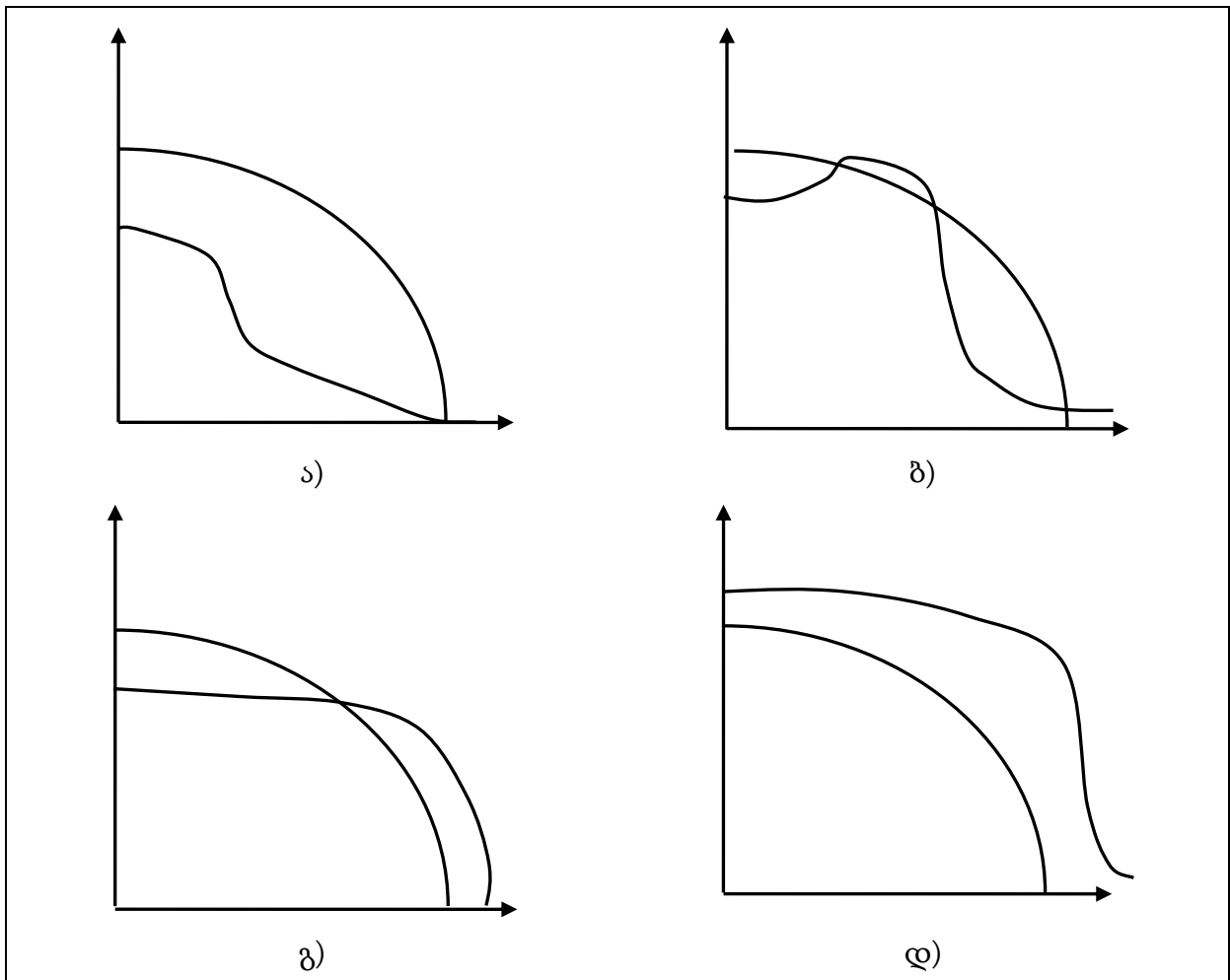


ნახ. 7.12. სისტემის „მტაცებელი-მსხვერპლი“ წონასწორობის წერტილების კონცეპტუალური წარმოდგენა

„მტაცებელი–მსხვერპლი“ შევსებისა და შთანთქმის შესაბამისობა შეიძლება განსაზღვრული იყოს, ამასთან, წონასწორობის ზოგიერთი ვარიანტი თანდათან ქრება. 7.13 ნახაზზე ნაჩვენებია შევსების და შთანთქმის მრუდების შესაძლო თანაფარდობა.

7.13 ა ნახაზზე ნაჩვენებია არაეფექტური მტაცებლის ზემოქმედება მსხვერპლზე. მტაცებლობის ეფექტურობის ამაღლებასთან მრუდები გადანაცვლდება და ჩნდება წონასწორობის ორი წერტილი (7.13 ბ ნახაზი).

იმ შემთხვევაში, თუკი ფუნქციური და რიცხობრივი რეაქციები მტაცებლის მაღალი სიმჭიდროვის შენარჩუნებისთვის საკმარისია ან მსხვერპლის რაოდენობა მტაცებლების დონესთან შედარებით შეზღუდულია გარემოს დაბალი ტევადობით, მაშინ მტაცებლებს შეუძლიათ ეფექტურად მართონ მსხვერპლის პოპულაციის ნებისმიერი სიმჭიდროვე და წონასწორობის *C* წერტილი გაქრება (7.13 გ ნახაზი).



ნახ. 7.13. შევსების და მტაცებლობის მრუდების თანაფარდობა

ინტენსიური მტაცებლობის შემთხვევაში მსხვერპლის სიმჭიდროვის ყველა დონეზე, როდესაც ამ უკანასკნელის პოპულაცია სრულად ქრება, წონასწორობის წერტილი არ არსებობს.

რაც უფრო მაღალი და გაფართოებულია შთანთქმის მრუდი, მით უფრო ეფექტურია მტაცებელი მსხვერპლის რაოდენობის რეგულატორი. თუ მსხვერპლის მოცემულ სახეობას რამდენიმე მტაცებელი იყენებს საკვებად, მაშინ ისინი უფრო ეფექტურად არეგულირებენ მის რაოდენობას. ასეთი დამოკიდებულების გამოსახატავად უნდა ავაგოთ მსხვერპლის შთანთქმის დამაჯამებელი მრუდი. უამრავი ბიოლოგი გამოთქვამს აზრს, რომ მავნებლებთან ბიოლოგიურ ბრძოლაში მტაცებლის ეფექტურობა შეგვიძლია გავზარდოთ მათთვის დამატებითი, რაიმე უვნებელი მსხვერპლის უზრუნველყოფით.

ამგვარად, ცოცხალი ბუნება გაწონასწორებულია. მოდელირება გვიჩვენებს, რომ სისტემაში, რომელიც ასახავს ცოცხალი ორგანიზმების რაოდენობათა ურთიერთქმედებას, ცოცხალი ორგანიზმების რაოდენობის არსებითი ცვლილება გამოიწვევს კატასტროფულ ცვლილებებს მთელ სისტემაში. გარდა ამისა, განსაზღვრული ცხოველის სახის საკმაოდ დიდმა შემცირებამ შესაძლოა, ეს ცხოველები მიიყვანოს

სრულ გაქრობამდე. ამავე დროს, მსხვერპლის პოპულაცია, რომელიც მიახლოებულია გარემოს ტევადობასთან, არაპროდუქტიულია, რადგანაც ინდივიდების მრავალრიცხოვნობის მიუხედავად, ცალკეული მათგანის რეპროდუქციული პოტენციალი მჭიდროდ შეზღუდულია რესურსების მოპოვების შიდასახეობის კონკურენციით.

ყოველი მსხვერპლის პოპულაციის სიჩქარე მიაღწევს მაქსიმუმს, თუ განსაზღვრული სიმჭიდროვე გარემოს ბაზარზე ნაკლებია. მტაცებლებს შეუძლიათ მსხვერპლის პოპულაციის შემცირების გარეშე ამ მსხვერპლის პოპულაციიდან ამოიღონ ერთეულების ის რაოდენობა, რომელიც ყოველწლიური ნამატის ეკვივალენტია. ამიტომ ის პოპულაცია, რომელსაც მაქსიმალური შევსების უნარი აქვს, ასევე შეინარჩუნებს მტაცებლების უდიდეს რიცხვს. მეცხოველეები და მონადირეები დაინტერესებული არიან იმით, რომ უმაღლეს დონეზე შეინარჩუნონ მსხვილფეხა საქონლის, ირმებისა და ფრინველის პოპულაცია. ეს შესაძლებლობას გვაძლევს, ამ პოპულაციებიდან მივიღოთ მაქსიმალური სარგებელი მათი რაოდენობის შემცირების გარეშე.

- *პოპულაციის ზრდის სიჩქარე* დამოკიდებულია ორ ფაქტორზე: გამრავლების სუფთა სიჩქარესა და გენერაციის საშუალო დროზე.

*გამრავლების სუფთა სიჩქარე* არის მდედრობითი სქესის მოსალოდნელი ნამატის რიცხვი, რომელსაც შობს მოცემული ახალშობილი დედალი მთელი თავისი ცხოვრების განმავლობაში. როგორც ჩანს, თუ დედალი საშუალოდ გააჩენს ერთზე მეტ მდედრობითი სქესის შთამომავალს, მაშინ პოპულაცია განიცდის ზრდას, თუკი დედალს არ შეუძლია საშუალო რაოდენობის შენარჩუნების უზრუნველყოფა, მაშინ პოპულაცია განიცდის შემცირებას. *გენერაციის საშუალო დრო* არის საშუალო ასაკი, როდესაც დედლები იძლევიან შთამომავლობას. რაც უფრო ადრე გაჩნდება შთამომავლობა, თავის მხრივ, მით უფრო ადრე მოგვცემს ის შთამომავლობას, ამასთან უფრო სწრაფად გაიზრდება პოპულაცია. განგარიშება ხორციელდება დემოგრაფიული ცხრილის მიხედვით (იხ. ცხრ. 7.4). 7.4 ცხრილში მოსალოდნელი შთამომავლობის რიცხვი იანგარიშება სიკვდილისგან გადარჩენის უნარიანობისა და გამრავლების უნარიანობის ნამრავლით. მოსალოდნელი შთამომავლების რიცხვის ჯამი არის გამრავლების სუფთა  $R$  სიჩქარე. განსახილველ ამოცანაში  $R = 3,1$ . ეს ნიშნავს, რომ დედლის სიკვდილის მომენტისთვის პოპულაცია საშუალოდ გამრავლებული იქნება 3,1 მდედრობითი სქესის შთამომავლით.

საშუალო გენერაციის  $T$  დრო იანგარიშება იმ საშუალო ასაკის განსაზღვრით, როდესაც დედალი იძლევა შთამომავლობას. ამისთვის საჭიროა საერთო შეწონილი ასაკი გავყოთ გამრავლების სუფთა სიჩქარეზე. განსახილველ ამოცანაში  $T = 6,3 / 3,1 = 1,93$  წელს.

მაშასადამე, ყოველ 1,93 წელიწადში პოპულაცია გაიზრდება 3,1 ჯერ. აქედან ადვილად გამოვიანგარიშებთ წლიური პოპულაციის ზრდის  $\lambda$  სიჩქარეს:

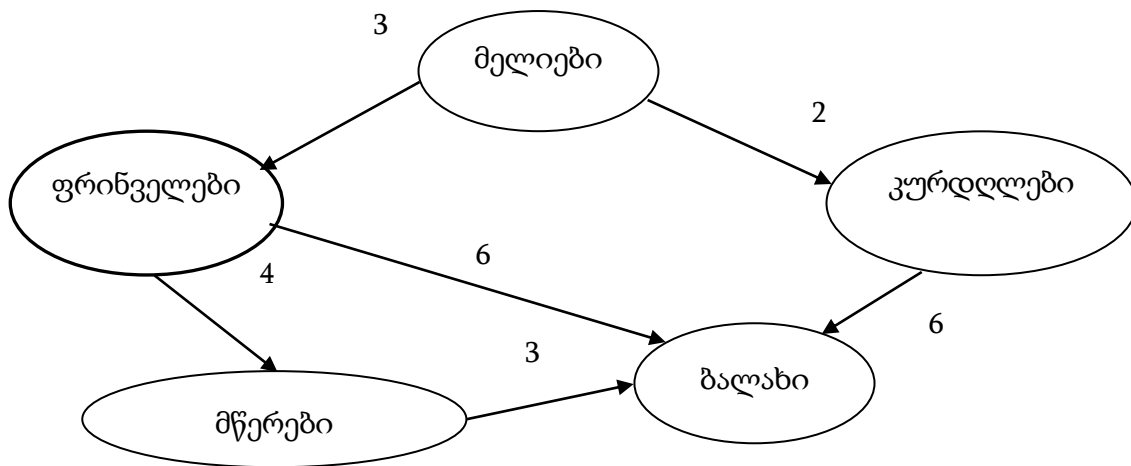
$$\lambda = R^{1/T} = 3,1^{1/1,93} . \quad (7.1)$$



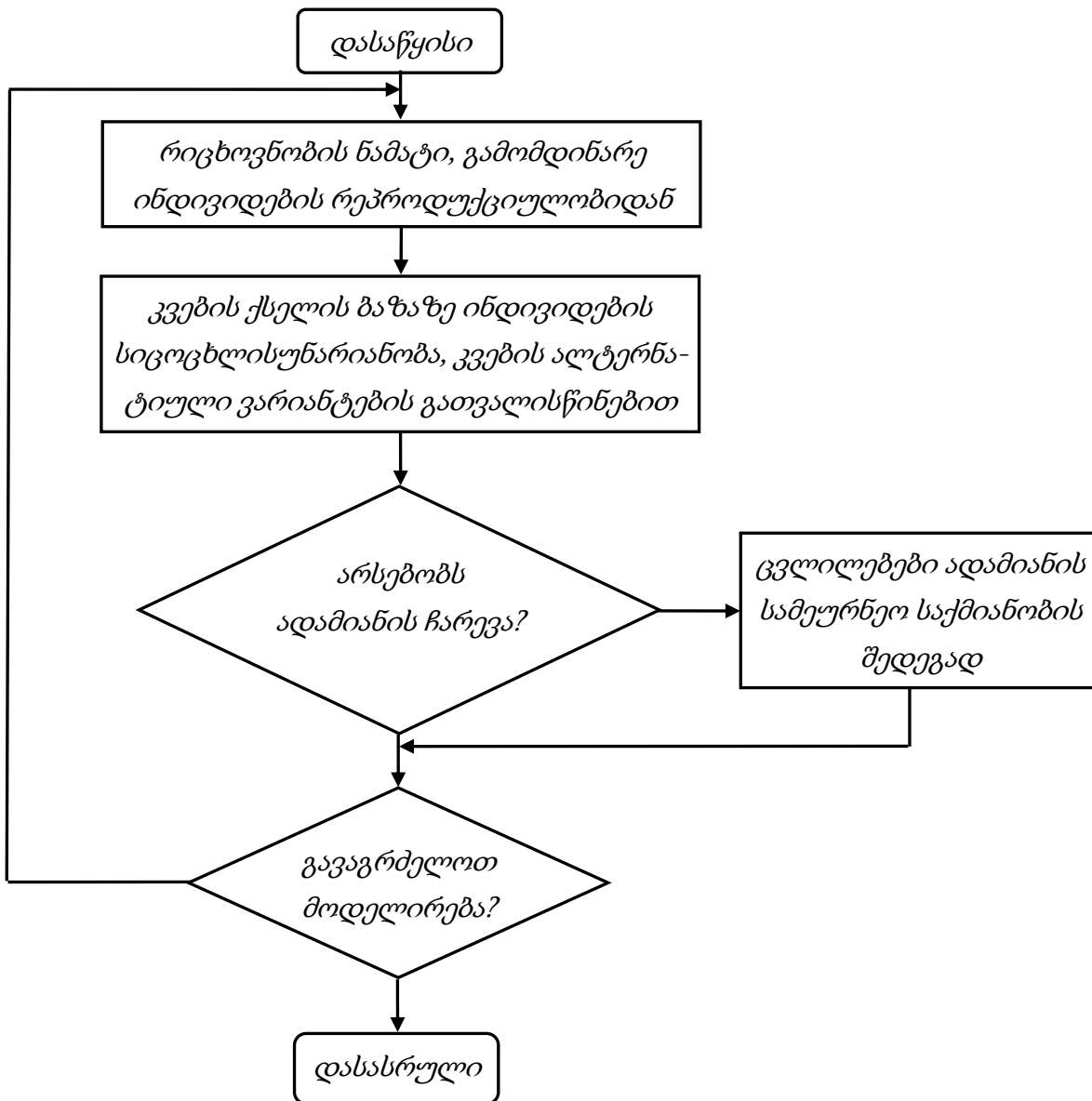
შთამომავლობის პოპულაციის მონაცემები

ასაკი, $t$	გადარჩენის უნარიანობა $P(t)$	მომრავლების უნარიანობა $N(t)$	მოსალოდნელი შთამომავლობის რაოდენობა $P(t) = v(t)$	ასაკის და მოსალოდნელი შთამომავლების რაოდენობა $t \times P(t) = v(t)$
0	1,00	0,0	0,0	0,0
1	0,50	1,0	0,5	0,5
2	0,40	3,0	1,2	2,4
3	0,30	4,0	1,2	2,4
4	0,10	2,0	0,2	0,8
5	0,00	0,0	0,0	0,0
გამრავლების სუფთა სიჩქარე $R$			3,1	—
საერთო შეწონილი ასაკი			—	6,1

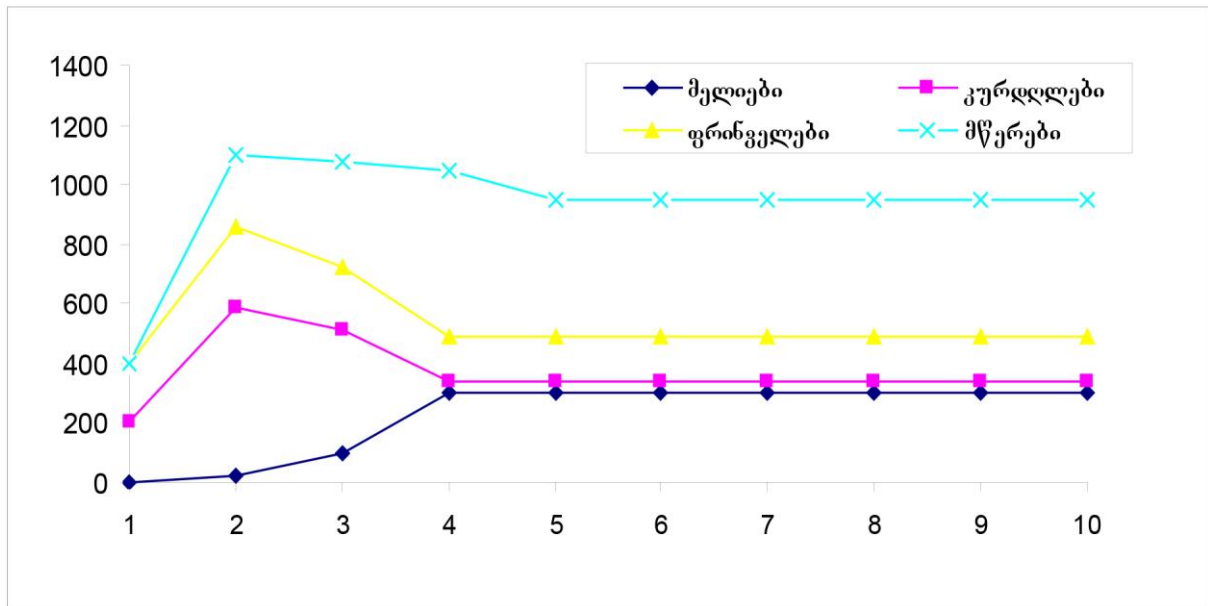
- ცხოველთა სამყაროს განვითარების გამოკვლევა შესაძლებლობას მოგვცემს, განვსაზღვროთ რეგიონებში ცოცხალი ორგანიზმების სახეობებს შორის ოპტიმალური თანაფარდობა, პოპულაციის ზრდა და შემაკავებელი ფაქტორები, ადამიანის სამეურნეო საქმიანობით გამოწვეული შესაძლო ცვლილებები. მოდელირება ხორციელდება დროის პერიოდების მიხედვით (წელი). მოდელირების ბაზად გამოიყენება კვების ქსელები, მოცემულ ტერიტორიაზე ყოველი ცოცხალი ორგანიზმის სახეობების მინიმალური და ზღვრული რაოდენობა, პოპულაციის ზრდის სიჩქარე, საწყისი რაოდენობა.
- ანალიზისათვის განვიხილოთ პირობით მონაცემებზე დაფუძნებული სიტუაცია. დავუშვათ, რომ განსახილველ რეგიონში ცხოვრობენ მელიები, კურდღლები, ფრინველები და მწერები. ამასთან, მათი არსებითი სასიცოცხლო საშუალებაა ბალახი. კვების ქსელის სქემა წარმოდგენილია 7.14 ნახაზზე. კვების ქსელის გრაფის რკალებზე აღნიშნულია ცალკეული სახეობის ცოცხალი ორგანიზმის კვების ნორმები. რეგიონში ცხოველთა სამყაროს განვითარების გამოკვლევა ხორციელდება განსაზღვრული ლოგიკური სქემის მიხედვით (ნახაზი 7.15). განსაკუთრებით აღსანიშნავია ის, რომ, თუ არ ხდება ადამიანის ჩარევა, მაშინ ცხოველთა სამყარო განსაზღვრულ გაწონასწორებულ მდგომარეობას აღწევს. წონასწორობა მიიღწევა რამდენიმე წლის გასვლის, მაგალითად, რვა წლის შემდეგ. ამასთან აღსანიშნავია, რომ მელიები მიაღწევენ მას სხვა ცოცხალი ორგანიზმების სახეობებზე ადრე.



ნახ. 7.14 კვების ქსელი რეგიონში ცხოველთა სამყაროს გამოკვლევის ამოცანისთვის



სურ. 7.15. რეგიონში ცხოველთა სამყაროს განვითარების მოდელირების ლოგიკური სქემა



ნახ. 7.16. ადამიანის ჩარევის გარეშე ცხოველთა სამყაროს განვითარების გრაფიკი

ადამიანის ჩარევის შემთხვევაში ხდება ცხოველთა სამყაროს რაოდენობის ცვლილება. განსაზღვრული ინდივიდუალური სახეების იძულებითი ცვლილება იწვევს წონასწორობის დარღვევას. იმ შემთხვევაში, როდესაც ეს შესაძლებელია, ეკოსისტემა თავიდან აღწევს წონასწორობას, მაგალითად, მელიების განადგურებას არ მივყავართ კატასტროფამდე: მათი რაოდენობა რამდენიმე ხნის შემდეგ კვლავ აღწევს ოპტიმალურ რაოდენობას – 300 ინდივიდს. სხვა შემთხვევებში: ბალახის გათიბვამ, კურდღლების განადგურებამ, შესაძლოა მიგვიყვანოს მიღწეული წონასწორობის დარღვევამდე და მისი აღდგენის შეუძლებლობამდე, რაც კატასტროფას ნიშნავს. ამასთან, ეკოსისტემა მოიპოვებს წონასწორობის ახალ ვარიანტებს. ყველა ვარიანტის წინასწარ განსაზღვრა და გამოვლენა ზოგჯერ ძალზე რთულია. ეს მიეკუთვნება ჩვენს განსახილველ ამოცანას. 7.5 ცხრილში წარმოდგენილია ადამიანის ჩარევის შედეგად მიღწეული წონასწორობის ვარიანტები.

ცხრილი 7.5

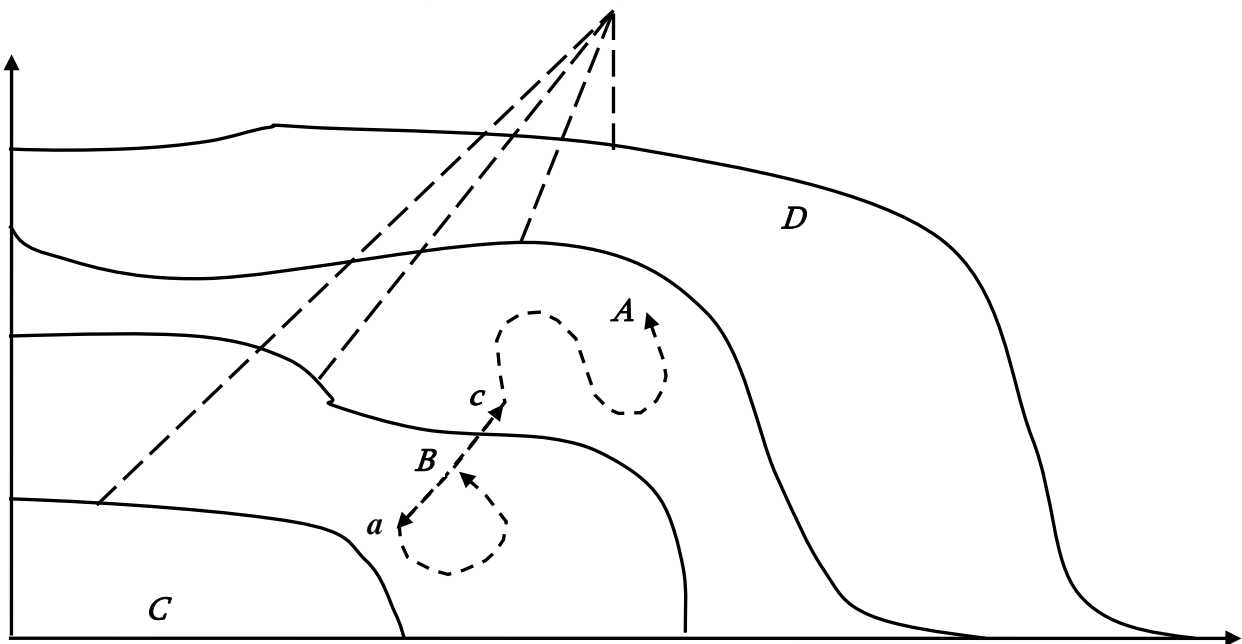
წონასწორობის ვარიანტები

ცოცხალი ორგანიზმის სახე	ადამიანის ჩარევის გარეშე ვარიანტი 1	ადამიანის ჩარევის დროს		
		ვარიანტი 2	ვარიანტი 3	ვარიანტი 4
1. მელიები	300	300	30	300
2. კურდღლები	320	163	6	362
3. ბალახი	4258	0	16359	5243
4. ფრინველები	476	241	6	540
5. მწერები	933	20	1791	274

7.5 ცხრილში წარმოდგენილია მონაცემები კურდღლების რაოდენობის წონასწორობითი მდგომარეობის მიღწევის დინამიკაზე სხვადასხვა სახის ზემოქმედების შედეგად. საინტერესოა აღინიშნოს, რომ ნებისმიერი წონასწორული მდგომარეობისთვის სამართლიანია ის, რომ ზოგიერთი ცოცხალი ორგანიზმების სახეობის რაოდენობის უმნიშვნელო ცვლილებას მივყავართ გადახრამდე, ხოლო შემდგომში ეკოსისტემის წონასწორული მდგომარეობის აღდგენამდე.

მიღებული წონასწორობის ვარიანტები აღვნიშნოთ ასე: ვარიანტი 1 – *A*; ვარიანტი 2 – *B*; ვარიანტი 3 – *C*; ვარიანტი 4 – *D* და ავაგოთ წონასწორული მდგომარეობის თეორიული გრაფიკი (ნახაზი 7.17).

წონასწორობის წერტილების მოქმედების არეების საზღვრები



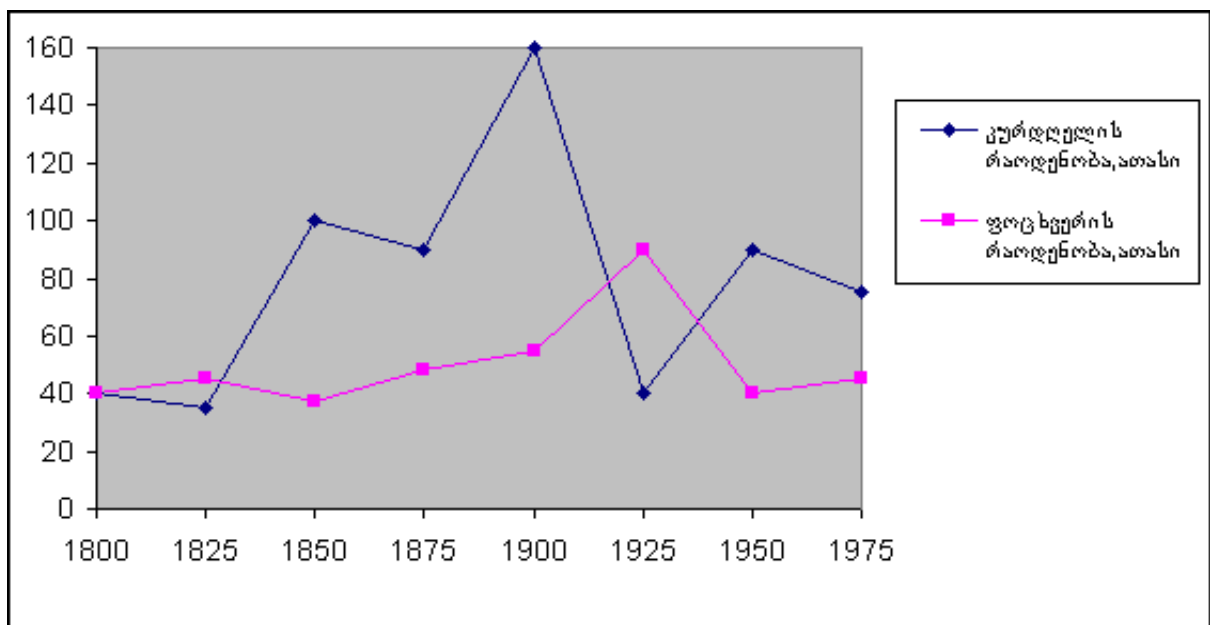
ნახ. 7.17. სივრცეში კურდღლებისა და ფრინველების რაოდენობის წონასწორობის წერტილების გრაფიკი

გამოვლენილი წონასწორობის წერტილები მიზიდულობის წერტილებია, რადგანაც სწორედ მათთან მიდის სისტემა ამ წერტილების მოქმედების არეების საზღვრებში წონასწორობის დაკარგვის შემთხვევაში. რაოდენობის ამ წერტილების არის მოქმედების ფარგლებიდან ინდივიდების რიცხოვნობის გასვლის შემთხვევაში ეკოსისტემა მოდის ახალ მდგომარეობაში – წონასწორობის ახალ წერტილში, რომელიც მოქმედებს არეში, სადაც სისტემა აღმოჩნდა განსაზღვრული გარემოს გავლენისას. 7.17 ნახაზზე ასეთი არეები პირობითად აღნიშნულია, რადგანაც მათი გაანგარიშებისათვის საჭიროა საკმაოდ დრო და ექსპერიმენტის განმეორება პეგმ-ზე. ამავე სურათზე ნაჩვენებია აღშფოთების ორი ვარიანტი. პირველი აღშფოთების ვარიანტი (*a* მრუდი) წონასწორული მდგომარეობის *B* ზღვარს არ სცილდება და ისევ ბრუნდება მასთან. აღშფოთების მეორე ვარიანტი (*c* მრუდი) გადადის წონასწორული

მდგომარეობის  $B$  მიზიდულობის არიდან წონასწორული მდგომარეობის  $A$  მიზიდულების არეში და მიდის ახალ  $A$  წონასწორობის მდგომარეობასთან.

### 7.3. ეკოსისტემის დინამიკის მოდელირება

ეკოსისტემაში ცოცხალი ორგანიზმების ურთიერთობა ხასიათდება, როგორც „მტაცებელი–მსხვერპლი“ ტიპის ურთიერთობა. ცოცხალი ორგანიზმის პოპულაციისთვის დამახასიათებელია განსაზღვრული მდგრადი პროპორციები ან რაოდენობის მერყეობა, თუ მათზე არ მოქმედებს მოულოდნელი ფაქტორები – სტიქიური მოვლენები და ადამიანის ჩარევა. ბუნებაში მიმდინარე პროცესების აღწერა მეტად რთულია, მეცნიერები განიხილავენ, გვთავაზობენ და უარყოფენ სხვადასხვა ჰიპოთეზას, რომლებიც ხსნიან გასაანალიზებელ მოვლენებს. მაგალითად, ფოცხვერის პოპულაციის რაოდენობის მერყეობა შეესაბამება მისი ძირითადი მსხვერპლის – კურდღლის რაოდენობის მერყეობას. 7.18 ნახაზზე მოცემულია ორივე ცხოველის პოპულაციის რაოდენობა დროის დიდი მონაკვეთისათვის.

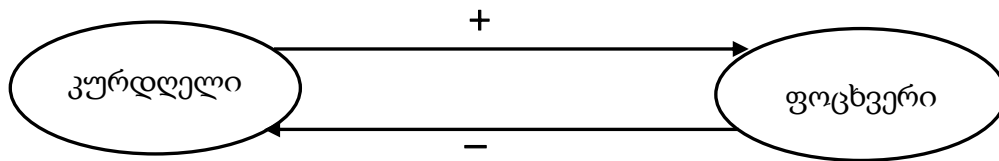


სურ. 7.18. მტაცებლისა და მსხვერპლის რაოდენობის ცვალებადობის გრაფიკი

იმაზე დაყრდნობით, რომ მტაცებლისა და მსხვერპლის რაოდენობის ცვალებადობა ერთმანეთთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული, ეკოლოგიის ზოგიერთმა მეცნიერ-მკვლევარმა წამოაყენა ჰიპოთეზა, რომლის თანახმადაც კურდღლების პოპულაციასთან ერთად იზრდება ფოცხვერების პოპულაციაც, რომელიც ბოლოს და ბოლოს მიაღწევს ისეთ სიმჭიდროვეს, რომ კურდღლების პოპულაცია ვერ გაუძლებს ფოცხვერების დაწოლას და მათი რიცხვი შემცირდება. მათ შემცირებასთან ერთად

შემცირდება ფოცხვერების რაოდენობაც. როცა ფოცხვერების რაოდენობა დაიკლებს, მაშინ კურდღლების პოპულაცია ისევ აღდგება და ციკლიც მეორდება.

ასეთი ჰიპოთეზა შეიძლება გამოვსახოთ ქვემოთ მოცემული ნიშნული გრაფით (ნახაზი 7.19).

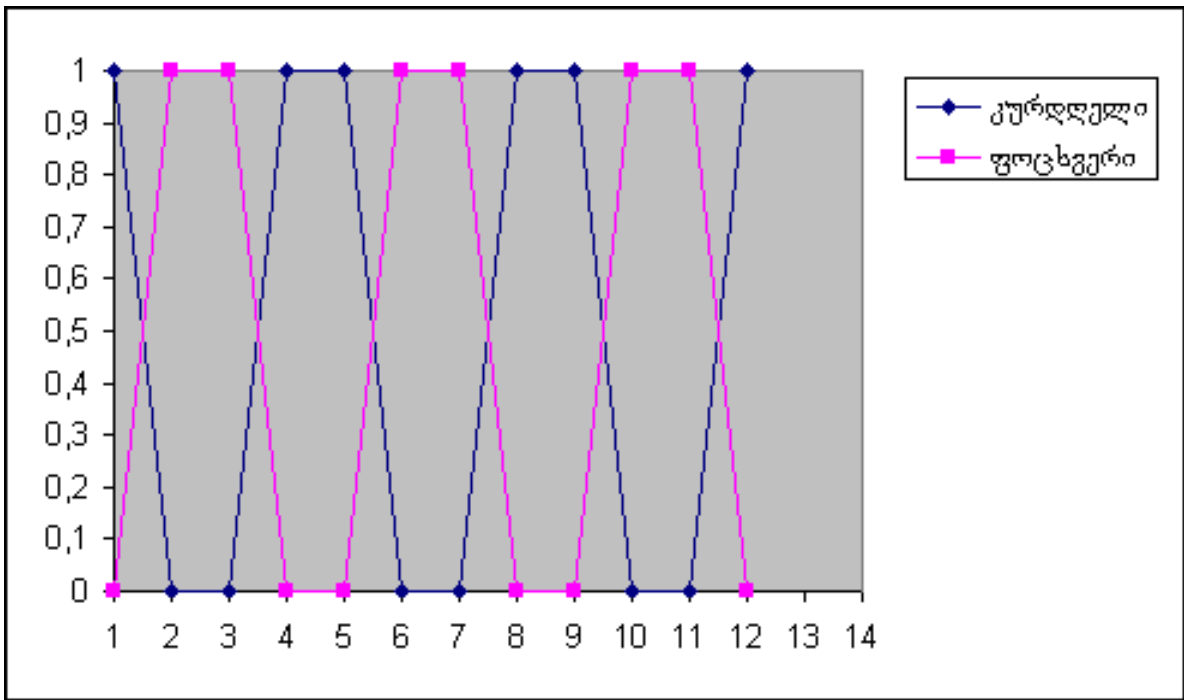


**ნახ. 7.19. ფოცხვერისა და კურდღლის პოპულაციების ურთიერთკავშირის რეგულირების ჰიპოთეზის გრაფიკი**

ნიშანი „-“ „ფოცხვერის“ მწვერვალისგან „კურდღლის“ მწვერვალისკენ გამომავალ კონტურზე გვიჩვენებს, რომ ფოცხვერების რაოდენობის ზრდა ამცირებს კურდღლების რაოდენობას. შებრუნებულ კონტურს აქვს ნიშანი „+“, რაც აღნიშნავს კურდღლების გაზრდილი რაოდენობის ფოცხვერების რაოდენობაზე ზემოქმედების ფაქტის დაფიქსირებას. ამრიგად, ნახაზზე გამოსახულია ნიშნული ორიენტირებული გრაფი (ორგრაფი). აგებული ნიშნული ორგრაფის მეშვეობით შეგვიძლია განვსაზღვროთ ეკოსისტემის მნიშვნელოვანი თვისებები. რა თქმა უნდა, ეს გამოკვლევა იქნება მიახლოებითი, მაგრამ ჩვენი ამოცანაა შევაფასოთ გამოთქმული ჰიპოთეზის სამართლიანობა და განვსაზღვროთ ასეთი ეკოსისტემის განვითარების ტენდენციები. ნიშნული ორგრაფის საფუძველზე მოდელირებისათვის საჭიროა ვისარგებლოთ იმპულსური პროცესით. თუ მაჩვენებლის ზრდას მივიღებთ 1 ქულად და საწყისად მივცემთ კურდღლის პოპულაციას, მომდევნო მომენტისათვის ფოცხვერის პოპულაციაც გაიზრდება აგრეთვე 1 ქულით. შემდგომში ფოცხვერის რაოდენობის გაზრდა უნდა გადაეცეს მაჩვენებელს „კურდღელი“. რამდენადაც „ფოცხვერისა“ და „კურდღლის“ შემაერთებელ კონტურს აქვს ნიშანი „-“, კურდღლის პოპულაცია მცირდება ერთი ერთეულით და გაუტოლდება 0-ს. პროცესი გაგრძელდება ციკლურად. „ფოცხვერი-კურდღელი“ ეკოსისტემის დინამიკა ნაჩვენებია 7.20 ნახაზზე.

მოდელი წარმოგვიჩენს მრავალი მეცნიერის მიერ წამოყენებულ ჰიპოთეზას. პოპულაციის ცვალებადობის სიდიდე მოცემულია ქულებში, ვინაიდან ზემოქმედების ძალიან ხისტი მოდელი არ გვაძლევს შესაძლებლობას, რიცხობრივად შევაფასოთ პოპულაციის ცვალებადობა. მოცემული მოდელისა და მიღებული გრაფიკების დახმარებით შეგვიძლია მივიღოთ მხოლოდ ჰიპოთეზის დადასტურება ორივე პოპულაციაში ცვალებადობის არსებობის თაობაზე.

მაგრამ მოცემულ ჰიპოთეზას ბევრი რამე ეწინააღმდეგება: ფოცხვერის პოპულაციას არ შეუძლია განვითარდეს ისეთი სისწრაფით, რომ შეამციროს კურდღლის პოპულაცია; ზოგიერთ კუნძულზე, სადაც არ არის ფოცხვერი, აღინიშნება კურდღლების პოპულაციის ისეთივე რიცხობრივი მერყეობა, როგორც მატერიკზე.



ნახ. 7.20. ფოცხვერისა და კურდღლის პოპულაციების რაოდენობის ურთიერთკავშირის რეგულირების ცვლილების ტენდენცია

პრაქტიკული მაგალითით განვიხილოთ რეალური სიტუაცია, რომელიც სამხრეთ კალიფორნიის სანაპიროს ქალაქებს სან-დიეგოსა და ლოს ანჟელესის მახლობლად შეიქმნა.

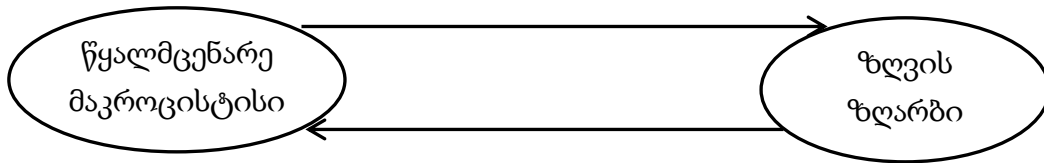
ნიშნული ორგანიზმების გამოყენებასა და მოდელირებას იმპულსური პროცესების საფუძველზე შეიძლება აეცილებინა ბევრი შეცდომა და იმ ცვლილებების კატასტროფული შედეგები, რომელიც მოხდა სანაპიროზე წყალმცენარე მაკროცისტის პოპულაციისათვის. წყალმცენარე მაკროცისტისი\*) ვითარდება პლანქტონის ერთი შეწყვილებული უჯრედიდან. ის მჭიდროდ ეკვრის ფსკერს 8–25 მეტრის სიღრმეზე, ხოლო მისი ფოთლოვანი დერო მიემართება ზედაპირისკენ. ზრდასრული მცენარეები ქმნის სქელ განაშენიანებას და დიდ როლს ასრულებს ზღვის ეკოსისტემის შეფასებებში.

ეს წყალმცენარეები თავშესაფარია თევზების პოპულაციისათვის, მათგან ამზადებენ სასუქებს სოფლის მეურნეობისათვის. სხვა მცენარეებისაგან განსხვავებით მაკროცისტისი ცოცხლობს 1-დან 10 წლამდე.

წყალმცენარეების განადგურება განპირობებულია შტორმებით, წყლის მაღალი ტემპერატურით, თევზებისა და ზღვის ზღარბების მიერ საკვებად გამოყენებით. სხვადასხვა მიზეზის გამო დალუპვის შემდეგ წყალმცენარეები ისევ აღმოცენდებიან.

\*) მაკროცისტისი (Macrocytis) — ზღვის წაბლა წყალმცენარეების გვარი ლამინარასნაირთა რიგისა. ყველაზე დიდი ზომის წყალმცენარეებია. მათი სიგრძე 45 მ-ს აღწევს. აქვთ ელასტიკური დატოტვილი დერო, რიზოიდები და საჰაერო-ბუშტებიანი ფოთლისმაგვარი ფირფიტები.

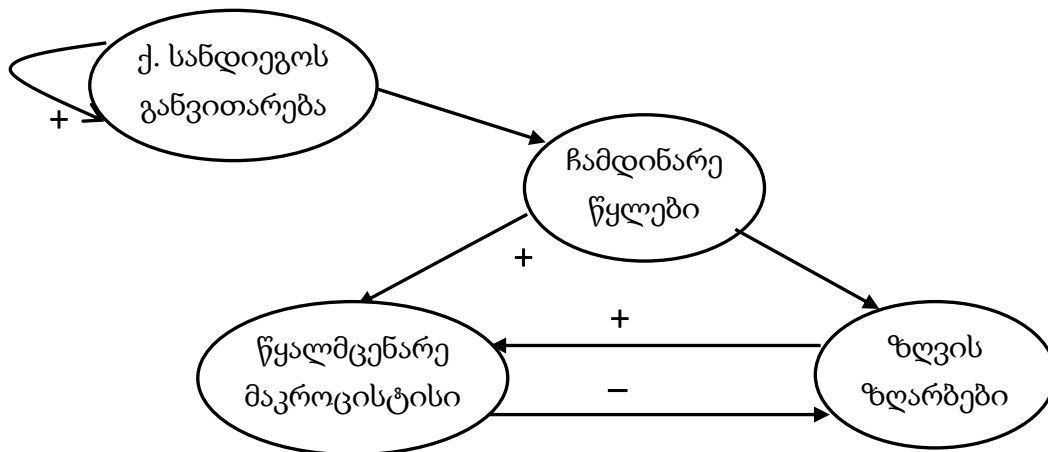
წყალმცენარეებისა და ზღვის ზღარბების ურთიერთკავშირი მდგრადი სისტემაა, რომელიც შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი ორგრაფის მეშვეობით (ნახ. 7.21).



სურ. 7.21. სტაბილური სისტემის „წყალმცენარე მაკროცისტისი–ზღვის ზღარბი“ ორგრაფი

ადრე განვიხილეთ კურდღლისა და ფოცხვერის ურთიერთდამოკიდებულების მაგალითი, რომელიც შეესაბამება მეცნიერი ეკოლოგების ჰიპოთეზას. ადრე განხილული მაგალითისა და ახლანდელი შემთხვევის ორგრაფები აბსოლუტურად იდენტურია. იმპულსური პროცესი ასეთი ორგრაფისთვის იწვევს პერიოდულ ცვალებადობას, რაც მთლიანად შეესაბამება სანაპიროზე განვითარებულ რეალურ პროცესს.

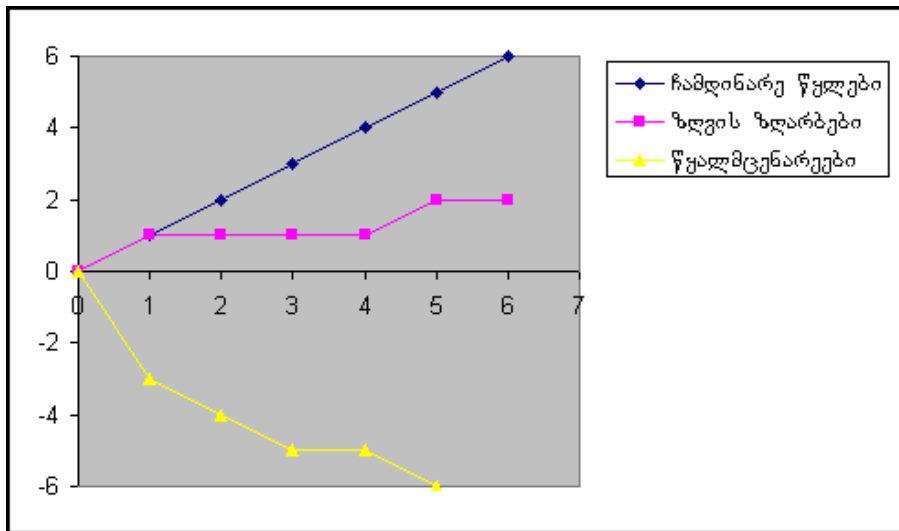
დაწყებული 1940 წლიდან, მცენარემ სანაპიროს მოცემულ მონაკვეთზე გაქრობა დაიწყო. ამის მიზეზი იყო ჩამდინარე წყლები. სანაპიროს თავისუფალ მონაკვეთში აღმოჩნდა ზღვის ზღარბების დიდი რაოდენობა. ჩვეულებრივ, მცენარეთა გაქრობასთან ერთად ქრებოდა ზღვის ზღარბებიც, ამის შედეგად წყალმცენარეებს ჰქონდა შესაძლებლობა, ხელახლა აღმოცენებულიყვნენ. აღმოჩნდა, რომ ზღვის ზღარბებს შეეძლოთ კვება ჩამდინარე წყლებით, რომლებსაც ზღვაში ჩაჰქონდათ გახსნილი ორგანული ნივთიერებები. ამრიგად, ბიოლოგიური თანაფარდობა დაირღვა და წყალმცენარეების გადაშენება გარდაუვალი გახდა (იხ. ნახ. 7.22).



ნახ. 7.22. ქ. სან-დიეგოს განვითარებისას ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიურ სისტემაზე „წყალმცენარე მაკროცისტისი–ზღვის ზღარბი“ ზემოქმედების ამსახველი ორგრაფი

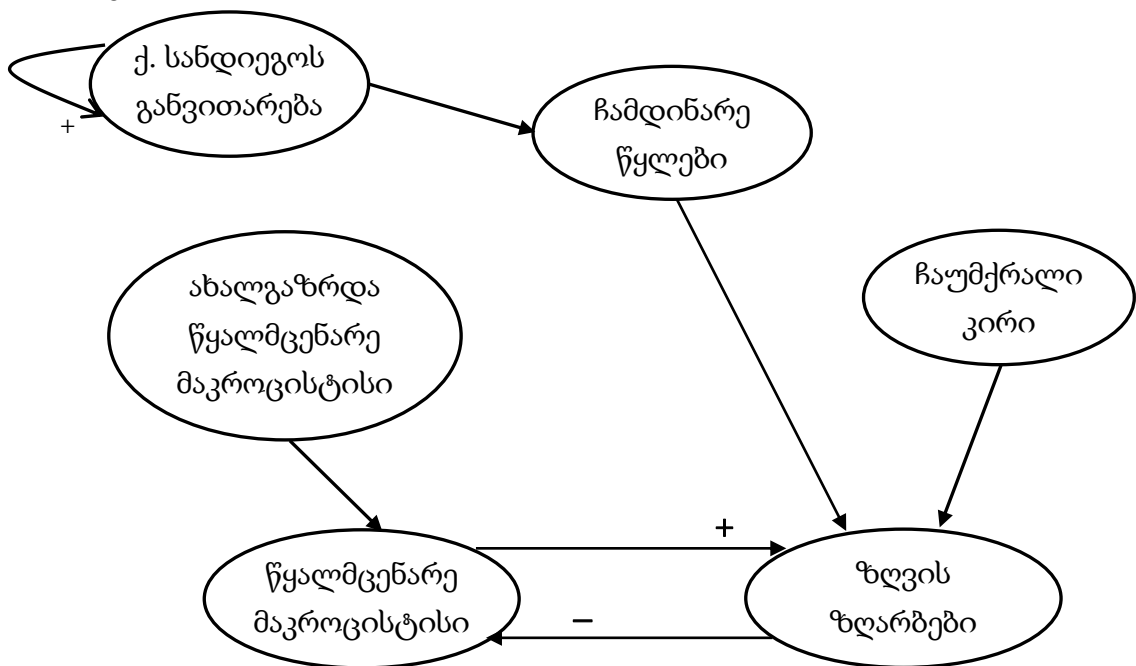
ორგრაფით წარმოდგენილი ეკოსისტემის მოდელირების შედეგი მოცემულია 7.23 ნახაზზე.





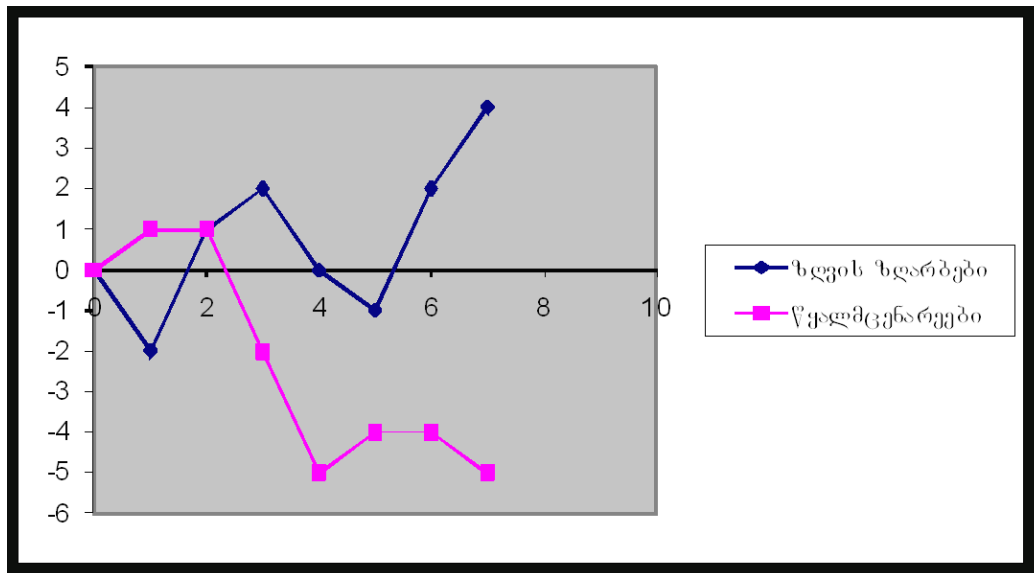
ნახ. 7.23. ეკოსისტემის მოდელირების გრაფიკი

მიღებული გრაფიკები ამტკიცებს წყალმცენარეთა პოპულაციის კატასტროფული შემცირების ფაქტობრივ მონაცემებს. ზღვის ზღარბებთან საბრძოლველად ბუნების დაცვის ორგანოებმა გადაწყვიტეს ჩაუმქრალი კირი ჩაეყარათ ზღვაში, შემდეგ კი ხელახლა გაემრავლებინათ წყალმცენარეები. ასეთი გადაწყვეტილება შეიძლება გამოვხატოთ შემდეგი მოდელის სახით, რომლის ორგრაფიც გამოსახულია 7.24 ნახაზზე.



ნახ. 7. 24. ზღვის ზღარბებთან ბრძოლა და წყალმცენარეების პოპულაციის აღდგენა დამატებითი განაშენიანების გზით

ჩამდინარე წყლები არ იძლეოდა საშუალებას, აღდგენილიყო წყალმცენარეთა პოპულაცია, რამდენადაც ჩაუმქრალ კირს ჰქონდა ერთჯერადი ეფექტი, ხოლო წყლები ჩადიოდა შეუწყვეტლივ.



**ნახ. 7.25. ჩაუმქრალი კირის ჩაყრისა და ახალგაზრდა წყალმცენარეების მომრავლების ერთჯერადი ღონისძიების მოდელირების შედეგები**

მოდელირების შედეგები (იხ. ნახ. 7.25) ამტკიცებს ასეთი მიდგომის არაეფექტურობას. გრაფიკებზე ჩანს, რომ ერთჯერადი ზომების მიღება შესაძლებლობას იძლევა შეიცვალოს ზღვის ზღარბების პოპულაცია და გაიზარდოს წყალმცენარეთა პოპულაცია, მაგრამ, ვინაიდან ეკოსისტემა არ არის წონასწორული, წყალმცენარეები შემდეგშიც განაგრძობენ განადგურებას, ხოლო ზღარბებმა აღიდგინეს პოპულაცია.

1963 წელს ქ. სან-დიეგოში შეწყვიტეს ჩამდინარე წყლების მოხვედრა ოკეანეში პირდაპირ, ჩამდინარე წყლებისა და სანაპიროს დანაგვიანების ფაქტორების გამო-რიცხვამ გამოიწვია წყალმცენარეთა პოპულაციის სწრაფი აღდგენა ზღვის ზღარბების პოპულაციაზე ყოველგვარი დამატებითი ზემოქმედების გარეშე. ჩამდინარე წყლების ოკეანეში მოხვედრის შეწყვეტის შემდეგ ეკოსისტემა კვლავ ხასიათდებოდა ორგრაფით, რომელიც მოცემულია 7.18 ნახაზზე.

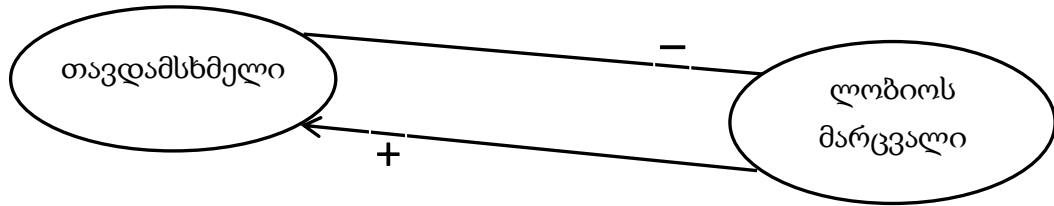
#### **7.4. ეკოსისტემის მოდელირება გაწონასწორებული ორგრაფების საშუალებით**

სამწუხაროდ, ნიშნაან ორგრაფებს არ შეუძლია მოგვცეს ეკოსისტემაში მიმდინარე ტენდენციების ზუსტი შეფასება. უფრო მეტი სიზუსტისათვის უნდა გამოვიყენოთ შეწონილი ორგრაფები. ამ ორგრაფების რკალებზე მოცემულია არა მხოლოდ გავლენის მიმართულება ე.ი. „+“ ან „-“, არამედ ერთი მონაცემის მოქმედების ძალა მეორეზე, ე.ი. წონა. იმპულსური პროცესი საშუალებას გვაძლევს, ჩავატაროთ სისტემის განვითარების ტენდენციების უფრო ზუსტი და ფაქიზი ანალიზი, მივიღოთ სისტემის მაჩვენებლების ცვლის რაოდენობრივი შეფასება. ამავე დროს

შეწონილი ორგრაფების ასაგებად საჭიროა უფრო ფართო ინფორმაცია, ვიდრე ნიშნიანი ორგრაფებისათვის.

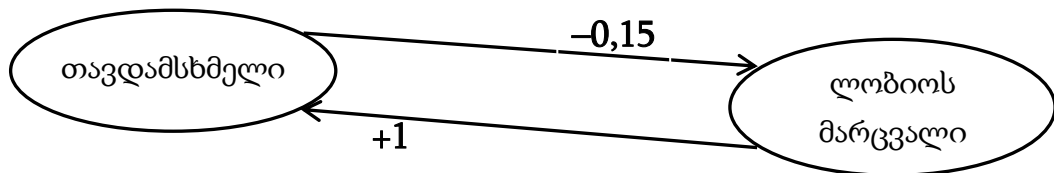
**განვიხილოთ შეწონილი ორგრაფების გამოყენება მაგალითზე.**

ექსპერიმენტში „მტაცებელი–მსხვერპლი“, როდესაც მტაცებლად არჩეულია **Heterospilus**,\*) ხოლო მსხვერპლად – ლობიოს მარცვალი, ამ ცოცხალი ორგანიზმების ურთიერთქმედება შეიძლება გამოისახოს ორგრაფის სახით რომლის ფორმულაც უკვე ცნობილია:



**ნახ. 7.26. ურთიერთქმედების „მტაცებელი–მსხვერპლი“ მოდელი (მტაცებელი თავდამსხმელი Heterospilus)**

ეს მოდელი წარმოაჩენს რაოდენობრიობის პერიოდულ რხევებს, რაც სრულად შეესაბამება ექსპერიმენტულ მონაცემებს. ამავე დროს ეს მოდელი ვერ წარმოაჩენს სისტემის დინამიკას, თუ **Heterospilus**-ის ნაცვლად გამოყენებულ იქნება მტაცებელი **Neocatolaceus**, რადგან მისი რეპროდუქციული პოტენციალი 6-ჯერ მეტია ვიდრე **Heterospilus**-ისა. ამრიგად, იმისათვის რომ მოდელის საშუალებით უფრო გამოიკვეთოს რეალური პროცესი, აუცილებელია რაოდენობრივად ავსახოთ ცოცხალი ორგანიზმის მოქმედება მეორეზე. ამ შემთხვევაში შეიძლება ავსაგოთ შეწონილი ორგრაფი, ე.ი. რკალების ნიშნებთან ერთად მივუთითოთ ზემოქმედების ძალა. რადგან რეპროდუქციული პოტენციალი 6-ჯერ მეტია, რკალზე „მტაცებელი–მსხვერპლი“ კოეფიციენტი ტოლი იქნება  $1/6=0,15$ . ეკოსისტემის მოცემული ვარიანტისათვის მოდელი შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი ორგრაფის მეშვეობით:



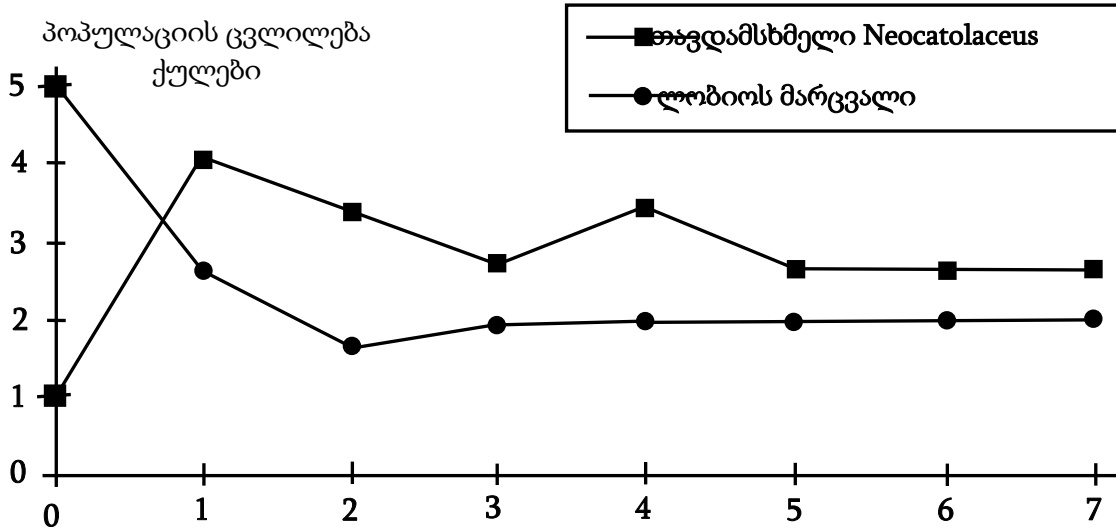
**ნახ. 7.27. ურთიერთქმედების მოდელი „მტაცებელი–მსხვერპლი“ (მტაცებელი თავდამსხმელი Neocatolaceus)**

საწყისი მონაცემებით: მტაცებელი – 2, მარცვალი – 10 მიღებულია ეკოსისტემის

\*) Heterospilus არის Braconidae-ს ოჯახის ბრაკონიდული კრაზანების ჯიში. Braconidae – პარაზიტული კრაზანების ოჯახი.

დინამიკის მოდელი შემდეგი განლაგებით (ნახ. 7.28).

როგორც 7.28 ნახაზიდან ჩანს, პოპულაციაში პერიოდული რხევები არ შეინიშნება და რაოდენობაც ყალიბდება რაღაც დონეზე. მოდელირების შედეგები სავსებით შეესაბამება ექსპერიმენტულ მონაცემებს.



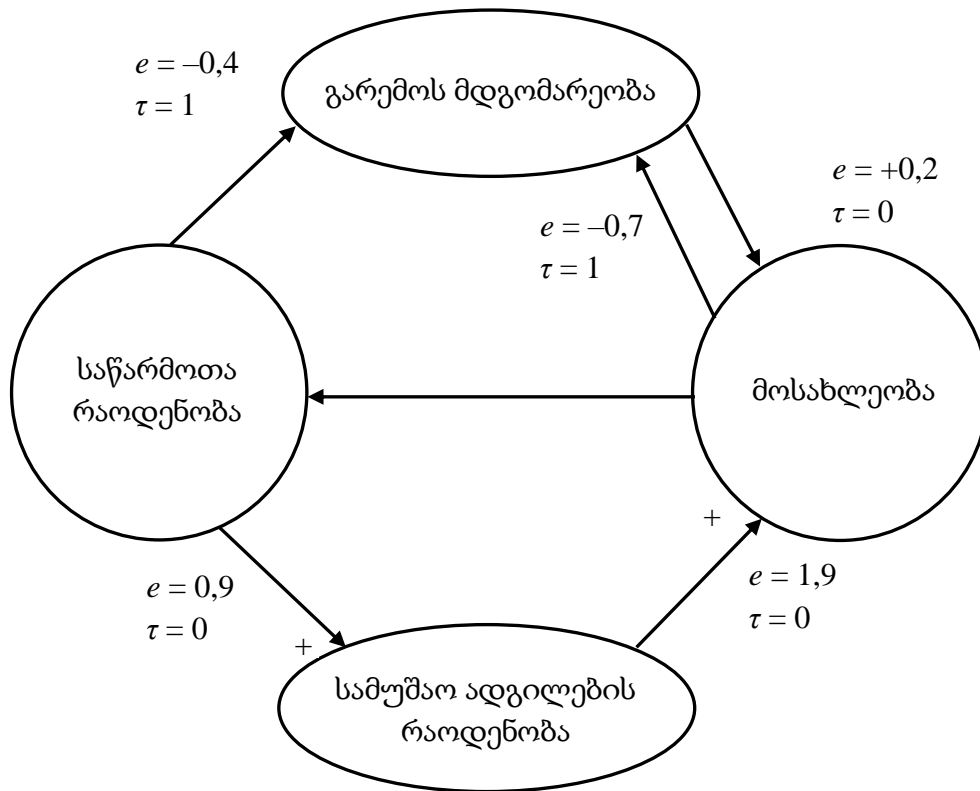
ნახ. 7.28. ეკოსისტემების დინამიკა „მტაცებელი-მსხვერპლი“  
მტაცებლად გამოიყენება Neocatolaceus, მსხვერპლად – ლობიოს მარცვალი

### 7.5. სოციალურ-ეკოლოგიურ-ეკონომიკური სისტემის განვითარება და პროგნოზი ორგრაფების ბაზაზე

დღემდე განიხილებოდა ორიენტირებული გრაფები, რომელთა ერთადერთ რაოდენობრივ მახასიათებლად მიჩნეული იყო წონითი კოეფიციენტი (ან ნიშანი) რკალზე. სოციალურ-ეკოლოგიურ-ეკონომიკური სისტემის პროგნოზირებისათვის ეს შეიძლება საკმარისი არ იყოს, სპეციალისტი შეიძლება დაინტერესდეს არა მხოლოდ იმით, როგორი იქნება სისტემა, არამედ რა დროში მიაღწევს სისტემა ამა თუ იმ მდგომარეობას. ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია, ყოველ რკალს დავუსვათ შესაბამისად არა მარტო კოეფიციენტი, რომელიც განსაზღვრავს ერთი მაჩვენებლის ზემოქმედებას მეორეზე, არამედ ერთი მაჩვენებლის ცვლილების რეალიზაციის დაყოვნებაც, მეორე მაჩვენებლის ცვლილების საპასუხოდ. თუ ეს დაყოვნება ნულის ტოლია, მაჩვენებლის ცვლილება მოხდება მყისიერად, მაგრამ თუ მოცემულია დროის განსაზღვრული ინტერვალი, მაშინ მაჩვენებლის ცვლილება მოხდება დროის მოცემული ინტერვალის გასვლის შემდეგ. ეს შესაძლებლობები უფრო აძლიერებს მათემატიკურ აპარატს და მას უფრო მიმზიდველს ხდის.

განვიხილოთ უმარტივესი მაგალითი, რომელშიც გამოიყენება დროის დაყოვნებები. 7.29 ნახაზზე წარმოდგენილია სამრეწველო ცენტრისა და გარემოს მდგომარეობის განვითარების ორგრაფი. მასში მოცემულია წონითი კოეფიციენტები

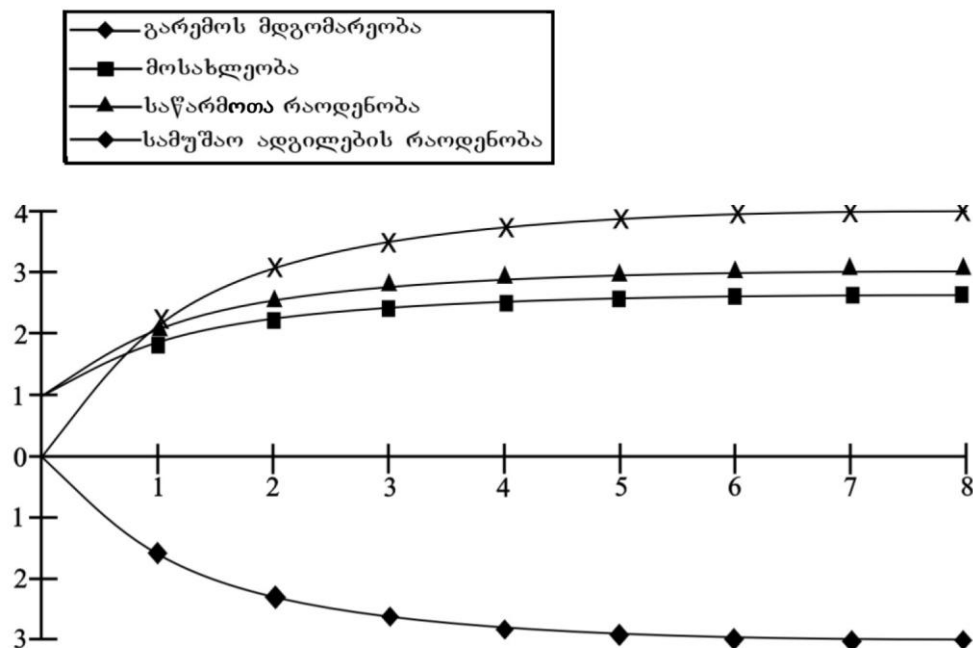
და ერთი მაჩვენებლის მეორეზე ზემოქმედების რეალიზაციის დროის დაყოვნება, გამოსახული წლებში.



ნახ. 7.29. შეწონილი ორგრაფი დროის დაყოვნებებით

სამრეწველო ცენტრის განვითარებისა და გარემოს მდგომარეობის შესასწავლად

დროის დაყოვნებებიანი შეწონილი ორგრაფის მოდელირების ბაზაზე შეიძლება მივიღოთ მაჩვენებლების ცვლის ტენდენცია დროის ღერძთან დამოკიდებულებაში, მიღებული გრაფიკი მოცემულია 7.30 ნახაზზე.



სურ. 7.30. ორიენტირებული ორგრაფი დროსთან კავშირში

ორიენტირებული გრაფის ფორმირების დროს შეიძლება გამოვიყენოთ სტატისტიკური მეთოდები. მაგრამ, სტატისტიკური მონაცემები, რომლებიც სრულად ასახავს სოციალურ-ეკოლოგიურ-ეკონომიკურ სისტემას არ არსებობს. ამიტომ ორგრაფის ფორმირებისას საჭიროა გამოვიყენოთ საექსპერტო მონაცემების მეთოდი.

მოცემული მოდელების გამოყენების შედეგად, შესაძლებელია მივიღოთ დინამიკის განსხვავებული მრუდეები, რომლებიც კლასიფიცირებულია 10 ვარიანტად, რომლებიდანაც შეიძლება მიღებულ იქნეს სისტემის განვითარების ნებისმიერი ვარიანტები, ამ ვარიანტებს შეესაბამება დიაპაზონები, რომლებიც მოცემული სისტემის მდგრადობის შეფასების საშუალებას იძლევიან.

**ცხრილი 7.6**

**უბრალო კონტურის შეფასება კერძო კრიტერიუმების მეშვეობით**

კონტური მახასიათებლის მნიშვნელობა	ორგრაფის მდგრადობა		წონასწორობის მდგომარეობის მიღწევადობა	
	იმპულსური	აბსოლუტური	იმპულსური	აბსოლუტური
	+	+	+	+
	+	+	+	+
	+	-	+	-
	+	+	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
შენიშვნა	არის „+“		არის „-“	

ორგრაფის მდგომარეობის შემუშავებული ტრაექტორიის შეფასება შეიძლება გამოვიყენოთ არა მხოლოდ ორგრაფის ცალკეული ლოკალური კონტურის, არამედ მთელი ორგრაფის მდგომარეობის შესაფასებლადაც, რომელიც ახდენს მთელი მრავალკომპონენტური სისტემის მოდელირებას. ამისათვის საჭიროა ორგრაფში გამოიყოს მარტივი კონტურები  $G : 1=1\eta$  ( $\eta$  – მარტივი კონტურების რაოდენობა ორგრაფში) და განისაზღვროს ორგრაფის თითოეული კონტურის მახასიათებელი შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$U_l = \Pi_{eij} \cdot \tag{7.2}$$

ორგრაფის სრული მახასიათებლის ფორმულა გამოისახება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$U = \sum_{l=1}^{\eta} U_l \cdot \tag{7.3}$$

$U$  სიდიდისათვის მართებულია იგივე ლოგიკური ნაბიჯები და შედეგები, რაც  $U_a$  სიდიდისათვის, რომელიც განსაზღვრულია ორგრაფის ცალკეული კონტურებისათვის.

## თავი VIII. გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ეფექტურობა

### 8.1. გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ეკონომიკური ეფექტურობის მაჩვენებლები

ამჟამად არსებობს საინვესტიციო პროექტების ღონისძიებების ეფექტურობის შეფასების მაჩვენებლების დიდი რიცხვი. გარემოს დაცვის ღონისძიებების ეფექტურობის შეფასებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ აბსოლუტური და შედარებითი ეფექტურობის კრიტერიუმები. აბსოლუტური ეფექტურობით კაპიტალური დაბანდება გარემოს დაცვის ღონისძიებებში განისაზღვრება ფორმულით:

$$E_p = \left[ \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (\Theta_{ij} - C) \right] / K, \quad (8.1)$$

სადაც  $E_p$  – გარემოს დაცვის ღონისძიებებში კაპიტალურ დაბანდების ეფექტურობის საერთო მაჩვენებელია;  $\Theta_{ij}$  – გარემოს დაცვის  $i$ -ური ღონისძიებების შედეგი, რომელიც გამორიცხავს დანაკარგს  $j$ -ურ ობიექტზე;  $C$  – წლიური საექსპლუატაციო ხარჯები ძირითად ფონდებზე, რომელიც ეფექტს იწვევს;  $K$  – კაპიტალური დაბანდება გარემოსდაცვით ღონისძიებებში.

ღონისძიებების მიზანშეწონილი დანერგვის შეფასებისათვის  $E_p$  შეიძლება შევადაროთ ეფექტურობის ნორმატიულ კოეფიციენტს  $E_H = 0,12$ . ღონისძიება ჩაითვლება ეკონომიკურად ეფექტურად მხოლოდ  $E_p \geq E_H$  პირობებში. ამრიგად, ანგარიშში გათვალისწინებულია თანხის ამოღების ნორმატიული ვადები  $T_H = 1/E_H$ . ამავე დროს შესაძლებელია, გამოვიყენოთ ეფექტურობის მაჩვენებელი ნატურალურ-ღირებულებით ფორმაში, რომელსაც კაპიტალური დაბანდების აბსოლუტური ეკოლოგიური ეფექტურობის მაჩვენებელი ეწოდება, რაც თავისთავად არ არის სწორი.

ეს მაჩვენებელი განისაზღვრება ფორმულით:

$$\Theta = \Delta B / K, \quad (8.2)$$

სადაც  $\Delta B$  – მავნე ნივთიერებების შემცირება ატმოსფეროში, ნიადაგში, წყალში.

$$\Delta B = \sum_j K_j (B_{0j} - B_{1j}), \quad (8.3)$$

სადაც  $B_{0j} (B_{1j})$  –  $j$ -ური ინგრედიენტის ნარჩენების თავდაპირველი მოცულობაა;  $K$  –  $j$ -ური ინგრედიენტის მავნელობის კოეფიციენტი.

განხილული მაჩვენებლები არ ასახავს ღონისძიებების რეალიზაციის დინამიკას, არ იძლევა წარმოდგენას თავიდან აცილებულ დანაკარგებზე სახალხო მეურნეობაში, არ ასახავს გარემოსდაცვითი საქმიანობით მიღებული ეფექტის სიდიდეს. ღონისძიებების პროგრამა განიხილება ღონისძიებათა ერთობლიობად, მათი

თანმიმდევრობის გათვალისწინების გარეშე. მითითებულ ნაკლს ვერ ასწორებს მოცემული ხარჯების მინიმუმის გავრცელებული კრიტერიუმიც კი (8.4).

$$C + E_H K \rightarrow \min . \quad (8.4)$$

სხვადასხვა პერიოდში განხორციელებულ ღონისძიებათა ვარიანტების შედარებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს დისკონტირების მეთოდი, რომლის ბაზაზე განისაზღვრება ღონისძიებათა შედარებითი ეკონომიკური ეფექტიანობის კრიტერიუმი:

$$\sum_{t=1}^T (K_{II} + K_{\Delta t} + C_t)(1 + E_{III})^{-t} \rightarrow \min, \quad (8.5)$$

სადაც  $K_{II}$  პირვანდელი კაპიტალური დაბანდებებია გარემოს დაცვის ღონისძიებებში;  $K_{\Delta t}$  – დამატებითი კაპიტალდაბანდება, საჭირო გარემოს დაცვის ობიექტის ნორმალური მუშაობისათვის საექსპლუატაციო  $t$  წელიწადში;  $C_t - t$  – მიმდინარე ხარჯები წელიწადში ძირითადი ფონდების ექსპლუატაციასა და შენახვაზე.

გარემოსდაცვით ღონისძიებებზე განხორციელებული წლიური ხარჯების შედარებით მიღწეულ ეკონომიკურ შედეგთან, შეგვიძლია განვსაზღვროთ წლიური ეკონომიკური ეფექტი:

$$(P - 3) \rightarrow \max . \quad (8.6)$$

ეს გვაძლევს საშუალებას განვსაზღვროთ გარემოსდაცვითი საქმიანობით მიღებული ეფექტის სიდიდე, მაგრამ ის არ შეესაბამება დანარჩენ მოთხოვნებს. 1987 წელს შემუშავებული ტიპური მეთოდიკა პასუხობს იმ მიდგომას, რომელიც რეკომენდებულია საინვესტიციო პროექტის ეფექტურობის შეფასების მეთოდიკაში. ამ კრიტერიუმს ეწოდება წმინდა დისკონტირებული შემოსავალი (წდშ), წმინდა დისკონტირებული ღირებულება (წდღ) ან წმინდა თანამედროვე შემოსავალი (წთშ). მისი გაანგარიშებისათვის იყენებენ ფორმულას:

$$\text{წთშ} = \sum_{t=t_0}^T (P_t - K_t - C_t)(1 + r)^{t_0-t} \rightarrow \max, \quad (8.7)$$

სადაც  $P_t - t$  წელიწადში მიღებული ეკონომიკური შედეგია;  $K_t$  – ინვესტიციები გარემოსდაცვით საქმიანობაში  $t$  წელიწადში;  $C_t$  – გადარიცხვების გარეშე გარემოსდაცვითი ობიექტის საექსპლუატაციო ხარჯები წელიწადში რენოვაციაზე;  $T$  – საექსპლუატაციო წლის დასასრული;  $t_0$  – გარემოსდაცვითი ობიექტის ექსპლუატაციის დაწყების წელი;  $r$  – დისკონტირების კოეფიციენტი.

დისკონტირების კოეფიციენტად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნორმატიული კოეფიციენტი  $E_{III}$ , რომლის მნიშვნელობა მიიღება დარგობრივი მეთოდიკის შესაბამისად, ხარჯების ეკონომიკური ეფექტიანობის განსაზღვრით გარემოს დაცვაზე (დროებით განისაზღვრება  $E_{III} = 0,08$ ).



ხშირად დისკონტირების კოეფიციენტად იყენებენ საბანკო განაკვეთის პროცენტს. ეს მეთოდები ორიენტირებულია როგორც სახელმწიფო, ასევე არასახელმწიფო პროექტებზე. ჩვეულებრივ, ლიტერატურაში განიხილება კომერციული პროექტების ინვესტირების ეფექტიანობის შეფასება. სახელმწიფოს მიერ დაფინანსებული პროექტის ეფექტიანობის შეფასებას აქვს გარკვეული თავისებურებები:

1. პროექტისათვის დგინდება დისკონტირების ერთიანი კოეფიციენტი. ჩვეულებრივ, ის განისაზღვრება შემოსავლიანობის მინიმალურ შიდა ღონეზე გაანგარიშებული კერძო სექტორის კაპიტალური დაბანდებისათვის მინიმალური რისკით. დასავლეთ ევროპის ქვეყნების უმეტესობაში ასეთი დისკონტირების კოეფიციენტია 8 – 12 %;

2. განისაზღვრება არა მარტო ეკონომიკური, არამედ სოციალური ეფექტიც. თუ ღონისძიებას აღვნიშნავთ  $i=1, n$  და მისი რეალიზაციის დაწყების წელიწადს  $T_i^H$ -თი და დამთავრებისას –  $T_i^K$ -თი, მივიღებთ გარემოსდაცვითი ღონისძიებების წდმ-ს პროგრამის გაანგარიშების ვარიანტს:

$$\text{წდმ} = \sum_{t=t_0}^T \sum_{i \in G_t} \left( \sum_j \Theta_{ijt} - C_{it} \right) - \sum_{i \in J_t} K_{it} (1+r)^{t_0-t} \rightarrow \max, \quad (8.8)$$

სადაც  $\Theta_{ijt}$   $i$ -ური სახის გარემოსდაცვითი ღონისძიებების რეალიზაციის შედეგია, გამოხატული თავიდან აცილებული დანაკარგის სიდიდით ეკონომიკურ ან სოციალურ  $i$ -ური სახის სფეროში  $t$ -წელიწადში;  $C_{it}$  – საექსპლუატაციო ღონისძიებები, რომლებიც არ არის დაკავშირებული  $t$ -წელიწადის  $i$ -ური სახის ღონისძიებასთან, რენოვაციაზე გამონაკლისის გარეშე;  $K_{it}$  –  $i$ -ური სახის ღონისძიებების ინვესტიციები  $t$  წელიწადში;  $G_t$  – ღონისძიებების სიმრავლე, რომლებიც რეალიზებულია  $t$  წლამდე და მოაქვს შედეგი.

$$\begin{aligned} G_t &= \{i : T_i^K < t\} \\ J_t &= \{i : T_i^K \leq t \leq T_i^H\}, \end{aligned} \quad (8.9)$$

სადაც  $J_t$  –  $t$  წელიწადში სარეალიზაციო ღონისძიებების რაოდენობაა.

წდმ-სთან ერთად არსებობს კიდევ ერთი მაჩვენებელი, რომელიც განისაზღვრება იმავე ელემენტებით. შემოსავლის ინდექსი –  $S_1$ .

$$S_1 = \sum_{t=t_0}^T \left[ \sum_{i \in G_t} (P_{it} - Z_{it})(1+r)^{t_0-t} \right] / \left[ \left( \sum_{i \in J_t} K_{it} \right) (1+r)^{t_0-t} \right] \rightarrow \max \quad (8.10)$$

ეს მაჩვენებელი ასახავს დამოკიდებულებას დისკონტირებულ შედეგსა და დისკონტირებულ კაპიტალურ ხარჯებს შორის და წააგავს რენტაბელურობის მაჩვენებელს, მაგრამ ითვალისწინებს დროის ფაქტორს.  $S_1$ -ის შემთხვევაში პროგრამა  $T$  დროში არ ანაზღაურდება.

ამ მაჩვენებლის ბაზაზე შეგვიძლია ავაგოთ მსგავსი კრიტერიუმი, რომელსაც ეწოდება შედეგიანობის ინდექსი ( $S_2$ )

$$S_2 = \sum_{i=t_0}^T \left[ \sum_{i \in G_i} W_i (1+r)^{t_0-t} \right] / \left[ \left( \sum_{i \in J_i} K_{it} \right) (1+r)^{t_0-t} \right], \quad (8.11)$$

ეს კრიტერიუმი არ გამოიყენება, როგორც გარემოს დაცვის პროგრამის ეფექტიანობის ინდიკატორი (თუ  $\nabla_{\text{დღ}} > 0$ ,  $S_1 > 1$  – პროგრამა ეფექტურია, თუ  $\nabla_{\text{დღ}} < 0$ ,  $S_1 < 1$  – არაეფექტური). აქ უფრო ხშირად გამოიყენება გარემოს დაცვის გადაწყვეტილების ეფექტურობის შეფასების შემდეგი მეთოდები: მიმდინარე ხარჯების მეთოდი, წმინდა მოგების მეთოდი, რენტაბელურობის მეთოდი, თანხის ამოღების ვადის მეთოდი.

გარემოს დაცვის ინვესტიციების ეფექტურობის შეფასების მეთოდები საკმაოდ მარტივია, ამიტომაც უფრო მიზანმიმართული ვარიანტის არჩევა ხდება სხვადასხვა ალტერნატიული საინვესტიციო პროექტებიდან. მაგრამ ეს მეთოდები არ ითვალისწინებს დროის ფაქტორს, ე.ი. მათ აქვს ზოგიერთი ნაკლოვანება:

1. არ ითვალისწინებენ ხარჯისა და მოგების ცვლილებას დროის გარკვეულ პერიოდში;
2. გვთავაზობენ უტყუარი ინფორმაციის არსებობას;
3. რადგან ეს მეთოდები გათვალისწინებულია კონკრეტული პროექტის ინვესტიციის შეფასებისათვის, ამიტომ ანგარიშებში მოგების ის ნაწილი უნდა გავყოთ, რომელიც განპირობებულია ჩადებული ინვესტიციებით, რაც არსებითად ართულებს გაანგარიშებას.

აქედან გამომდინარე, პირველ რიგში უნდა მოვახდინოთ ინვესტიციების პროექტის ძირითადი მიზნის ფორმულირება (მოგების გაზრდა, ხარჯების შემცირება და ა.შ.), რის შემდეგაც გამოვიყენებთ შესაფერის მეთოდს, რომელიც სრულად პასუხობს დასახულ მიზანს.

რენტაბელურობის მაჩვენებლის მიხედვით მეთოდის არსი მდგომარეობს მოცემული პროექტის რენტაბელობასა და მის შედარებაში მოთხოვნილ რენტაბელურობასთან, რომლის სიდიდესაც ირჩევს ინვესტორი.

შეგვიძლია შევადაროთ პროექტის რამდენიმე ვარიანტი. უფრო ეფექტურ ვარიანტს შეესაბამება რენტაბელურობის მაქსიმალური სიდიდე. რენტაბელურობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$\text{რენტ-ბა} = \frac{\text{საშუალო მოგება}}{\text{საშუალო გამოყენებული კაპიტალი}}. \quad (8.12)$$

რენტაბელურობა გამოხატავს კაპიტალის გამოყენების ეფექტიანობის ხარისხს (წმინდა მოგების სიდიდეს მოცემული გარემოსდაცვითი პროექტის ინვესტიციების 1 ლარზე). ინვესტიციების ეფექტიანობის შეფასების მეთოდი ანაზღაურების ვადის მიხედვით, რომელსაც აგრეთვე ეწოდება დაბრუნების მეთოდი, ანუ Pay off, Pay back,

ახასიათებს დროის პერიოდს, რომლის გასვლის შემდეგ ინვესტირებული კაპიტალი ბრუნდება რეალიზებული პროდუქციიდან მიღებული მოგების ხარჯზე. ამ პერიოდისათვის მოგების სიდიდე ინვესტიციების სიდიდის ტოლია:

$$\text{ვადა} = \frac{\text{ინვესტირებული კაპიტალი}}{\text{საშუალო მოგება}}, \text{ წელიწადი.} \quad (8.13)$$

საზღვარგარეთულ პრაქტიკაში არ არსებობს ანაზღაურების ვადის ნორმატიული მნიშვნელობა: ნებისმიერი შემოსავალი ადრე თუ გვიან, გამოისყიდის ინვესტიციებს. უნდა გადაიჭრას საკითხი: მისაღებია თუ არა ინვესტორისათვის თანხის დაბრუნების განსაზღვრული ვადა. პროექტის ვარიანტი ითვლება მიზანმიმართულად, თუ თანხის დაბრუნების ვადა ნაკლებია ან ტოლია წინასწარ დადგენილი ვადისა, რომელიც შეიძლება დადგინდეს გამოცდილების საფუძველზე. მეთოდის ნაკლოვანებაა ის, რომ ვერ მოიცავს პროექტის ფუნქციონირების მთელ პერიოდს და მასზე გავლენას არ ახდენს მთელი ის გადასახადი, რომელიც არსებობს ანაზღაურების ვადის ფარგლებს გარეთ.

გარდა ამისა, ეს მეთოდი არის ორიენტირებული არა პროექტის სარგებლიანობის გათვლაზე, არამედ მისი ლიკვიდურობის განსაზღვრაზე. ინვესტიციების განსაზღვრის საფუძველად ითვლება გადასახადების დინება დროის ფაქტორის გათვალისწინებით.

## 8.2. გარემოსდაცვითი პროგრამების განხორციელების ეკონომიკური ეფექტიანობის ამაღლება

გარემოს დაცვის ტერიტორიული პროგრამა ფორმირდება ღონისძიებათა კრებულთან, რომლის რეალიზაცია გვამღებს შესაძლებლობას, მივაღწიოთ დასახულ მიზანს ეკოლოგიური მდგომარეობის სტაბილურობასა ან გაუმჯობესებაში განსახილველ ქალაქებში, მხარესა თუ რაიონებში. პრაქტიკაში არსებული ანალიზი, ფორმირებული სახელმწიფო და რეგიონული გარემოსდაცვითი ღონისძიებებით, გვიჩვენებს, რომ ღონისძიებები ირჩევა არა სპეციალური მეთოდის, არამედ ცალკეული დარგებისა და დარგთაშორისი კომპლექსების (ცალკეული სამრეწველო საწარმოების სხვადასხვა დარგით კომუნიკაციის სფეროში, სოციალურ უზრუნველყოფაში და ა.შ.) გათვალისწინებით. ამასთანავე, ყურადღება არ ექცევა იმას, რომ გარემოს დაცვის პროგრამის მიზანი იშლება ცალკეულ ქვემიზნებად (მაგალითად, გარემოს ცალკეული სფეროს დაბინძურება – ჰაერისა ატმოსფეროში, წყლის გარემოში და ა.შ.). ამას მივყავართ იქამდე, რომ ღონისძიებათა კომპლექსი არ აკმაყოფილებს ყველა ქვემიზანს, ამასთანავე, მათი რეალიზაცია არ იძლევა დასახული მიზნის მიღწევის საშუალებას. ამის გარდა, ღონისძიებათა კომპლექსის ფორმირების პროცესში ყურადღება არ ექცევა ინვესტიციების მოცულობას, მათი რეალიზაციის შედეგებს,

რომელიც მოსალოდნელია ღონისძიებათა რეალიზაციისას, გვიჩვენებს ნატურალურ ფორმას – მავნე ნივთიერებისაგან ზიანის შემცირებას, ჩამდინარე წყლების დაბინძურების შეწყვეტასა და ა.შ. ეს შედეგები არ უზრუნველყოფს სხვადასხვა ღონისძიების შეთანაწყობას.

ფუნქციურ-ღირებულებითი ანალიზი (ფლა), რომელიც შეიცავს მიზნობრივი მოთხოვნისა და შემუშავებული გადაწყვეტილებების ფორმულირებას, უფრო მეტად სრულყოფილი კომპლექსური მიდგომაა პრობლემების გადაწყვეტილებისადმი. ფლა-ს მეთოდმა მსოფლიო აღიარება მოიპოვა. ის ვითარდებოდა XX საუკუნის 40-იან წლებში, როგორც ეკონომიკური ანალიზი კონსტრუქციულ და ტექნოლოგიურ გადაწყვეტილებებში. 60-იან წლებში ფლა-ს გამოყენება საკმაოდ დიდი მოცულობით დაიწყო მანქანათმშენებლობისა და ხელსაწყო-მოწყობილობათა საწარმოებში. 70-80-იან წლებში შეიქმნა ლაბორატორიები და ცენტრები ფლა-ს გამოსაყენებლად, შემუშავდება ფლა-ს ახალი მეთოდები და დაიწყო კომპიუტერების გამოყენება მათი რეალიზაციისათვის.

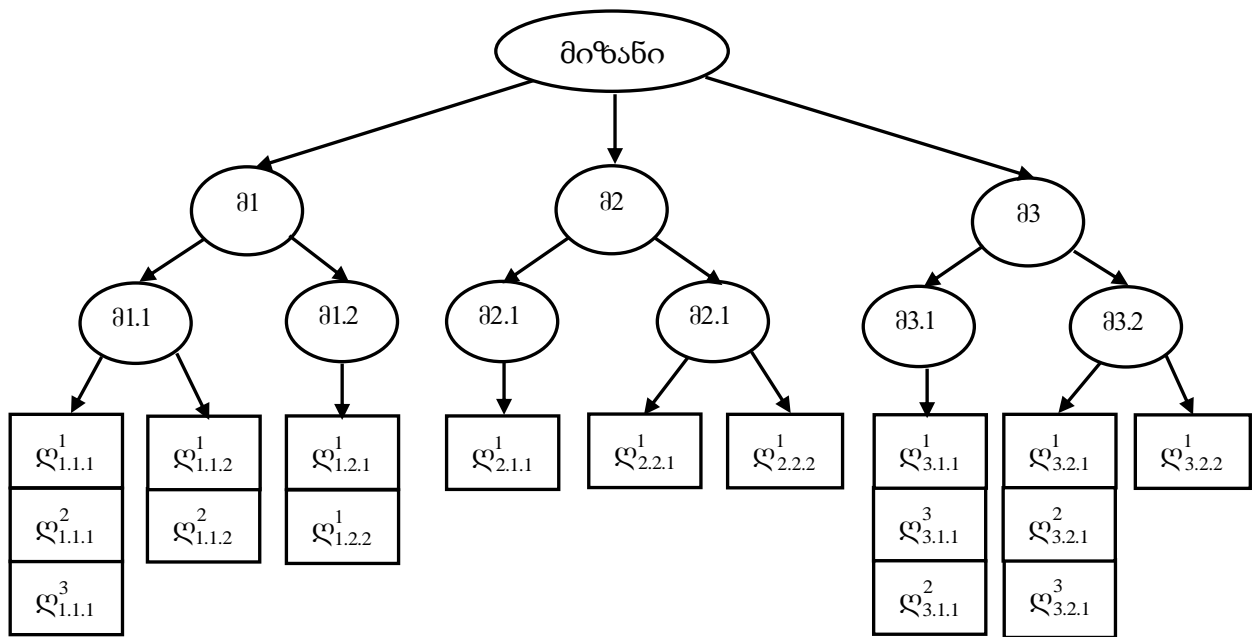
ფლა-ს შექმნამ და მისმა გამოყენებამ სხვადასხვა სფეროში განაპირობა ყველა-ნაირი ხარჯების შემცირება. ფლა-ს მრავალი მეთოდიდან ერთ-ერთის გამოყენება ისეთი სპეციფიკური და რთული ობიექტის ხარჯების სისტემური გამოკვლევისათვის, როგორცაა ტერიტორიული გარემოს დაცვის პროგრამა, შეუძლებელია, ვინაიდან ფლა-ს გამოყენებისას ამა თუ იმ ობიექტისათვის საჭიროა სპეციალური მეთოდების შემუშავება, თუმცა ფლა-ს არსი მეთოდურ დონეზე იგივე რჩება. საწარმო უნდა დაიყოს შემადგენელ ნაწილებად, გამოიყოს მათი ფუნქციები, შეფასდეს ფუნქციებისა და მისი შემადგენელი ნაწილების მნიშვნელობა.

ფლა-ს რეალიზაციისას გამოიყოფა ოთხი ეტაპი: **ინფორმაციული, ანალიტიკური, შემოქმედებითი და კვლევითი**. ჩვეულებრივ, ინფორმაციული ეტაპი მოიცავს ობიექტის შესახებ მონაცემების შეკრებას, მომზადებასა და სისტემატიზაციას.

გარემოს დაცვის პროგრამა შეიძლება განვიხილოთ, როგორც რთული სისტემა, რომელიც უნდა იყოს ანალიზისა და დაპროექტების ობიექტი. სწორი იქნებოდა გვეცადა გადაგვეტანა ფლა-ს მეთოდები გარემოს დაცვის ღონისძიებების ფორმირების პროცესზე.

ღონისძიებათა ფორმირება მიზანშეწონილია განხორციელდეს გარემოს დაცვის პროექტების ალტერნატიული ვარიანტებიდან გამომდინარე (ნახ. 8.1). ის შეესაბამება ფლა-ს კვლევით ეტაპს.

8.1 ნახაზზე საბოლოო მიზნების რეალიზაციის უზრუნველმყოფი ღონისძიებების სქემაა ასახული. მაგალითად, მიზანი მ.1.1 უზრუნველყოფს ორ ღონისძიებას, მიზანი მ.1.2 კი – ერთს, ამასთან მიზანი 1.1-ის ერთ ღონისძიებას აქვს სამი ალტერნატიული ვარიანტი:  $l_{1.1.1}^1$ ,  $l_{1.1.1}^2$ ,  $l_{1.1.1}^3$ , მეორეს ორი:  $l_{1.1.2}^1$  და  $l_{1.1.2}^2$ . მიზნებს მ.2.1 და მ.2.2 არ გააჩნია ღონისძიებების ალტერნატიული ვარიანტები.



ნახ. 8.1. მიზნობრივი ხის ალტერნატიული ვარიანტები

ფლა-ს ალტერნატიული ვარიანტებიდან გადაწყვეტილებების არჩევა ხდება შემდეგნაირად: ან ხორციელდება გადაწყვეტილებების მიღება მრავალი ალტერნატივიდან ერთი ან რამდენიმე კრიტერიუმით, ან გამოიყენება ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი გადაწყვეტილებების საუკეთესო ნაკრების ფორმირებისათვის ალტერნატიული ვარიანტებიდან შერჩევის გზით. ორივე მიდგომას აქვს თანაარსებობის უფლება, მაგრამ მეორე უფრო საფუძვლიანია, ვინაიდან ოპტიმიზაციის ამოცანის გადაწყვეტისას განიხილება ყველა დამატებითი გადაწყვეტილება.

გარემოსდაცვითი პროგრამის ღონისძიებების არჩევის შემთხვევაში საჭიროა შევარჩიოთ უფრო სრულყოფილი მიდგომა, მაშასადამე, რომ პირველ შემთხვევაში ღონისძიებების შესახებ ინფორმაციაზე მაქსიმალურად მიზანმიმართულია დაყრდნობა:  $\bar{w}_i$  – ღონისძიებების მნიშვნელობის შეფასება;  $\rho_i$  – ღონისძიებების პერსპექტიულობის შეფასება;  $K_i$  – ღონისძიებათა რეალიზაციისას დანახარჯთა სიდიდე.

ალტერნატიული ვარიანტებიდან საუკეთესო ღონისძიებების არჩევა საჭიროებს ღონისძიებების მაქსიმალურ ინტეგრირებულ შეფასებას:

$$\eta_i = \lambda_1 \bar{w}_i + \lambda_2 \rho_i + \lambda_3 K_i, \quad (8.14)$$

სადაც  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  – კოეფიციენტის შეფასების მაჩვენებლებია, რომლებიც მიიღება ექსპერტიზის საფუძველზე ( $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1$ ).

გარემოსდაცვითი პროგრამის ღონისძიებების არჩევისას ოპტიმიზაციური მიდგომის საფუძველზე ყოველი საბოლოო მიზნისათვის, რომელსაც აქვს ღონისძიების ალტერნატიული ვარიანტები, შეიძლება შევადგინოთ ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი:

$$\begin{aligned}
& \sum_{i=1}^{n_j} K_i X_i \rightarrow \min \\
& \sum_{i=1}^{n_j} \omega_i X_i \geq 1 \\
& \sum_{i \in J_{ij}} X_i = 1, I = 1, L_j, \\
& X_i = \begin{cases} 0 \\ 1, i=1, n_j \end{cases}
\end{aligned} \tag{8.15}$$

სადაც  $n_j$  ღონისძიებების რიცხვია, რომლებიც უზრუნველყოფენ  $j$ -ურ საბოლოო მიზანს, ალტერნატიულის ჩათვლით;  $L_j$  –  $j$ -ური მიზნისათვის ღონისძიებების ალტერნატიული ვარიანტების რიცხვი;  $J_{ij}$  – ღონისძიებების მრავალი ალტერნატიული  $i$  – ური ვარიანტი  $j$  – ური მიზნისათვის.

ღონისძიებების არჩევა განაპირობებს ამ ამოცანის გადაწყვეტილების შედეგს, რომელიც უზრუნველყოფს  $j$ -ური მიზნის მთლიანი დაკმაყოფილების მინიმალურ დანახარჯებს. თუ ღონისძიებების უმრავლესობა არ იძლევა საშუალებას, უზრუნველყოს შესაბამისი მიზნის სრულად დაკმაყოფილება, მაშინ მოცემულ ამოცანას არ ექნება ამონახსნი (მნიშვნელობა). ამოცანას ამონახსნი რომ ექნეს, აუცილებელია შევასუსტოთ პირველი შეზღუდვა:

$$\sum_{i=1}^n \varpi_i X_i \geq \varepsilon_j, \tag{8.16}$$

სადაც  $\varepsilon_j$  –  $j$ -ური მიზნის დაკმაყოფილების საკმარისი სიდიდეა ( $\varepsilon_j > 0$ ).

ღონისძიებების კრებულთა ასეთი ფორმით დაკმაყოფილებას შეიძლება მეტისმეტად დიდი ინვესტიციების დასჭირდეს. ასეთ შემთხვევაში ღონისძიებების სრული კრებულიდან აუცილებლად უნდა გამოვყოთ უმნიშვნელოვანესები. გამოყოფის საზღვარი დგინდება ან ფინანსური საშუალებების გადაცემის სიდიდით, ან მიზნის რეალიზაციის ხარისხით (ან მისი ცალკეული ქვემიზნებით).

პროგრამაში ღონისძიებათა ვარიანტების არჩევა განვიხილოთ უფრო ფართო შემადგენლობიდან იმგვარად, რომ მათი რეალიზაციის დანახარჯები იყოს მინიმალური. მოცემული ამოცანა გვხდება სპეციალურ ლიტერატურაში. მისი ამოხსნა მდგომარეობს ღონისძიებების რეალიზაციაზე დანახარჯების მინიმიზაციაში და სხვ. მანამდე კი საჭიროა ამოცანის ამოხსნა:

$$\begin{aligned}
& \sum_{i=1}^m Z_i U_i \rightarrow \min \\
& \sum_{i=1}^m e_{ij} U_i \geq E_j, j = 1, n, \\
& X_i = \begin{cases} 0 \\ 1, i=1, m \end{cases}
\end{aligned} \tag{8.17}$$

სადაც  $i$  – ალტერნატიული ღონისძიებების ნომერია ( $i = 1, m$ );  $Z_i$  –  $i$ -ური ღონისძიებების განხორციელებაზე დანახარჯის სიდიდე;  $U_i$  – საძიებელი მიზნობრივი ცვლადი, შემდეგი მნიშვნელობით: თუ  $U_i=1$  –  $i$ -ური ღონისძიება ჩართულია პროგრამაში, თუ  $U_i=0$ , –  $i$ -ური ღონისძიება გადადებულია.  $\varepsilon_{ij}$  –  $j$ -ური მაჩვენებლების გაუმჯობესება  $i$ -ური ღონისძიების რეალიზაციის ხარჯზე;  $E_j$  –  $j$ -ური მაჩვენებლის გაუმჯობესების სიდიდე, რომელიც უნდა იქნეს მიღწეული.

ზოგ შემთხვევაში ღონისძიებების შერჩევას შესაძლებელია გამოვიყენოთ შებრუნებული მოდელი:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m e_{ij} U_i &\rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^m Z_j U_i &\leq \Phi \quad , \\ X_i &= \left\{ \begin{array}{l} 0 \\ 1, i=1, m \end{array} \right\} \end{aligned} \quad (8.18)$$

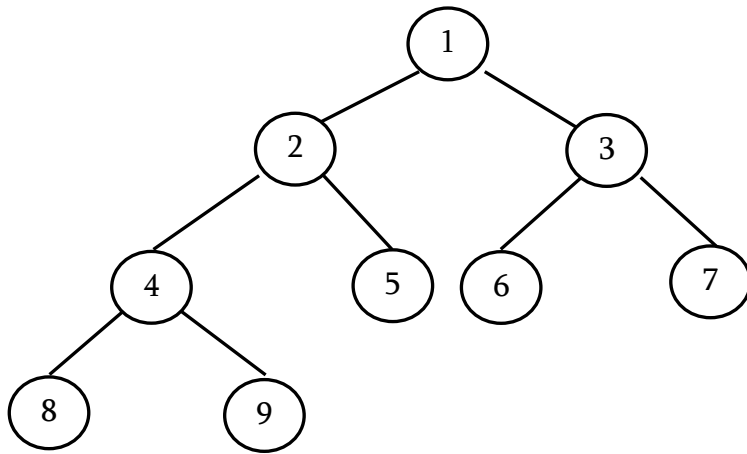
სადაც  $\Phi$  გარემოს დაცვის პროგრამის რეალიზაციისათვის გამოყოფილი ინვესტიციების მოცულობაა.

ამ მოდელების გამოყენება გამართლებულია, მაგალითად, ტექნოლოგიური პროცესების ვარიანტებიდან საჭიროს არჩევისათვის ან ატმოსფეროს დაბინძურების წინააღმდეგ ბრძოლაში. მოცემული ამოცანის გადასაწყვეტად აუცილებელია ვისარგებლოთ კრიტერიუმების იერარქიულ წარმოდგენით ხის სახით, რომლის ბოლო მწვერვალებად გვევლინება კონკრეტული მაჩვენებლები. ამ შემთხვევაში დგინდება დამოკიდებულებით:

$$x_i = \sum_{i \in J_j} a_{ij} X_j \quad , \quad (8.19)$$

სადაც,  $J_j$  არის  $i$ -ური კრიტერიუმების სიმრავლე, რომელიც წარმოქმნის  $j$ -ურ კრიტერიუმს;  $a_{ij}$  –  $j$ -ური კრიტერიუმის  $i$ -ურ კრიტერიუმზე ზემოქმედების მუდმივა;  $x_i$  და  $x_j$  –  $i$ -ური და  $j$ -ური კრიტერიუმების მნიშვნელობა.

8.2 ნახაზზე წარმოდგენილი კრიტერიუმების ხისათვის შეიძლება ჩავწეროთ ამავე ნახაზზე ასახულ დამოკიდებულებათა ნაკრები. სოციალურ-ეკოლოგიურ-ეკონომიკური სისტემის მდგომარეობის საერთო კრიტერიუმის ერთით გაუმჯობესებისათვის არსებობს  $x_1$  და  $x_2$  კრიტერიუმების გაუმჯობესების ვარიანტების ფართო დიაპაზონი. ვარიანტების რაოდენობა იზრდება ზედა დონიდან ქვედა დონისკენ გადასვლისას. ხის მწვერვალებში არსებული მაჩვენებლების ცვლილება უზრუნველყოფილია ალტერნატიული ღონისძიებების ნაკრებით  $l = 1, m$ . ზოგად შემთხვევაში შეიძლება მოვითხოვოთ სისტემის არა საერთო კრიტერიუმების გაუმჯობესება, არამედ კრიტერიუმების გარკვეული რაოდენობისა  $i \in J^* \quad k^*$  დონეზე.



$$\begin{aligned}
 x_1 &= a_{12}x_2 + a_{13}x_3 \\
 x_2 &= a_{24}x_4 + a_{25}x_5 \\
 x_3 &= a_{36}x_6 + a_{37}x_7 \\
 x_4 &= a_{48}x_8 + a_{49}x_9
 \end{aligned}$$

ნახ. 8.2. კრიტერიუმ-მაჩვენებლების ხე

დონისძიებების იმ ოპტიმალური ნაკრების მოსაძებნად, რომლებიც უზრუნველყოფენ  $x_i^*$ -ური ( $i \in J^{k^*}$ ) კრიტერიუმების მნიშვნელობას, საჭიროა ამოვხსნათ ამოცანა:

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^m Z_i U_i &\rightarrow \min \\
 x_j &= x_j^0 + \sum_{i=1}^m d_{ij} U_i, i \in J^k, \\
 x_i &= \sum_{j \in k+1} a_{ij} x_j, i \in J^k, k = k^*, k-1
 \end{aligned} \tag{8.20}$$

სადაც  $x_j^0$  -  $j$ -ური მაჩვენებლის საბაზო მნიშვნელობაა;  $J^k$  - საბოლოო მაჩვენებლების სიმრავლე  $k$  დონეზე (ხის მწვერვალზე).

შებრუნებული ამოცანის ამოსახსნელად საჭიროა მოდელს შევუცვალოთ სახე:

$$\begin{aligned}
 \min_{i \in J^k} \{ \alpha_j (x_j - x_j^0) / x_j^0 \} &\rightarrow \max \\
 x_j &= \sum_{j \in k+1} a_{ij} x_j, i \in J^k, k = k^*, k-1, \\
 \sum_{i=1}^m Z_i U_i &\leq \Phi
 \end{aligned} \tag{8.21}$$

სადაც  $\alpha_j$  არის  $j$ -ური კრიტერიუმის მნიშვნელოვნება (პრიორიტეტი):  $\sum_{i \in J^{k^*}} \alpha_j = 1$ ;

$\Phi$  - პროექტის რეალიზაციისათვის გამოყოფილი ინვესტიციის მოცულობა. შემოთავაზებულ მოდელში მაქსიმალური ხდება კრიტერიუმების  $(x_j - x_j^0) / x_j^0$  გაუმჯობესების შეფარდებითი სიდიდე. ვინაიდან საერთო შემთხვევებში გაუმჯობესებული კრიტერიუმების რიცხვი ერთზე მეტია, მაშინ აუცილებელია გადავწყვიტოთ მრავალკრიტერიუმიანი ამოცანა ყველა  $i \in J^{k^*}$  კრიტერიუმის ერთდროული გაუმჯობესებით.

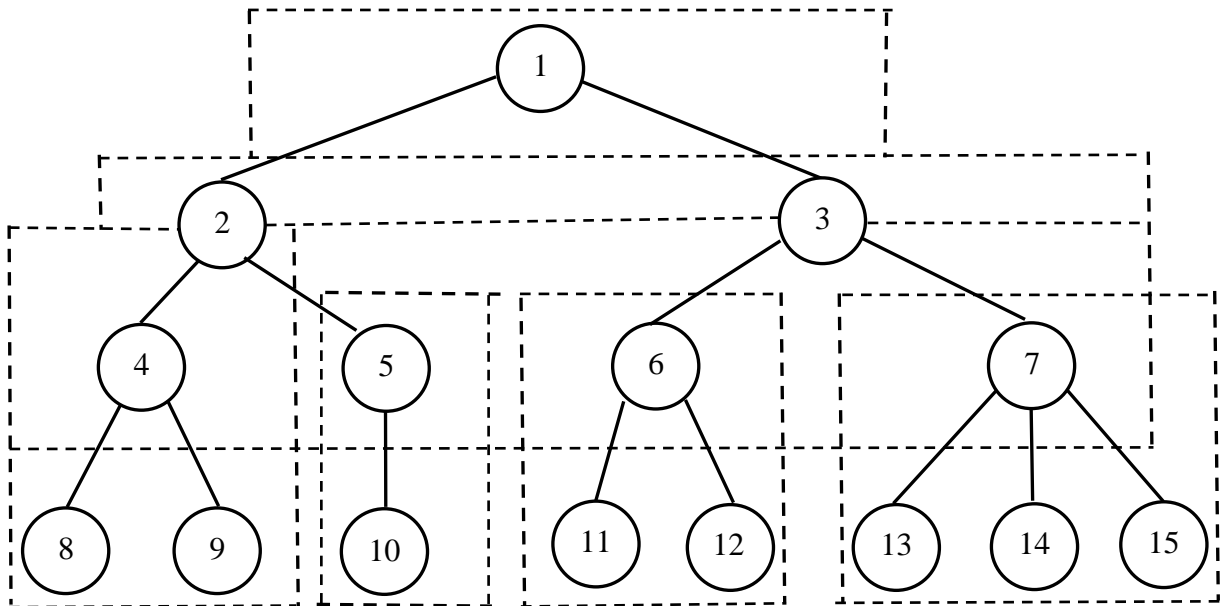


ამისათვის მიზანმიმართულად უნდა გამოვიყენოთ მაქსიმალური კრიტერიუმები, რომელიც რეალიზაციას უკეთეს თანაბარი დათმობის ჩებიშევსკის პრინციპს:

$$\min_{i \in J^k} \{a_j (x_j - x_j^0) / x_j^0\} \rightarrow \max \quad (8.22)$$

ვინაიდან,  $i \in J^{k^*}$  კრიტერიუმებს შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა მნიშვნელობა, ამიტომ უნდა გავითვალისწინოთ კრიტერიუმების (პრიორიტეტი) მნიშვნელობა  $\alpha_j$ -ური კოეფიციენტის დახმარებით. კრიტერიუმების მნიშვნელობა დგინდება ექსპერტიზის გზით. კრიტერიუმების მნიშვნელობის დადგენისას აუცილებელია გავითვალისწინოთ თითოეულის როლი საერთო კრიტერიუმში. ამისათვის საჭიროა გამოვიყენოთ PERT მეთოდიკა. კრიტერიუმის ხის ცალკეული ტოტის მიხედვით უნდა შეფასდეს ცალკეული კრიტერიუმის მნიშვნელობა.

8.3 ნახაზზე წარმოდგენილი კრიტერიუმის ხისთვის პუნქტორით გამოყოფილია ცალკეული ტოტები. მათთვის აუცილებელია ცალ-ცალკე გაკეთდეს ექსპერტთა შეფასება, რომელიც მოგვცემს საშუალებას, დავადგინოთ ტოტის კრიტერიუმების მნიშვნელობა მთავარი კრიტერიუმების მიღწევაში – ტოტის მწვერვალები  $v_j$ ,  $j \in J^k$ ,  $k=1, k^*$  – შეგვიძლია დავუშვათ, რომ  $v_j$ -ურის სიდიდეები ნორმირებულია ტოტის ფარგლებში, ე.ი.:  $\sum_{j \in R} v_j = 1$ .



ნახ. 8.3. კრიტერიუმების ხე

ჩატარებული გაანგარიშების ბაზაზე ადვილია განვსაზღვროთ  $k^*$  დონის კრიტერიუმების მნიშვნელობა, რომელიც შესულია ზემოთ ფორმირებული მრავალ-კრიტერიუმისანი ამოცანის მიზნობრივ ფუნქციაში:

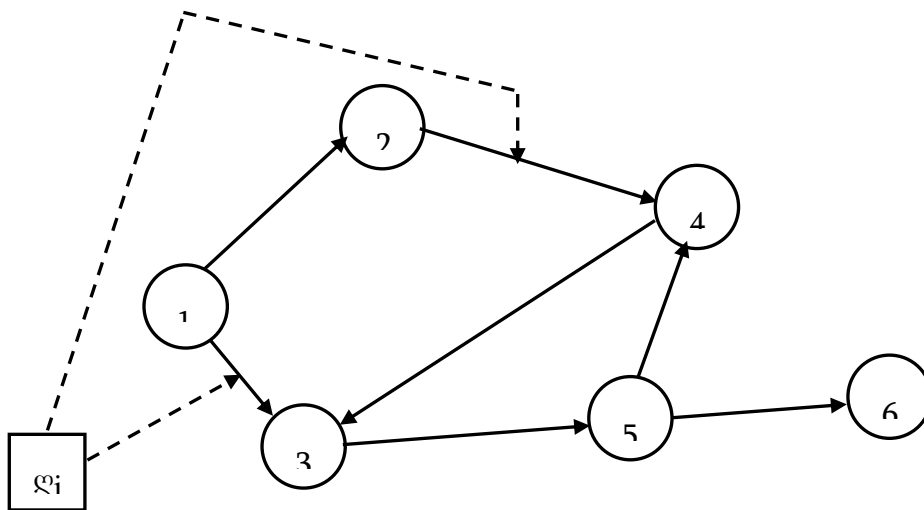
$$\alpha_i = \prod_{j \in L_i} v_j, i \in J^k, \quad (8.23)$$

სადაც  $L_j$  არის კრიტერიუმთა სიმრავლე  $i$ -ურ კრიტერიუმსა და საერთო კრიტერიუმს შორის. ზემოთ მოცემული ტერიტორიული გარემოს დაცვის პროგრამის ღონისძიებების ნაკრების ფორმირების პირდაპირი და ირიბი ამოცანები მიეკუთვნება დისკრეტული მათემატიკური დაპროგრამების ამოცანათა კლასს მიზნობრივი ცვლადებით. ამ სახის ამოცანების გადასაწყვეტად შეიძლება გამოვიყენოთ შემთხვევითი ძიების მეთოდი.

ანალიზის ისეთი სპეციფიკური ობიექტისთვის, როგორცაა დაცვის პროგრამის ღონისძიებები, საჭიროა შემდეგი მნიშვნელოვანი სამუშაოების შესრულება:

1. ობიექტის ფუნქციების გამოვლენა და ფორმირება, როგორც მთლიანისა და მისი შემადგენელი ნაწილებისა;
2. მეტად ხარჯიანი ზონების გამოყოფა, ფუნქციური რეზერვების გამოვლენა;
3. ფუნქციური მოდელის აგება;
4. ფუნქციის მნიშვნელობის შეფასება;
5. ფუნქციური მოდელების რეალიზაციის ვარიანტების ძიების ამოცანების დაპირისპირება აუცილებელი ხარისხის უზრუნველყოფასა და ფუნქციურ მისაღებ დანახარჯებთან.

ფლა-ს მეთოდებში გამოყოფენ ძირითად, დამხმარე და უსარგებლო ფუნქციებს. გარემოს დაცვის პროგრამის ანალიზის გამოყენებით ღონისძიებათა ფუნქცია შეიძლება დადგინდეს რეგიონის ფუნქციონირების სოციალურ-ეკოლოგიურ-ეკონომიკური მოდელის ანალიზის საფუძველზე. ზემოთ აღნიშნული იყო, რომ რეგიონის ფუნქციონირების სისტემური გამოკვლევის განხორციელება ეფექტურია მოდელირების ბაზაზე ორიენტირებული გრაფების დახმარებით. ღონისძიებათა ფუნქციების გამოსავლენად აუცილებელია შევადროთ ორიენტირების გრაფები კონტურებთან. მაშინ ფუნქციები ფორმირებული იქნება ამ გრაფიკის კონტურების შესაბამისად. აღვნიშნოთ, რომ ერთი ღონისძიება შეიძლება შეერთებული იყოს რამდენიმე კონტურთან (ნახ. 8.4).



სურ. 8.4. ღონისძიებათა ზემოქმედება რამდენიმე კონტურზე

სოციალურ-ეკოლოგიურ-ეკონომიური სისტემის განვითარების შეფასებისათვის აუცილებელია, რომ მიზნები, რომლებიც მიეკუთვნება სტრუქტურულ-მიზნობრივი მოდელის ერთ-ერთ დონეს, არსებობდეს ორიენტირების გრაფების მწვერვალების სახით. ამის შედეგად შეგვიძლია აღვნიშნოთ პირველადი დამბინძურებლების ზემოქმედება ამ მწვერვალებზე და უზრუნველვყოთ სტრუქტურულ-მიზნობრივი და ფუნქციური მოდელების შეთანაწყობა.

$j$ -ური ფაქტორის  $l$ -ურ ფაქტორზე ზემოქმედების სრული ეფექტი, რომელიც სოციალური-ეკოლოგიურ-ეკონომიური სისტემის ერთ-ერთ მიზანია, გამოითვლება ფორმულით:

$$T_{(jl)} = \left\{ \left( \sum_{t=1}^R E_{(jt)}^t \prod_{s=1}^S (1 - L_s) \right) / \prod_{s=1}^S (1 - L_s) \right\}^*, \quad (8.24)$$

სადაც  $E_{(jt)}^t$  არის  $r$  ღია გზის განცალკევებული ეფექტი  $j$ -დან  $l$ -მდე;  $L_s$  – რელევანტური უკუკავშირის უზრუნველყოფელი  $s$ -ური რგოლის შებრუნებული ეფექტი;  $R$  – ღია გზების რიცხვი  $j$ -დან  $l$ -მდე;  $S$  – რელევანტური უკუკავშირის უზრუნველყოფელი  $s$ -ური რგოლების რიცხვი;  $\{ \}^*$  – ოპერატორი, რომელიც აღნიშნავს, რომ პირველ რიგში მრიცხველსა და მნიშვნელში ხდება გამრავლება, შემდეგ ამოიშლება ის წევრები, რომლებიც ტოლია ეფექტების წარმოებულებისა და მხოლოდ ამის შემდეგ ხდება გაყოფა.

თუ განვსაზღვრავთ  $T_{(jl)}^0$  ღონისძიების რეალიზაციამდე და რეალიზაციის შემდეგ  $T_{(jl)}^l$  ფაქტორის გავლენის სრულ ეფექტს, მაშინ ეფექტის ცვლილება იქნება:

$$\Delta T_{(jl)} = T_{(jl)}^l - T_{(jl)}^0. \quad (8.25)$$

ფაქტორის ცვლილების დეტალურად განხილვისათვის  $T_{(jl)}$  შეიძლება გამოვხატოთ, როგორც კონტურების კოეფიციენტების ფუნქცია:  $T_{(jl)} = f(a_m, m=1, M)$ . ეფექტის ცვლილება ღონისძიების კონტურზე  $m$  ზემოქმედების ხარჯზე განვსაზღვროთ ფორმულით:

$$b_m = \frac{dT_{(jl)}}{da_m}, \quad (8.26)$$

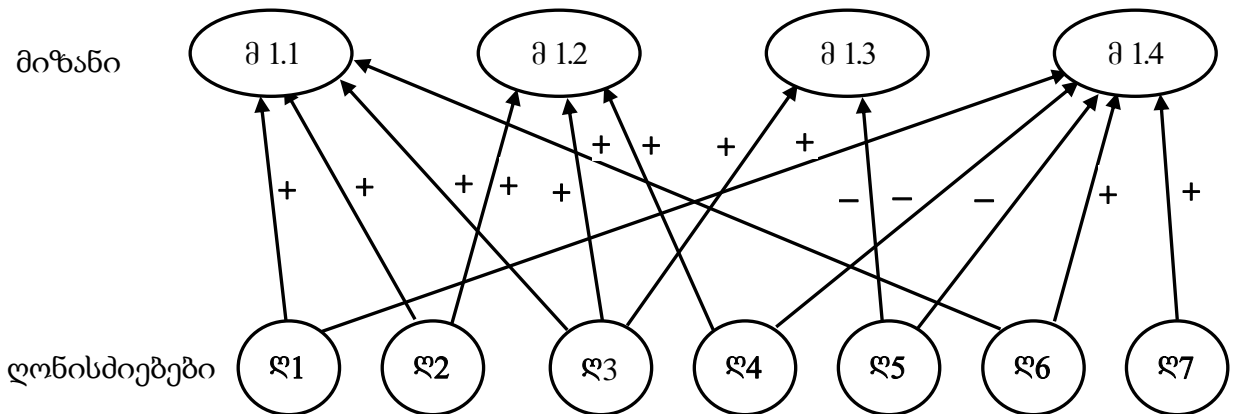
სადაც  $b_m$   $m$  კოეფიციენტის ცვლილების სიდიდეა.

ცალკეული რკალების მიხედვით ეფექტის ცვლილების ჯამი ტოლა სრული ეფექტის ცვლილებისა:

$$\Delta T_{(jl)} = \sum_{m=1}^M b_m \frac{dT_{(jl)}}{da_m}. \quad (8.27)$$

შედეგად ორიენტირებული გრაფის ანალიზის ბაზაზე შეიძლება ავაგოთ 8.5 ნახაზზე ასახული ფუნქციური მოდელი.

მოცემულ მოდელს აქვს ორი დონე: მიზნების დონე და ღონისძიებების დონე.  $j$ -იური ღონისძიებიდან კონტურები მიზნისაკენ მიემართება იმ შემთხვევაში, თუ  $\Delta T_{(j)}=0$ . 8.5 ნახაზზე კონტურების ნაწილი აღნიშნულია „+“ ნიშნით, მეორე ნაწილი – „-“ ნიშნით. ეს გამოწვეულია იმით, რომ  $\Delta T_{(j)}$  საფუძველზე შეიძლება გამოვავლინოთ ღონისძიებათა სასარგებლო (სისტემის მაჩვენებლების მნიშვნელობათა გაუმჯობესება, რაც ხელს უწყობს მიზნის მიღწევას – ნიშანი „+“) და საზიანო (სისტემის მაჩვენებლების მნიშვნელობათა გაუარესებ, რაც ხელს უშლის მიზნის მიღწევას – ნიშანი „-“) ქმედებები. უფრო ინფორმაციული მოდელი შეიძლება წარმოვიდგინოთ ცხრილის სახით (იხ. ცხრ. 8.1).



სურ. 8.5. მიზნების რეალიზაციის ფუნქციური მოდელი ღონისძიებათა ბაზაზე

ცხრილი 8.1.

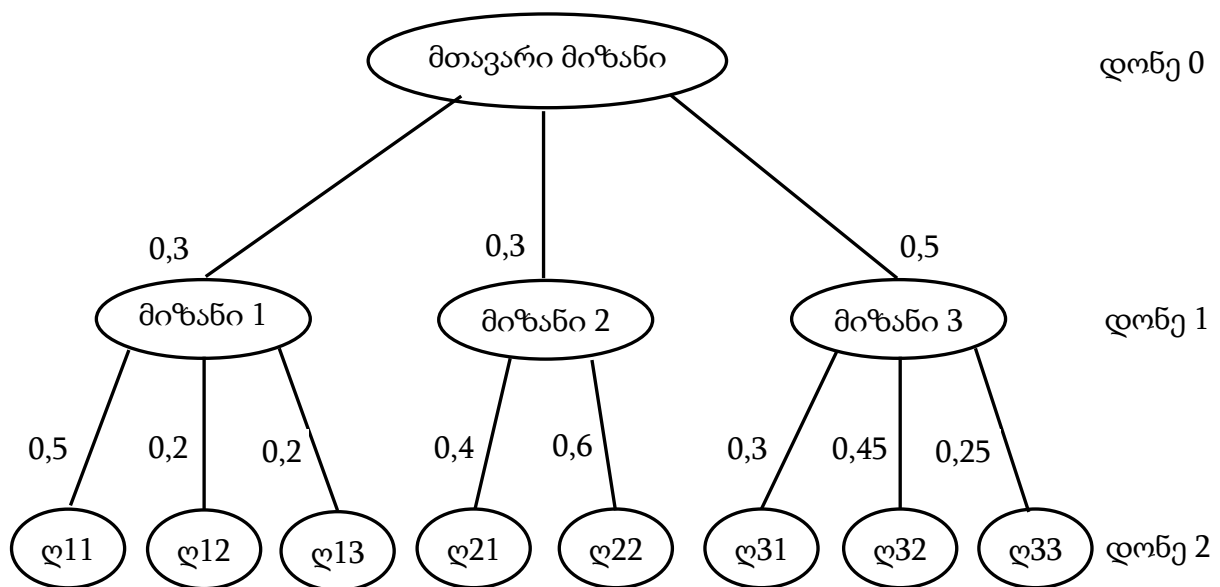
ღონისძიებათა ნაკრების სოციალურ-ეკოლოგიურ-ეკონომიკურ სისტემაზე გავლენის ფუნქციური მოდელის მაგალითი

ღონისძიების მოქმედება	ღონისძიების ზემოქმედება მიზნებზე			
	მიზანი 1.1	მიზანი 1.2	მიზანი 1.3	მიზანი 1.4
ღონისძიება 1				
სასარგებლო	+0,3	+0,2	+0,8	–
საზიანო	-0,1	–	-0,3	–
ჯამი	+0,6	+0,2	+0,5	–
ღონისძიება 2				
სასარგებლო	–	+0,3	+0,4	+0,6
საზიანო	–	-0,1	-0,3	-0,1
ჯამი	–	+0,2	+0,4	+0,5

სტრუქტურულ-ფუნქციური მოდელი იძლევა თითოეული ღონისძიების ყოველმხრივ შეფასებას, მათი ბლოკების შეფასებას, რომელიც მიმართულია

სტრუქტურულ მიზნისკენ. სტრუქტურული მოდელის მიხედვით ფასდება უშუალოდ სტრუქტურული მიზნის მიღწევის სისრულე, ფუნქციური მოდელის მიხედვით – ღონისძიებისა და მათი ბლოკების სასარგებლო და საზიანო ზემოქმედება. ყველა შეფასება ურთიერთქმედებს პროგრამის მთავარი მიზნის მიღწევის შეფასებაზე. პროგრამის ღონისძიებათა სისტემური გამოკვლევის ანალიზის ეტაპზე აუცილებელია გაკეთდეს ღონისძიებების განხორციელებისათვის საჭირო დანახარჯების ანალიზი და განისაზღვროს მათი შესაბამისობა მოსალოდნელ შედეგთან.

ფუნქციებზე დანახარჯების შედარების მეთოდი ფუნქციის მნიშვნელობის ბალურ შეფასებასთან ეფუძნება იმას, რომ დანახარჯების გადანაწილების ნორმირებულ პირობად ითვლება ფუნქციის მნიშვნელობა. ღონისძიების სისტემური ანალიზის გამოყენებისას უნდა მოვახდინოთ ამ მეთოდის მოდიფიცირება და ვუწოდოთ ღონისძიებების დანახარჯების შედეგის შეფასებასთან შედარების მეთოდი. ღონისძიებათა შედეგი შეიძლება შეფასდეს ღონისძიებათა პროპორციულობის მაჩვენებლების მიხედვით. ამასთან, მეთოდის ფორმულირებისას ქრება სიტყვა „ფუნქცია“ და რამდენადაც განიხილება ღონისძიებების კომპლექსი, მეთოდს იმდენად შეიძლება ეწოდოს „კომპლექსურ-ღირებულებითი ანალიზი“. მისი რეალიზაციისათვის უნდა გამოვიყენოთ სტრუქტურულ-ღირებულებითი სქემა და მიზნების ხეზე პრიორიტეტულობის შეფასებები (ნახ 8.6 და ცხრ. 8.2).

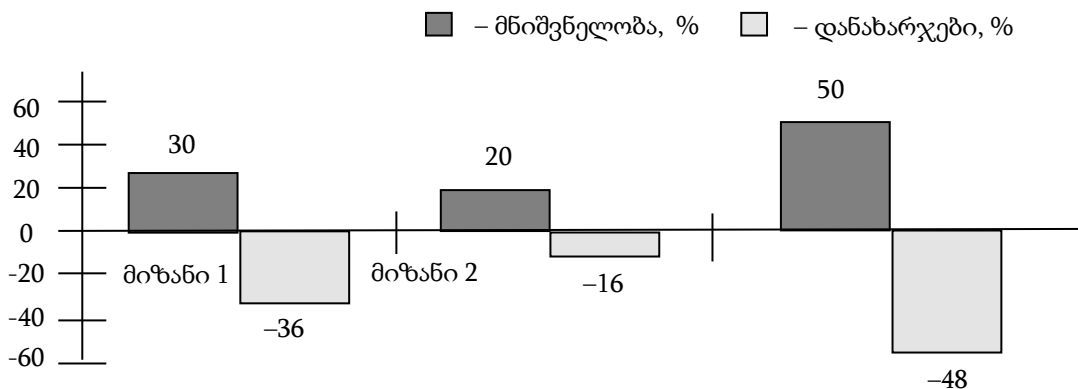


ნახ. 8.6. მიზნების ხე

კომპლექსური-ღირებულებითი ანალიზი შეიძლება ჩატარდეს მიზნების ხის იერარქიული საფეხურის ნებისმიერი დონისათვის, დაწყებული პირველი დონიდან. ამისათვის უნდა ავაგოთ დიაგრამა – „ხარჯები–შედეგები“ (ნახ. 8.7).

მიზნებისა და ღონისძიებების რაოდენობრივი  
მახასიათებლები (ნახაზი 6)

მიზნები	შეფასება, ბალი	დანახარჯები, მლნ ლარი, %	რეალიზაციასთან დაკავშირებული დანახარჯები
მიზანი 1	0.3	23/36.5	1.22
ღ11	0.15	10/15.9	1.06
ღ12	0.6	5/8.3	1.38
ღ13	0.09	8/12.7	1.41
მიზანი 2	0.2	10/15.9	0.79
ღ21	0.08	4/6.0	0.75
ღ22	0.12	6/9.5	0.79
მიზანი 3	0.5	30/47.6	0.95
ღ31	0.15	8/12.7	0.85
ღ32	0.225	12/19.0	0.84
ღ33	0.125	10/15.9	0.27



ნახ 8.7. დიაგრამა „ხარჯები-შედეგები“ პირველი დონისთვის

თუ ვიპოვით შედეგთან ხარჯების დამოკიდებულებას, მაშინ იმ შემთხვევაში, როცა ეს დამოკიდებულება 1-ზე ნაკლებია, არსებობს საიმედოობის ხარისხი და საჭირო არ არის ღონისძიებებისა და ხარჯების დაზუსტება, ხოლო თუ დამოკიდებულება 1-ზე მეტია, მაშინ უნდა დაზუსტდეს ინფორმაციის წყარო, გაუმჯობესდეს ღონისძიებათა ნაკრები.

ამრიგად, ფლა-ს ანალიტიკური ეტაპის რეალიზაციისათვის აიგება ფუნქციური მოდელი სოციალურ-ეკოლოგიურ-ეკონომიური სისტემის ოროგრაფიის ბაზაზე. გარემოს დაცვის ღონისძიებების განხორციელების ხარჯების ანალიზის და მოსალოდნელ შედეგთან შესაბამისობის სხვადასხვა მეთოდს შორის არჩეულია ფუნქციებზე დანახარჯების შედარების მეთოდი ფუნქციის მნიშვნელობის ბალურ შეფასებაზე.

### 8.3. ეკონომიკური მექანიზმის ტიპები

ეკონომიკის ეკოლოგიზაციისა და განვითარების მდგრად ტიპზე გადასვლისას უმნიშვნელოვანესი საკითხია ეკოლოგიაზე ორიენტირებული განვითარების მექანიზმების რეალიზაცია, სადაც პრიორიტეტულ მნიშვნელობას იძენს ბუნებათსარგებლობის ეფექტური ეკონომიკური მექანიზმის ჩამოყალიბება. ჯერ მაკროეკონომიკური პოზიციიდან განვიხილოთ ამ მექანიზმის ადგილი ეკონომიკური მექანიზმის საერთო სისტემაში, შემდეგ გამოვყოთ თვით ბუნებათსარგებლობის მექანიზმის ფორმირების პერსპექტიული მიმართულებები.

მიდგომის ასეთ ჩარჩოში შეიძლება სექტორული და დარგობრივი ჩაბმულობის ხარისხის მიხედვით გამოვყოთ ეკონომიკური მექანიზმების ორი ტიპი. პირველი – მთელ ეკონომიკის, მისი სექტორებისა და დარგების ფარგლებში მოქმედი მექანიზმები და ინსტრუმენტები – ესაა მაკროდონე. მეორე – უფრო სპეციალური მექანიზმები და ინსტრუმენტები, უშუალოდ დაკავშირებული გარემოს დაცვასა და ბუნებრივი რესურსების ექსპლუატაციასთან, ე.ი. საკუთრივ ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმი.

თანამედროვე პირობებში ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმის ეფექტური კონცეფციის შემუშავება შესაძლებელია შემდეგი პრინციპების დაცვით:

1. ბუნებათსარგებლობისა და გარემოს დაცვის რაციონალიზაციის ეფექტური კონცეფცია და ბუნებათსარგებლობის შესატყვისი ეკონომიკური მექანიზმი სექტორებსა და კომპლექსებში შეიძლება იყოს შემუშავებული და რეალიზებული მხოლოდ თვით სექტორების კომპლექსებისა და მთელი ეკონომიკის განვითარების კონცეფციის შემუშავების შემდეგ.

2. ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმი უნდა იყოს გლობალური ეკონომიკური მექანიზმის ორგანული და არა ლოკალური ნაწილი და შემოიფარგლოს მარტო ბუნებრივი რესურსების მარტო ექსპლუატირებელი კომპლექსებითა და დარგებით. აუცილებელია, მოცემული მექანიზმი მისადაგებული იყოს სხვა ეკონომიკურ მექანიზმებთან, რომლებიც მოქმედებენ პირველადი ბუნებრივი რესურსების საბოლოო პროდუქციასთან შემაერთებელ ბუნებრივ რესურსების ვერტიკალის შემდგომ ეტაპებზე („ბუნებრივის“ შემდეგ). ამით ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმი უნდა გახდეს ნაწილი მთლიანი მექანიზმისა, რომელიც არეგულირებს ცალკეული საწარმოების ფუნქციონირებას ბუნებრივი რესურსების ვერტიკალში და ორიენტირებული საბოლოო შედეგებზე.

3. სექტორებსა და კომპლექსებში ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმი უნდა ფორმირდებოდეს საერთო სექტორთაშორის, დარგთაშორის და რეგიონთაშორის საფუძველზე. ეს პრინციპი შეიძლება დავასურათოთ აგროსამრეწველო და სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსების განვითარების ურთიერთდამოკიდებულების მაგალითზე ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტის ალტერნატიული ვარიანტების

დროს. ამ შემთხვევებში ბუნებათსარგებლობის ეფექტური ეკონომიკური მექანიზმები შეიძლება შეიქმნას მხოლოდ კომპლექსური მიდგომით.

ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმის შემუშავებისთვის სექტორებში/კომპლექსებში პრინციპულია აქცენტის გაკეთება სექტორებისა და მთელი ეკონომიკის განვითარების მიზნებზე. პასუხიდან გამომდინარე, აუცილებელია ეკონომიკური მექანიზმის ბუნებათსარგებლობის კონცეფციის შემუშავება. არ შეიძლება ეს მექანიზმი ჩამოყალიბდეს მოცემული დამოუკიდებლად, მიმდინარე ძირითადი ეკონომიკური პროცესებისაგან განცალკევებით.

დიდი მნიშვნელობა აქვს სექტორებისა და კომპლექსების ეკოლოგიურ მიზნებსაც. ისინი შეიძლება იყოს ეკოლოგიურად (დაბალანსებული, მდგრადი), მისაღები ბუნებრივ მექანიზმებთან მიზნის ადაპტაციის პოზიციიდან, ეკოლოგიურად მადესტაბილიზირებელი, ბუნებატევადი (ტექნოგენური). მარტივ მაგალითად აქ შეიძლება გამოგვადგეს სექტორის ექსტენსიური ან ინტენსიური განვითარების ტიპის არჩევანი. პირველ შემთხვევაში ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკურ მექანიზმს აუცილებელია ჰქონდეს სუსტად შემზღუდავი ხასიათი, განვითარების ტრანექტორიის შემყვანი საკმაოდ ფართო ეკონომიკური ჩარჩოში. სექტორების ეკოლოგიურად მისაღები მიზნების შემთხვევაში ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკურ მექანიზმი შეიძლება იყოს მასტიმულირებელი, უზრუნველყოფდეს კომპლექსების განვითარების ბუნებრივ კანონზომიერებასთან ადაპტირებასა და ეკოლოგიური ხარჯების მინიმიზაციას.

შეგვიძლია გამოვყოთ ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმების სამი ტიპი.

პირველი ტიპი – მაკომპენსირებელი (რბილი, პასიური) მექანიზმი, ლიბერალური ეკოლოგიური მიმართებით. ის აყენებს ყველაზე ზოგად შემზღუდავ ეკოლოგიურ ჩარჩოებს დარგებისა და სექტორების ეკონომიკური განვითარებისთვის, პრაქტიკულად არ აბრკოლებს მას. ეკონომიკური მექანიზმის მოცემული ტიპი ძირითადად მიმართულია ნეგატიური ეკოლოგიური შედეგების კომპენსაციაზე და სუსტ გავლენას ახდენს განვითარების ტემპებსა და მასშტაბებზე. სწორედ ბუნებათსარგებლობის ასეთი ტიპის მექანიზმია დამახასიათებელი ეკონომიკური განვითარების ტექნოგენური ტიპისათვის. ის ძირითადად ებრძვის ეკონომიკური განვითარების ნეგატიურ ეკოლოგიურ შედეგებს და არა მიზეზებს, რომლებმაც გამოიწვიეს ეკოლოგიური დეფორმაცია.

მეორე ტიპი ბუნებათსარგებლობისა – ეკოლოგიურად დაბალანსებული და ბუნებრივი რესურსების წარმოებებისა და საქმიანობის სახეების განვითარების მასტიმულირებელია. ბუნებათსარგებლობის ასეთი მექანიზმის ფუნქციონირებაში წამყვანი ადგილი უკავია საბაზრო ინსტრუმენტების განსაზღვრავს. ის ხელს უწყობს წარმოების ზრდას ახალი ტექნოლოგიების ბაზაზე, შესაძლებელს ხდის გააუმჯობესოს ბუნებრივი რესურსების გამოყენება და დაცვა. ასეთი მექანიზმის მაგალითია



ჯანსაღი ეკონომიკური გარემოს შექმნა და სოფლის ბიომეურნეობის (ორგანული) განვითარება. თეორიულად მოცემული ტიპი სუსტი მდგრადობით ხასიათდება.

ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმის მესამე ტიპი შეიძლება დახასიათდეს, როგორც ხისტი და დამთრგუნველი. ეს მექანიზმი იყენებს ადმინისტრაციულ და საბაზრო ინსტრუმენტებს და მკაცრი სამართლებრივი, საგადასახადო, საკრედიტო და საჯარიმო პოლიტიკით პრაქტიკულად თრგუნავს გარკვეული დარგებისა და კომპლექსების ბუნებრივი ბაზისის გაფართოებას, მთლიანობაში ხელს უწყობს ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ეკონომიას. მექანიზმის ამ ტიპისათვის დამახასიათებელია ძლიერი მდგრადობა.

რეალურად ბუნებათსარგებლობის ამ ტიპების მექანიზმები სუფთა სახით არ არსებობს – გარდაუვალია მათი ურთიერთშერწყმა. ბევრი რამაა დამოკიდებული კონკრეტულ ტექნოლოგიებზე, წარმოებებზე, საქმიანობის ტიპებზე. მაგალითად, უახლოეს მომავალში ეკონომიკური განვითარების ეკოლოგიზაციის პოზიციიდან მიზანშეწონილია მასტიმულირებელი ხისტი მექანიზმების შეთანაწყობა. აგრარული სექტორისათვის ეს იქნება სოფლის ბიომეურნეობის განვითარების სტიმულირება, ბუნებათსარგებლობის ხისტი მექანიზმისთვის დამახასიათებელ, ტექნოგენური ტიპის სოფლის მეურნეობის დათრგუნვისაკენ მიმართულ ეკონომიკურ ინსტრუმენტებთან შერწყმით (პესტიციდების, მძიმე ტექნიკის გამოყენების მინიმინიზაცია, დასამუშავებელი ფართობების შემცირება და სხვ.).

სექტორებისა და კომპლექსების განვითარების მიზნის განსაზღვრის ზეგავლენის პრობლემა ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმის ფორმირებაზე განვიხილოთ სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის მაგალითზე. თანამედროვე ეტაპზე მისთვის ფუნდამენტურია მომავალში განვითარების საკითხი. აქ შეიძლება გამოვყოთ სათბობ-ენერგეტიკის კომპლექსისა და მთელი ეკონომიკის განვითარების ორი სავარაუდო კონცეფცია – ენერგოწარმოების გაზრდა ან ენერჯის მოხმარების დაზოგვა. გაკეთებულ არჩევანზეა დამოკიდებული ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმი ამ კომპლექსში. ენერჯის დაზოგვაზე გადასვლა და ამ მიმართულებით ეკონომიკის ძირეული სტრუქტურული გარდაქმნა, საჭიროებს რეალიზაციის საკუთარ მექანიზმს და შესაბამისად – ბუნებათსარგებლობის მექანიზმსაც. ეს არის საგადასახადო, საკრედიტო შეზღუდვები ახალი საბადოების დამუშავებაზე, კარგი პირობების შექმნა ენერგოდამზოგი წარმოების განვითარებისათვის, დიდი საჯარიმო სანქციები ბუნებრივი გარემოს დაბინძურებისა და საბადოს ათვისებისას სტანდარტების დაუცველობისათვის, ავარიათა საწინააღმდეგო საიმედო სისტემის შექმნა და ა.შ.

სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის ექსტენსიურ ზრდაზე ორიენტაციის შემთხვევაში ეკონომიკური მექანიზმი უნდა ფორმირდებოდეს სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებისას გასხვისებული მიწების დაბალი ფასის, წიაღისეულის გამოყენებაზე დაბალი გადასახადის, ახალი ელექტროსადგურების აშენების

შელავათიანი რეჟიმის პირობებში.

ცხადია, ანალოგიური სიტუაცია შეიქმნა სხვა სექტორებშიც. აგროსამრეწველო კომპლექსში პრინციპულია სოფლის მეურნეობის პროდუქციის წარმოების დონის საკითხი.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ წარმოების მოცულობა საკმარისია, საკვების დეფიციტი კი განპირობებულია ინფრასტრუქტურისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის ჩამორჩენილობით, მაშინ ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმის კონცეფცია იქნება შემდეგი: შეზღუდვები ახალი მიწების ათვისებაზე, მიწის მაღალი ფასები, დიდი გადასახადები მიწის დამატებით ათვისებაზე, მნიშვნელოვანი ჯარიმები მიწის არარაციონალურად გამოყენებისათვის. მსჯელობა მიდის სოფლის მეურნეობის ბუნებრივი ბაზისის სტაბილიზაციასა და შემცირებაზე, მისი დაცვის გაუმჯობესებაზე. ეს ვარაუდობს ხელსაყრელი საბაზრო კლიმატის შექმნას, ინფრასტრუქტურული ობიექტებისა და გადამამუშავებელი წარმოების განვითარებისთვის.

აგროსამრეწველო კომპლექსის განვითარების კონცეფცია დაფუძნებულია პოსტულატზე სოფლის მეურნეობის პროდუქტების დეფიციტის შესახებ, ამიტომ ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმი უნდა იყოს საკმაოდ „რბილი“, არ ეწინააღმდეგებოდეს ახალი მიწებისა და წყლის რესურსების გამოყენებას სოფლის მეურნეობაში.

მნიშვნელოვანია ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმის ჩამოყალიბების რეგიონული თავისებურებები. ეკონომიკური მექანიზმის პრინციპული საკითხი შეიძლება ჩამოყალიბდეს შემდეგნაირად: ორიენტაცია ბუნებათსარგებლობისა და გარემოს დაცვის რაციონალიზაციაზე, ეკონომიკაში ბუნებრივი რესურსების გამოყენების მასშტაბების გაფართოებაზე (ეკონომიკური მექანიზმის ტიპი მაკომპენსირებელი, რბილი შეზღუდვებით) ან სტაბილიზაციასა და ბუნებათსარგებლობის გამოყენების მასშტაბების შემცირებაზე (ხისტი და მასტიმულირებელი ტიპის მექანიზმები). ეს დილემა შეიძლება არც იყოს ფორმულირებული ასე აშკარა სახით და აღმოჩნდეს ეკონომიკური ან სოციალური მიზნების ეკოლოგიური კონტექსტის გარეთ არჩევანის შედეგი.

ზემოთ აღნიშნულიდან ლოგიკურად გამომდინარეობს მეორე ფორმულირებული პრინციპი – შეუძლებელია ბუნებათსარგებლობის ლოკალური ეკონომიკური მექანიზმის შექმნა, რომელიც იმოქმედებს „ბუნება–პროდუქტების“ ვერტიკალის (ჯაჭვის) პირველ ეტაპზე და ბუნებრივი რესურსების შედგომი გადამამუშავებისა და მზა პროდუქტის მიღების პროცესების მარეგულირებელი მექანიზმებიდან განცალკევებით.

ბუნებათსარგებლობის მექანიზმი უნდა გახდეს „ბუნება–პროდუქტების“ ვერტიკალზე ცალკეული საწარმოს ფუნქციონირების მარეგულირებელი საერთო მექანიზმის ნაწილი და ორიენტირებული იყოს საბოლოო შედეგზე.

ბუნებათსარგებლობის მექანიზმებისა და სხვადასხვა კომპლექსების

შეთავსების შესაძლებლობის გათვალისწინებით შეიძლება ამ ტიპების კომბინირება. მაგალითად, ბუნებათსარგებლობის ფორმირებადი ეკონომიკური მექანიზმი სათბობ-ენერგეტიკულ კომპლექსში ახლა შეიძლება დახასიათდეს, როგორც მაკომპენსირებელი მექანიზმი. ამასთან, აგროსამრეწველო კომპლექსის განვითარების რეალობის გათვალისწინება საშუალებას იძლევა, გააკეთოს ეს მექანიზმი ბევრად ხისტად, დამთრგუნველად.

ახლა შესაძლებელია ეკოლოგიური დატვირთვის საგრძნობი შემცირება რეგიონებში, სადაც ენერგორესურსები მოიპოვება საექსპორტო პოლიტიკის შეცვლით. ეკოლოგიური დატვირთვისა და ეკონომიკური სარგებლის შემცირების თვალსაზრისით უფრო ეფექტურია საკვების დანაკარგების ლიკვიდირება, ვიდრე სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების მოპოვების გაზრდა. ასეთი მოპოვება საჭიროებს გაზრდილ დანახარჯებს, რაც მიგვიყვანს მძიმე ეკოლოგიურ დეფორმაციამდე.

აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს საერთო ეკონომიკური მექანიზმის არსებითი ცვლილებები, როგორც ცალკეულ კომპლექსებში, ასევე მათ შორის. კერძოდ, საბაზრო ინსტრუმენტების დახმარებით, სახელმწიფო რეგულირებითა და მხარდაჭერით შესაძლებელია სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის განვითარების გარკვეული სტაბილიზაცია, ინფრასტრუქტურისა და გადამამუშავებელი წარმოების განვითარების იმავდროული სტიმულირებით აგროსამრეწველო კომპლექსში, რაც საშუალებას მოგვცემს, მკვეთრად შევამციროთ საკვების დანაკარგები. ეკონომიკის სტრუქტურების რესურსების ასეთი დამზოგავი ცვლილებები შესაძლებელს ხდის, შემცირდეს სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების ექსპორტის მოცულობა, გაუმჯობესდეს ეკოლოგიური მდგომარეობა.

ამრიგად, ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმი სათბობ-ენერგეტიკულ კომპლექსში შეიძლება გახდეს ბევრად ხისტი ეკოლოგიური მიმართებით. ამავედროულად ინფრასტრუქტურისა და გადამამუშავებელ წარმოების განვითარება შესაძლებლობას იძლევა, აგროსაწარმოო კომპლექსში უფრო ხისტი გახდეს ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმიც და ორიენტირებულ იქნეს მიწისა და წყლის რესურსების გამოყენების შემცირებაზე.

ამ მაგალითით კარგად ჩანს ინფრასტრუქტურისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის განვითარება როგორ გვაძლევს ერთი მხრივ დიდ შინაგან ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ ეფექტს აგროსამრეწველო კომპლექსში, მეორე მხრივ – მნიშვნელოვნად დადებით გარეგან, ექსტერნალურ ეფექტს სათბობ-ენერგეტიკულ კომპლექსში ბუნების დაცვაზე საზოგადოებრივი დანახარჯების შემცირების თვალსაზრისით.

ამ პირობებში ცალკეული ტერიტორიების ეკოლოგიური კრიზისიდან გამოსვლის, ფინანსური და მატერიალური რესურსების გაფანტვის წმინდა რეგიონული პროგრამების შექმნის ცდები ნაკლებეფექტურია. ეკოლოგიური კრიზისიდან გამოსვლა საჭიროებს როგორც ცალკეული კომპლექსებისა და სექტორების, ასევე

რეგიონების განვითარების გეგმის შეცვლას, შეთანხმებულ ეკოლოგიურ-ეკონომიკურ პროგრამებს, რომლებიც ორიენტირებულია ეკოლოგიურ სტაბილიზაციასა და მდგრად განვითარებაზე. ამას სჭირდება ერთმანეთთან დაკავშირებული ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმები. ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკური მექანიზმის ეკონომიკის საერთო მექანიზმში, რომელიც მოიცავს მთელი ბუნებრივ-პროდუქტიულ ვერტიკალს, მის შეთანხმებას „ბუნების შემდგომ“ მექანიზმებთან და საბოლოო შედეგებზე ორიენტაციასთან, ჩართვის მაგალითად შეგვიძლია მოვიყვანოთ ბუნებრივ-პროდუქტიული ვერტიკალის საგადასახადო სისტემის ჩამოყალიბება ბუნებათსარგებლობის ხისტი მექანიზმისათვის.

გადასახადების სისტემის სიდიდე ბუნებრივ-პროდუქტიული ვერტიკალის პირველ ეტაპებზე უნდა იყოს მაქსიმალური და მცირდებოდეს საბოლოო პროდუქციის სტადიასთან მიახლოებასთან ერთად (მაღალტექნოლოგიური, ინფრასტრუქტურული, და გადამმუშავებელი დარგების სტიმულირებისათვის).

## თავი IX. ბუნებათსარგებლობის კომპლექსური პროგრამების ფორმირება

### 9.1. ტერიტორიული მიდგომა ბუნების დაცვის პრობლემების გადაწყვეტისადმი

თანამედროვე პირობებში ბუნებათსარგებლობის მართვაში ტერიტორიული ორიენტაციის აუცილებლობა ნაკარნახევია ოთხი გასათვალისწინებელი ფაქტორით:

1. ღრმა პოლიტიკური გარდაქმნებით, რაც გამოწვეული იყო ევროპისა და საბჭოთა კავშირის სუვერენულ სახელმწიფოებად დაშლით, დსთ-ის ქვეყნების წარმოქმნითა და მისგან ზოგი ყოფილი საბჭოთა რესპუბლიკის გამოყოფით;

2. ეკონომიკის განვითარებაში სოციალური ასპექტის მნიშვნელობის ამაღლებით. ამ მიზნით ადამიანი მთავარი მწარმოებლური ძალაა და ის ცხოვრობს განსაზღვრულ ტერიტორიაზე. აუცილებელია მისი მოთხოვნების ხარისხიანად დაკმაყოფილება საკვებით, საცხოვრებლით, დასვენებით, მკურნალობითა და ნაწილობრივ განათლებით, აგრეთვე მთელი ტერიტორიის მონიტორინგი;

3. ტერიტორიის კომპლექსური განვითარების ამაღლებით. ხშირად მათი სპეციალიზაციის სანაცვლოდ სხვადასხვა რეგიონს აქვს განსხვავებული ბუნებრივი რესურსები და გარემოსთვის დამახასიათებელი სხვადასხვა მდგომარეობა სოციალურ-ისტორიული განვითარების თავისებურებებით, ეროვნული, სოციალური შედგენილობითა და მოსახლეობის სიმჭიდროვით. ყველაფერი ეს განსაზღვრავს ტერიტორიის ჰარმონიულ-კომპლექსური განვითარების აუცილებლობას;

4. ბუნებათსარგებლობის პრობლემების ეფექტური გადაწყვეტით მხოლოდ ტერიტორიული მიდგომისას. ბუნების დაცვის ღონისძიებების სპეციფიკა მოითხოვს მათ ტერიტორიულ შეთვისებას.

ბუნებათსარგებლობის რეგიონული პრობლემების გადაწყვეტაში დაგროვილი გამოცდილება საშუალებას იძლევა, გამოვყოთ სამი ძირითადი განმსაზღვრელი ჯგუფი:

1. დარგობრივი სამუშაო პროგრამები ბუნების დაცვის ღონისძიებების რაიონებად დაყოფის მიხედვით;
2. ღონისძიებათა სქემები გარკვეული ბუნებრივი რესურსების ანდა ბუნებრივი გარემოს კომპონენტის დასაცავად;
3. ბუნების დაცვის ტერიტორიული კომპლექსური სქემები.

პირველი ჯგუფისათვის შეიძლება მოვიყვანოთ ბუნების დაცვის ღონისძიებების დანერგვის სამუშაო პროგრამა ყოფილი საბჭოთა კავშირის 25 რაიონის მეტალურგიულ ქარხნებში. სამუშაო სქემა მოიცავდა ღონისძიებებს, რომლებიც მიმართული იყო საკვამლე მიწებიდან მავნე ნივთიერებების გამოფრქვევის შესაკავებლად

გაზფილტრების მეშვეობით. ფილტრები შექმნა ბუნების დაცვის სპეციალურმა სამსახურმა.

როგორც ჩანს, ასეთ სამუშაო სქემებს არ შეუძლია გადაწყვიტოს ბუნების დაცვის პრობლემა მთლიანად რეგიონში, რადგან მოიცავს მხოლოდ ცალკეულ ღონისძიებებს, რომლებიც სუსტადაა დაკავშირებული დარგთაშორის ჭრილში.

მეორე ჯგუფისთვისაც აგრეთვე დამახასიათებელია კომპლექსურობის უქონლობა, რადგანაც მათში ღონისძიებები იხილება ცალკეული ბუნებრივი რესურსების ან ცალკეული ბუნებრივი კომპონენტის მიხედვით. მაგალითად, წყლითა და ქარით გამოწვეული ეროზიისაგან ნიადაგის დაცვის მიზნით, მიმდინარეობდა სამუშაოები გენერალური სქემის შესადგენად ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების გასატარებლად 9 ეკონომიკური რეგიონის ტერიტორიაზე, რომელიც მოიცავდა სოფლის მეურნეობის სავარგულების 3/4-ს.

სქემა ითვალისწინებდა საორგანიზაციო-სამეურნეო, აგროტექნიკურ, სატყეო-მელიორაციულ, ჰიდროტექნიკურ ღონისძიებებს, რომლებიც უზრუნველყოფდნენ ეროზიული პროცესების ლიკვიდაციას ან მნიშვნელოვან შემცირებას და ნიადაგის ნაყოფიერების გაზრდას.

ამ პროგრამის კოორდინატორი იყო საქართველოს ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, ამჟამინდელი სტუ-ის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი.

მეთოდურად უფრო სრულყოფილია რაიონული დაგეგმარების სქემები. მათი დამუშავებისას ხელმძღვანელობენ სახალხო მეურნეობის ცალკეული დარგების განვითარების სქემებით, საწარმოო ძალთა განლაგების სქემებით, სახალხო მეურნეობის განვითარების საკითხების სხვა დოკუმენტებით. რაიონული დაგეგმარების პროექტები მუშავდება ცალკეული რაიონების, მხარეების, ტერიტორიული ნაწილებისათვის, რომლებიც შედის ტერიტორიული საწარმოო კომპლექსის ან ადმინისტრაციული რაიონების ჯგუფში საერთო სამეურნეო კავშირებითა და იდენტური პრობლემებით.

რაიონულ დაგეგმარების სქემები და პროექტები ძირითადად განკუთვნილია დასაპროექტებელი რაიონის ტერიტორიულ-სამეურნეო ორგანიზაციისათვის მისი განვითარების მიმართულების შესაბამისად, რომელიც გათვალისწინებულია განვითარებისა და საწარმოო ძალთა განლაგების გენერალურ სქემაში და დარგობრივ სქემებში.

ამრიგად, რაიონული დაგეგმარება არის გადაწყვეტის დეტალიზაციის ინსტრუმენტი, რომელიც უპირატესად ცალკეული დარგების განვითარების ინტერესებიდან გამომდინარეობს. ერთი კი ცხადია, რომ ასეთი გადაწყვეტილებები, როგორც წესი, არ შეესაბამება დასაგეგმი რაიონის განვითარების ინტერესებს, განსაკუთრებით გარემოს დაცვის სფეროში, რაკი ხელმძღვანელობს წარმოების ეფექტიანობის წმინდა ეკონომიკური კრიტერიუმებით. დარგობრივი სამინისტროები

და უწყებები განსაზღვრავენ განვითარების ისეთ ვარიანტებს, რომლებიც იწვევენ რაიონის გარემოს დაუშვებლად მაღალ დატვირთვას. მაგალითად, ენერგოტევადი წარმოება (ალუმინის, ფოლადის დნობისა და სხვ.) განსაკუთრებით მავნედ მოქმედებს გარემოსა და ადამიანის ჯანმრთელობაზე. ისინი უპირატესობას აძლევენ, საწარმო განალაგონ მჭიდროდ დასახლებულ რაიონებში, განვითარებული საწარმოო და სოციალური ინფრასტრუქტურის მქონე ადგილებში, რომლებიც ხასიათდებიან საწვავის მოპოვების დაბალი თვითღირებულებითა და სხვ. ასეთი შემთხვევები საკმაოდ ტიპურია, რამდენადაც სახალხო მეურნეობის დარგების განვითარების სქემები შემუშავებულია მწარმოებლური მიზნებით და არ ითვალისწინებს გარემოს ეკოლოგიურ დატვირთვის შემცირებას საპროექტო რაიონში.

და ბოლოს, მესამე ჯგუფი ითვალისწინებს ბუნების დაცვის ტერიტორიული კომპლექსური სქემების (ბდტკ-ს) მომზადებას რეგიონებისათვის, ქალაქებისა და მსხვილი საწარმოო კვანძებისათვის.

წინაგეგმური დოკუმენტების სისტემაში აგრეთვე ჩართულია ბდტკ-ის სამეცნიერო ტექნიკური პროგრესის (სტპ) სქემები და პროექტები, განვითარების გენერალური სქემები და საწარმოო ძალთა განლაგების სქემები და პროექტები, დასახლებებისა და ქალაქების გენერალური გეგმები, საწარმოო ჯგუფები და სხვ. რამდენადაც ამ დოკუმენტებში არის სპეციალური განყოფილებები, რომლებიც დაკავშირებულია გარემოს დაცვასა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალურ გამოყენებასთან, ბდტკ-ის მთავარი ამოცანა ფორმულირდება, როგორც ურთიერთშეთანხმება, კოორდინაცია და ინტეგრაცია, ზემოთ აღნიშნული დოკუმენტების გათვალისწინებით.

განსაკუთრებული სირთულე და ბუნების გამოყენების პრობლემის კომპლექსურობა მდგომარეობს იმაში, რომ მოსახლეობის ცხოვრების ხარისხის მაჩვენებელზე გარემოს დიდი გავლენა მოითხოვს პრინციპულად სპეციფიკურ – ნორმატიულ მიდგომას, ბდტკ-ის დამუშავებისას, რამაც უნდა უზრუნველყოს გარემოს ხარისხის ნორმატივების დაზუსტება, რომელიც განსაზღვრავს მოსახლეობის ცხოვრების დონეს ბუნების დაცვის ღონისძიებების კონკრეტულ სისტემაში. ამ შემთხვევაში ბდტკ არის რეგიონში ბუნების გამოყენების დასაბუთებული ხანგრძლივი კონცეფცია, რომელიც წინაგეგმური დასაბუთების დარგობრივი ვარიანტების ალტერნატივაა.

ნორმატიული ანდა მიზნობრივი პროგრამები დგება ბუნებრივი გარემოს ზოგიერთი სასურველი მდგომარეობის მიღწევებიდან, აგრეთვე სხვა სოციალურ-ეკონომიკური განვითარებიდან გამომდინარე საპროგნოზო პერიოდში.

თუ ექსტრაპოლაციური პროგნოზები შესაძლებლობას იძლევა, გამოვლინდეს ბუნებრივი გარემოს მოსალოდნელი მდგომარეობით განპირობებული პრობლემები, ნორმატიულები გამოდის მიზნის – მოთხოვნილების როლში. ამიტომ ხარისხიანად შესრულებული ნორმატიული პროგნოზი საშუალებას იძლევა, დაგეგმარებისა და

მართვის მთელი სისტემა ორიენტირებული გახადოს სოციალურ-ეკონომიკური სისტემის მიზნებსა და მოთხოვნილებებზე და არა მხოლოდ არსებულ რესურსებზე.

უკიდურეს შემთხვევაში შეიძლება გამოვყოთ ორი მეთოდური მიდგომა, რომელიც საშუალებას იძლევა, გადავწყვიტოთ მსგავსი ამოცანები.

1. ეკონომიკური და ზოგიერთი სახის სოციალური დანაკარგის წინასწარი გაანგარიშება განსაზღვრულ ტერიტორიაზე ბუნებრივი გარემოს დაბინძურებასთან დაკავშირებით. ვადარებთ რა ბუნებისდაცვით ღონისძიებებზე დანახარჯებს დანაკარგებით გამოწვეული ზარალის რაოდენობას, შეიძლება მივიღოთ მონაცემები ბუნებისდაცვით ღონისძიებებზე დანახარჯების ეკონომიკური ეფექტიანობის დონის შესახებ, გარემოს დაცვაზე, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საგეგმოსაპროექტო გაანგარიშების მოსამზადებელ და გადაწყვეტილებათა დასაბუთების სტადიაში გარემოს დაცვის დარგში.

2. მტკიცება, რომ ბუნების დაცვის გადაწყვეტილების დასაბუთებისას აუცილებელია შეძლებისდაგვარად სრულად გავითვალისწინოთ განსახილველი ღონისძიებების არა მარტო ეკონომიკური, არამედ სოციალური და ეკოლოგიური ეფექტიანობაც. თუმცა სოციალურ-ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ეფექტიანობის ერთიანი კრიტერიუმი არ არსებობს. ეს დაკავშირებულია არა მარტო დაუმუშავებლობასთან, არამედ ხანდახან ბუნებისდაცვითი ღონისძიებების რეალიზაციის ეკონომიკური და, უმთავრესად, სოციალური და ეკოლოგიური ეფექტების დამახასიათებელი ზოგი მაჩვენებლების შეუთავსებლობასთან. მაგალითად, ადამიანზე ბუნებრივი ლანდშაფტების ნგრევით გამოწვეული მორალური, ზნეობრივი, ფსიქოლოგიური დანაკარგი საერთოდ არ ექვემდებარება ეკონომიკურ შეფასებას, მაგრამ ანთროპოგენური საქმიანობის მსგავსი ეფექტების გათვალისწინება აუცილებელია.

თითოეულ მიდგომას, რა თქმა უნდა, აქვს თავისი დადებითი და ნაკლოვანი მხარეები. მაგრამ მეორე მიდგომა უფრო უკეთესია, როდესაც საუბარია ბუნების გამოყენების ძალიან რთული და კომპლექსური რეგიონული პრობლემების გადაწყვეტილებაზე. მათემატიკური მოდელები, რომელთა უპირატეს გამოყენებაზეა ორიენტირებული პირველი მიდგომა, ძლიერ ამარტივებს რეალობას. მათემატიკური მოდელები სრულად ვერ აღწერს რეალური სისტემის ქცევას და ვერც ყველა გაჩენილ კითხვაზე პასუხობს. მათემატიკური მოდელების ნაკლია მათი არაერთადერთობა. ერთი და იმავე ამოცანის ამოხსნისას სხვადასხვა მოდელის გამოყენებას მივყავართ სხვადასხვა შედეგამდე.

მათი სუსტი ადგილია ნორმატიული ბაზა. ამასთანავე პრაქტიკისათვის ტიპურია სიტუაცია, როცა გადაწყვეტილებები მიიღება საჭირო არასრული ინფორმაციის ან მისი არარსებობის პირობებში. ჩვეულებრივ, იგნორირებულია განსახილველი სისტემების მრავალი ეკოლოგიური, სოციალური და ეკონომიკური მახასიათებლის ალბათური ბუნება.

ყველაფერი ეს იწვევს ბუნებათსარგებლობაში გადაწყვეტილებათა მიღების



პროცესის ყველა დონეზე მაღალკვალიფიციური სპეციალისტ-ექსპერტების აქტიურ მონაწილეობის საჭიროებას.

თუმცა ექსპერტული შეფასების სიზუსტისთვის ობიექტურად დამახასიათებელია ზოგიერთი განუსაზღვრელობა. მმართველობითი გადაწყვეტილებების ერთი შეხედვით მკაცრად ფორმალიზებული მეთოდები საბოლოოდ ეფუძნება გადაწყვეტილებების მიმღები პირების გამოცდილებასა და ინტუიციას. ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელების ოპტიმალური გადაწყვეტილებები მოითხოვს სერიოზულ ექსპერტულ მოსაზრებებს მათი პრაქტიკული გამოყენებისათვის მმართველობითი გადაწყვეტილებების მიღების პროცესში. საქმეში ასეთი მოსაზრებების ხორცშესხმა ხშირად ძალიან ძნელია, ბევრ სიტუაციაში კი – შეუძლებელიც.

ზემოთ დასმული ტერიტორიულ-სოციალურ-ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტის საფუძველი აუცილებლად უნდა იყოს მიზნების რანჟირებაზე დაფუძნებული მიდგომა, რომელიც გამომდინარეობს სტრატეგიული და ეტაპობრივი ამოცანებიდან, ამასთანავე საჭიროა უმაღლეს რანგს მივაკუთვნოთ სოციალური მიზნები და ეკოლოგიური უსაფრთხოების მოთხოვნები, დაბალ რანგს – კი ეკონომიკური ეფექტურობის მაქსიმიზაცია.

## 9.2. გარემოს დაცვის რეგიონული პრობლემების სტრუქტურიზაცია და სისტემური ანალიზი

მიუხედავად სისტემური ანალიზის გამოყენების სხვადასხვა დარგში სისტემური განსხვავებისა, მათში საერთოა გამოსაკვლევი მოვლენების მთლიანი სურათის აღდგენისადმი სწრაფვა. უპირველეს ყოვლისა, ეს გამოხატულია კვლევის ობიექტის, როგორც სისტემის, განხილვაში, ხოლო მისი ცალკე კომპონენტის განხილვა – მათი ადგილის გათვალისწინებით სავარაუდო სისტემაში. მთლიანი სისტემის თვისებები წარმოიქმნება არა მისი კომპონენტების ცალ-ცალკე აღებულ თვისებათა ჯამით, არამედ კომპონენტების ურთიერთქმედებით.

სისტემურ ანალიზს საფუძვლად უდევს ორი ფუნდამენტური იდეა:

- ქვესისტემის გამოყოფის პრინციპი;
- უკუკავშირის კიბერნეტიკული პრინციპი.

სისტემური ანალიზის ერთ-ერთი სახეობაა პროგრამულ-მიზნობრივი მიდგომა – მეთოდი, რომელიც გამიზნულია მხოლოდ სოციალურ-ეკონომიკური და სამეცნიერო-ტექნიკურ პრობლემების გადასაწყვეტად.

პროგრამულ-მიზნობრივი მიდგომა ობიექტურად ხელს უწყობს პროგნოზირებისა და მართვის კომპლექსურობის ამალეებას.

რამდენად მნიშვნელოვანია პრობლემის კომპლექსურად განხილვა, გვიჩვენებს საავტომობილო საწარმოების მშენებლობის გამოცდილების მაგალითი. საერთო

კაპიტალურმა დაბანდებებმა, არასაწარმოო მშენებლობის ხარჯების ჩათვლით და ავტოფარეხების, ავტოგასამართი და ტექნომსახურების სადგურების, გზებისა და საგზაო ნაგებობათა მშენებლობაზე გაწეული ხარჯების გათვალისწინებით, პირდაპირ კაპიტალურ დაბანდებას 10-ჯერ გადააჭარბა. ვიწროდარგობრივმა მიდგომამ მსგავსი კომპლექსური პრობლემებისადმი, შესაძლებელია, მკვეთრად დაამუხრუჭოს ანდა შეუძლებელი გახადოს მათი რეალიზაცია.

პრობლემები, რომლებიც უნდა მოგვარდეს, შეიძლება დავყოთ სამ კლასად: რაოდენობითად, ხარისხობრივად და შერეულად.

**რაოდენობითი** ეწოდება პრობლემებს, რომლებიც შეიძლება გადაწყდეს მკაცრად ფორმალური (მათემატიკური) პროცედურის დახმარებით. ასეთი პრობლემები ჩვენთვის საინტერესო დარგის მართვაში, წყდება ოპერაციათა კვლევის მეთოდებით.

**ხარისხობრივი** ის პრობლემებია, რომელთა თვისებები და ხასიათი არ ექვემდებარება ფორმალურ აღწერას და ხშირად ლოგიკურ აღწერასაც. ასეთი პრობლემების არსებობა უმეტესად დაკავშირებულია მათ არასაკმარის შესწავლასთან. ხარისხობრივს შეიძლება მივაკუთვნოთ ის პრობლემებიც, რომელთა გადასაწყვეტად ჯერ კიდევ არ არის შექმნილი ადეკვატური მათემატიკური აპარატი. ასეთი სახის პრობლემების გადასაწყვეტად იყენებენ არა მკაცრ ფორმალურ-მათემატიკურ, არამედ ევრისტიკულ მეთოდებს, რომლებიც დაფუძნებულია არა გადასაწყვეტი პრობლემების ზუსტ რაოდენობრივ მახასიათებლებზე, არამედ სპეციალისტების მიერ ამ მახასიათებლების შეფასებაზე.

**შერეული** ეწოდება ისეთ პრობლემებს, რომელთა აღწერაშიც გვხვდება, როგორც ხარისხობრივი, ისე რაოდენობითი მახასიათებლები.

სისტემური ანალიზი დიდი ინსტრუმენტია კერძოდ, შერეული, ხარისხობრივ-რაოდენობრივი პრობლემების გადასაწყვეტად და ითვალისწინებს ოპერაციების გამოკვლევის როგორც მკაცრ მათემატიკურ მეთოდების (იმ დონეზე, რომელზეც ცალკეული პროცესების ან ქვესისტემების ოპტიმიზაცია კი არ ვნებს, არამედ ხელს უწყობს მთელი განსახილველი სისტემის მიზნის მიღწევას), ასევე ინტუიციური საექსპერტო შეფასებების გამოყენებას სისტემური ანალიზის საკმაოდ მკაცრი მეთოდოლოგიის ჩარჩოებში.

ხარისხობრივ-რაოდენობით პრობლემებს აქვს ზოგი საერთო თვისება, დიდი მასშტაბურობა, პერსპექტიულობა, დიდი კაპიტალტევადობა და სხვ.

ძალიან დიდი ზომები და კავშირების სირთულე პრობლემის კომპონენტებს შორის, ბუნებრივი რესურსების დაცვისა და რაციონალური გამოყენების საკითხები უნდა განიხილებოდეს ურთიერთდამოკიდებულების გათვალისწინებით, კომპლექსურად, მაგალითად, მიწის რესურსები უნდა განვიხილოთ წყლის რესურსებთან ერთად, რადგან წყლის რეჟიმზეა დამოკიდებული მიწის ნაყოფიერება. არ შეიძლება წყლის რესურსების განხილვა ტყის რესურსების გარეშე, რამდენადაც გატყიანების

ხარისხი ძლიერ ზეგავლენას ახდენს ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე. ბუნების გამოყენების პრობლემების გადაწყვეტისას უნდა გვახსოვდეს, რომ ბუნებრივ სისტემაში კავშირები გაცილებით რთულია, ვიდრე ხელოვნურად შექმნილში, გარდა ამისა, წარმოების ზრდადი მასშტაბების გამო მეურნეობის მიმოქცევაში ხვდება უფრო და უფრო მეტი ბუნებრივი რესურსი, უფრო მეტად ბინძურდება გარემო. აქედან გამომდინარე, გასაგებია, რამდენად მსხვილმასშტაბური და რთულია ბუნების გამოყენების პრობლემები.

- **პერსპექტიულობა.** ბუნების გამოყენების ისეთი ამოცანები, როგორცაა, მაგალითად, სამრეწველო ნარჩენების გაწმენდის ეფექტიანი სისტემების შექმნა და დანერგვა, დიდი ტერიტორიების გატყიანება, ეროვნული პარკების, ნაკრძალებისა და სხვათა შექმნა, უნდა განიხილებოდეს ხანგრძლივ პერსპექტივაში.
- **მაღალი კაპიტალტევადობა.** ბუნების გამოყენების ცალკეული ამოცანების, როგორცაა ცენტრალიზებული გამწმენდი ნაგებობების, საკანალიზაციო და საირიგაციო სისტემების გარდაქმნა, ითხოვს მრავალმილიონიან კაპიტალდაბანდებას.
- **მიზნების მიღწევის ალტერნატივათა ფართო დიაპაზონი** – ბუნების გამოყენების ნებისმიერი დიდი ამოცანის გადასაწყვეტად შეიძლება შემოთავაზებული იყოს მრავალი ალტერნატიული ვარიანტი. მაგალითად, მდინარის ან მდინარის აუზის რომელიმე მონაკვეთის წყლის ზედაპირის დაბინძურებისაგან დაცვის ამოცანის გადაწყვეტა შეიძლება დამაბინძურებელი საწარმოებში უწყლო ტექნოლოგიების ან ისეთი ტექნოლოგიური სქემების დანერგვით, რომლებიც შესაძლებლობას გვაძლევს, გავწმინდოთ და ხელახლა გამოვიყენოთ წყალი ან ავადოთ კოლექტორები, რომლებშიც მთელი სამრეწველო ზონიდან დაიწრიტება წყალი შემდგომი ნეიტრალიზაციისა და გასუფთავებისათვის. აქედან შეიძლება რეკომენდებული იყოს ესა თუ ის კომბინაცია, რომლებიც განსხვავდება ერთმანეთისგან რესურსებთან საჭიროებით, რეალიზაციის ვადებით, დასახული მიზნების ეფექტური მიღწევითა და ა.შ.
- **პრობლემის გადაწყვეტის თანამედროვე მეცნიერული წარმოდგენებისა და ტექნიკური მიღწევების არასრულყოფილება.** ბუნებათსარგებლობის მნიშვნელოვანი ამოცანების უმეტესობა ვერ გადაწყდება წინასწარი და საკმაოდ რთული მეცნიერული გამოკვლევების გარეშე. მაგალითად, იმისათვის, რომ თავიდან ავიცილოთ ზოგიერთი მდინარის აუზში მიწისქვეშა წყლების წყაროების დაბინძურება, აუცილებელია ჩატარდეს გამოკვლევები, გაირკვეს ტენდენციები და მიწისქვეშა წყლების უკვე არსებული დაბინძურების ხარისხი.
- **ღირებულებისა და დროის მოთხოვნათა გაურკვევლობა.** ბუნებათსარგებლობის პრობლემათა მსხვილმასშტაბურობა, სირთულე და პერსპექტიულობა არ

გვამღევს საშუალებას, აპრიორულად განისაზღვროს რესურსები და დრო, რომელიც საჭიროა მთელი ამ პრობლემების გადაჭრისათვის. ამ მახასიათებლების დასაზუსტებლად პრობლემები სისტემურად უნდა იყოს განხილული და შემდეგ შეთანხმებული ურთიერთდაკავშირებული გადაწყვეტილების ცალკეული ნაწილები.

დასმული პრობლემის გადაჭრისათვის ნორმატიული, პროგრამულ-მიზნობრივი მიდგომის გამოყენების საბოლოო შედეგია პროგრამა, რომელიც ყოველმხრივ შეთანხმებული ეკონომიკური, სოციალური, საწარმოო-ტექნიკური ორგანიზაციული და სამეცნიერო-კვლევითი ღონისძიებების კომპლექსია და მიმართულია მიზნის მისაღწევად. განსახილველ შემთხვევაში პროგრამა არის ინსტრუმენტი საზოგადოებრივი განვითარების მიზნების გადაყვანისა ცალკეული რაიონების, წარმოებებისა და ორგანიზაციების ამოცანებისა და მიზნების ენაზე.

პროგრამების ფორმირების პროცედურას, მნიშვნელოვანწილად, აქვს არა-ფორმალური ხასიათი, თავისი არსით – ეს ექსპერტიზაა. იმისათვის, რომ პროგრამების ფორმირება წარმატებით ჩატარდეს, საჭიროა, უფრო ფართოდ გამოვიყენოთ ფორმალიზაციის მეთოდები და ტექნიკური საშუალებანი, ე.ი. საჭიროა შევქმნათ რთული სისტემა, რომელიც მოიცავს უამრავ საექსპერტო პროცედურასა და მრავალფეროვან დამხმარე საშუალებებს.

შეიძლება გამოიყოს ბუნებათსარგებლობის რეგიონული პროგრამის მომზადების რამდენიმე ძირითადი ეტაპი:

### **1. საწყისი მდგომარეობის ანალიზი და პროგრამის მიზნის ფორმულირება:**

პრობლემები ანალიზდება, როგორც რეტროსპექტულად, ასევე პერსპექტიულადაც, იმისათვის, რომ შესამუშავებელი პროგრამის საზღვრები ლოკალიზებული იყოს მისი მკაფიო ორიენტაციისა და საწყისი დავალებებისათვის.

ამ ეტაპზე ჩვეულებრივ ტარდება ექსტრაპოლაციური და მიზნობრივი (ნორმატიული) პროგნოზის სერია, რომელთა სინთეზი შესაძლებლობას გვამღევს, შემოიფარგლოს იმ გამოსაკვლევ პრობლემათა საზღვრები, რომლებიც არსებითია რეგიონის სოციალურ-ეკოლოგიურ-ეკონომიური ასპექტების ფორმირების გადაწყვეტაში და პროგრამის საბოლოო მიზნის ფორმულირებაში.

**2. პროგრამის მიზნების კომპლექსის ფორმულირება.** ამ ეტაპებზე ხდება საბოლოო მიზნის სტრუქტურირება, ე.ი. იყოფა მრავალ ქვემიზნამდე, რომლებიც დაკავშირებულია დასმული პრობლემის გადაწყვეტასთან.

ასეთი დაყოფის მეთოდად გამოიყენება პროგრამის მიზანთა ხის აგება, შემეცნებათა კონიუნქტურის ლოგიკური თვისების გათვალისწინებით.

ეს გვამღევს საშუალებას, ავაგოთ მიზანთა და ქვემიზანთა მთლიანი კომპლექსი, რომელიც გამოსახავს მომავალი რეალური ობიექტების სასურველ ფუნქციებს. ისინი ჯამში უნდა აკმაყოფილებდნენ საერთო მიზანში ფორმულირებულ მოთხოვნებს. ამ ეტაპზე დგინდება მიზნობრივი ნორმატივები. ე.ი.

მოცემული რეგიონული პროგრამის მიზნების მიღწევის დონეთა რაოდენობრივი მახასიათებლები მიზნების მისაღწევად.

ნათელია, რომ რესურსების განაწილება მთელი რეგიონისათვის განსახილველი პროგრამის ფუნქციურ მიზნებს შორის, ძნელია, რადგანაც საკმაოდ მსხვილი ფუნქციური მიზნების განხილვა ნიღბავს ტერიტორიულ განსხვავებებს მათ მიღწევათა შედარებით მნიშვნელოვნებაში. აღნიშნული გარემოება განაპირობებს ლოკალურ მიზნებთან დაკავშირებულ ქვერაიონებთან დამატებითი ტერიტორიული კავშირების აუცილებლობას.

აღვნიშნოთ, რომ ხის ქვედა დონეზე უნდა მოხდეს მიზნებისა და რესურსების შეერთება. ნათელია, რომ დანაწევრებულია ქვედა დონის მიზნები, უფრო ზუსტი შეიძლება იყოს დროისა და რესურსების მახასიათებლები, რომლებიც საჭიროა მათი რეალიზაციისთვის.

ამ მახასიათებლების ცოდნა აუცილებელია რესურსების საუკეთესოდ გასანაწილებლად. ამრიგად, მიზანთა ხის აგებისას ლოკალური მიზნების გამოყოფა შესაძლებლობას იძლევა, განვახორციელოთ რესურსების განაწილება მიზანთა ხის ქვედა დონის ელემენტებს შორის თანმიმდევრობით, იმის გათვალისწინებით, რა როლს ასრულებს კოეფიციენტები პროგრამის გლობალური მიზნის მიღწევაში. ამასთან, ხის ლოკალური მიზნების მიღწევათა მიმდინარეობას არ არღვევს დიდი ფუნქციური მიზნების რეალიზაციის ერთდროულობას, მაშასადამე, უზრუნველყოფილი იქნება აუცილებელი კომპლექსურობა დასმული პრობლემის გადაწყვეტაში.

რეალური და სრული მიზანთა ხის შედგენა რთული ამოცანაა და შეიძლება შესრულდეს მხოლოდ შესაბამისი მაღალი კვალიფიკაციის მქონე ექსპერტების მეშვეობით, რომლებსაც აქვს საჭირო ცნობები მიზანთა ხის სისრულესა და რეალურობაზე.

**3. პროგრამის ვარიანტების ფორმირება და მათ შორის ყველაზე ეფექტურის ამორჩევა.** პროგრამის შედგენისას წარმოიქმნება ალტერნატიულობის რამდენიმე დონე, რომლებიც გამოიყოფა, პრობლემათა გადაწყვეტის თანმიმდევრობის შესაბამისად.

ალტერნატიულობის პირველი დონე – იმის შედეგად, რომ მიზანთა ნორმატივების დონე შეიძლება მიუღწეველი აღმოჩნდეს სახალხო მეურნეობისათვის რესურსების შეზღუდვისას, რომლებიც გამოყოფილია პროგრამის რეაბილიტაციისათვის.

ალტერნატიულობის მეორე დონე – ობიექტურად გამოხატულ სისტემათა ჩამოყალიბება, რომელიც პროგრამის ამა თუ იმ ფუნქციური მიზნის რეალიზების საშუალებას იძლევა.

მესამე დონე – იმ სისტემათა შექმნის ხერხების ფორმირება, რომლებიც ხასიათდება სხვადასხვა ტექნოლოგიებით, მათი შექმნისათვის არის საჭირო დროისა და რესურსების ნაკრებით. მიზანთა ხე კარკასად გამოიყენება მიზნობრივი სისტემების ალტერნატიულ კომპლექსთა ჩამოყალიბებაში, აგრეთვე ამოცანათა

ალტერნატიულ კომპლექსის შექმნაში, რაშიც იგულისხმება ამ სისტემათა ჩამოყალიბების ტექნოლოგიურ მეთოდები.

შემდგომი დეტალიზაციის სხვადასხვა ამოცანა შეიძლება დაიყოს კონკრეტულ ღონისძიებებად, რომლებიც პოტენციურად უზრუნველყოფენ პროგრამის შესრულებას მოცემული საბოლოო მაჩვენებლებით. სისტემის რეალიზაციის სხვადასხვა კრიტერიუმით არჩეული ალტერნატიული ვარიანტების გაერთიანება ქმნის პროგრამის ახალ ვარიანტს.

ალტერნატივათა რამდენიმე დონის არსებობა მკვეთრად ართულებს პროგრამის საუკეთესო ვარიანტის ამორჩევას და ქმნის მრავალდონიან პრობლემას.

**4. ამორჩეული ვარიანტის დეტალიზაცია.** რამდენადაც პროგრამა განკუთვნილია კონკრეტული რეალიზაციისათვის, მისი ღონისძიებები დეტალიზდება მართვის სისტემის მოთხოვნათა შესაბამისად, ცალკეული დავალებები დაიყვანება კონკრეტულ შემსრულებლამდე (პროგრამის ღონისძიებები მიეხმება განსაზღვრულ შუალედურ და საბოლოო შესრულების ვადებს).

**5. ბუნების გამოყენების რეგიონალური პროგრამის შემუშავებისას** ცალკე ეტაპად უნდა გამოვყოთ პროგრამის მართვის საორგანიზაციო სტრუქტურის ფორმირება. მისი განხორციელება შეიძლება კლასიფიკაციური ალგორითმების ბაზაზე, რომელიც დაფუძნებულია პროგრამის ამოცანათა სიმრავლის შედარებით დამოუკიდებელ ისეთ ჯგუფებად დაყოფაზე, რომელთა შიგნითაც ამოცანები საკმაოდ მჭიდროდაა დაკავშირებული.

განვიხილოთ ბუნებისდაცვითი პროგრამის მიზანთა ხის აგებულება სამხრეთ კავკასიაში არსებულ ერთადერთ ტრანსსასაზღვრო მდინარე მტკვრის აუზის მაგალითზე. ამ ვრცელ რეგიონში (თურქეთი, საქართველო, აზერბაიჯანი და სომხეთი), მეურნეობა ხასიათდება რთული მრავალდარგოვანი სტრუქტურით და მოსახლეობის მჭიდრო დასახლებით, ამიტომ მეტია დატვირთვა გარემოზე. ეს რეგიონი ხასიათდება ბუნებათსარგებლობის მწვავე პრობლემებით; მდ. მტკვრის წყალშემკრებ აუზში კომპლექსური ბუნებისდაცვითი პროგრამის საბოლოო მიზანია ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობის გაუმჯობესება.

გამოსაკვლევ რეგიონი (თურქეთი, საქართველო, აზერბაიჯანი და სომხეთი) შეიძლება წარმოვადგინოთ ჰიდროლოგიური დარაიონების შესატყვისად. ის მოიცავს თავისთავად მდ. მტკვრისა და მდ. არაქსის აუზებს. მაგრამ რადგან პროგრამა მოიცავს ბუნებრივი გარემოს ყველა ძირითად კომპონენტს და არა მარტო წყლის აუზს, ამიტომ აუცილებელია დავაზუსტოთ რეგიონის საწყისი საზღვრები. ამისათვის უნდა გავითვალისწინოთ დაცვის პირობები, რეგიონის ტყის ფონდისა და მიწის რაციონალური გამოყენება.

რეგიონების ბუნებისდაცვითი კომპლექსური პროგრამის შემუშავების მიზნობრივი სტადია მოიცავს ორ ეტაპს.

**პირველ ეტაპზე** კეთდება ბუნების გარემოს საწყისი მდგომარეობის ანალიზი,

ხდება რეგიონში ბუნებათსარგებლობის პრობლემათა გამოვლენა.

**მეორე ეტაპზე** ხდება მიზნების, ამოცანებისა და პროგრამის ღონისძიებების ხის აგება.

პირველ ეტაპზე ვლინდება ბუნებათსარგებლობის არსებული და მოსალოდნელი პრობლემები პერსპექტივაში. ანალიზის ობიექტია ეკოლოგიურ-ეკონომიკური სისტემა, რომელიც მოიცავდა რეგიონის ეკონომიკასა და მის ბუნებრივ გარემოს.

ბუნების გარემოს მდგომარეობა ფასდება შემდეგი ძირითადი კომპონენტების: ჰაერის, წყლის აუზის, მიწისა და ტყის ფონდის მიხედვით.

მინერალური ნედლეულის რესურსების რაციონალური გამოყენება დამოუკიდებელი პრობლემაა, რომელსაც უპირატესად აქვს დარგობრივი ხასიათი (ერთმიზნობრივი დანიშნულების რესურსებისათვის) ან დარგთაშორისი (მრავალმიზნობრივი დანიშნულების რესურსებისათვის) და რეგიონული პროგრამის შემუშავებისას არ განიხილება.

ჩატარებული ანალიზის საბოლოო მიზანი იყო: საკვლევ რეგიონში ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობის შენარჩუნება და გაუმჯობესება.

პროგრამის საბოლოო მიზნის თანმიმდევრობითი სტრუქტურისა და ხორციელება მიზანთა კონიუნქტურული ხის აგებით. ამისათვის საჭიროა, ხელთ გვექონდეს კონკრეტული ინფორმაცია ბუნებათსარგებლობის რეგიონული პრობლემების შესახებ. აგებული ხის ყველა მიზანს აქვს რეალური შინაარსი და ასახავს რეგიონში ბუნების დაცვის ძირითად მიმართულებებს.

პროგრამის საბოლოო მიზანი – საკვლევ რეგიონში გარემოს დაცვა და გაუმჯობესება – დანაწილებული იყო პირველი დონის რვა ფუნქციურ ქვემიზნად. ოთხი მათგანი შეესაბამება ანალიზის შედეგად გამოყოფილი ბუნების გარემოს კომპონენტებს. დანარჩენ ქვემიზნებს აქვს სახალხო-მეურნეობრივი მნიშვნელობა და რეგიონული პროგრამის ხის მიზნებში ასახულია მხოლოდ საერთო ზოგადი სახით – პირველ დონეზე შემდგომი დაყოფის გარეშე.

პირველ დონეზე ქვემიზნების ორი ჯგუფის გამოყოფა და მიზნების ხის მხოლოდ ერთი მათგანის შემდგომი გაფართოება აყალიბებს სრულად განსაზღვრული რეგიონული პროგრამის სტრუქტურას. მასში ჩართულია მხოლოდ ის ამოცანები და ღონისძიებები, რომლებიც უზრუნველყოფენ გამოყოფილი საბოლოო მიზნების რეალიზაციას და წყდება რეგიონში.

ქვემიზნების დაყოფას მივყავართ მიზნების ხის მეორე დონის ფორმირებამდე, რომელიც აისახება წყლის რესურსების დაცვით რეგიონში.

მიზნების კონიუნქტურული ფუნქციური ხის აშენების პროცესი სრულდება მიზნების ტერიტორიული დაყოფითა და პროგრამის ლოკალური მიზნების ფორმირებით, რომლებშიც გამოყოფილი მიზნები დაყვანილია შესაბამის ადმინისტრაციულ მუნიციპალიტეტებამდე.

ბუნების გამოყენების პრობლემები არაერთგვაროვანია, მაგრამ არსებითად

დიფერენცირებულია რეგიონის ცალკეულ ნაწილებად. სატყეო მეურნეობისა და მიწათსარგებლობის პრობლემები, როგორც წესი, განსხვავდება მუნიციპალიტეტების მიხედვით. წყლის რესურსების დაცვის პრობლემები და მისი რაციონალურად გამოყენება მიზნულია წყალსამეურნეო ნაკვეთებთან, რომლებიც აგრეთვე შეიძლება იყოს შეთავსებული მუნიციპალიტეტის საზღვრებთან.

### 9.3. მიზნობრივ პროგრამათა შემუშავების ექსპერტული შეფასებები

ექსპერტული შეფასებები გულისხმობს კომპეტენტური სპეციალისტების მიერ იმ ფაქტორთა რაოდენობით ან რიგობრივ შეფასებებს, რომლებიც არ ექვემდებარებიან უშუალოდ გაზომვებს. ექსპერტული შეფასების მეთოდები, რომლებიც ეფუძნება სპეციალისტების პროფესიულ გამოცდილებასა და მათ ინტუიციას, სასარგებლო ინსტრუმენტია რთული მრავალკომპონენტური პრობლემების გამოსაკვლევად, რომელთა ანალიზი არ ემორჩილება ფორმალიზაციას. ასეთებია მიზნების ხის შინაარსის შემადგენელი ბუნებათსარგებლობის პრობლემები, რაზეც ზემოთ იყო მსჯელობა.

გამოცდილება და ინტუიცია სპეციალისტს ეხმარება, ამოხსნას მრავალი პრობლემა, რომლებიც წარმოიშობა განუსაზღვრავ პირობებში, მაგრამ, ამავე დროს, ნათელია, რომ რთული, მრავალკრიტერიუმული პრობლემების ამოხსნისას ექსპერტიზის ხარისხიანად ჩასატარებლად აუცილებელია ერუდირებული სპეციალისტების ჩართვა, რაც ხელს შეუწყობს მრავალმხრივ გაანალიზდეს განსახილველი პრობლემების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ასპექტები.

მიზანთა კომპლექსური რაოდენობრივი შეფასების ამოცანა, ფარდობითი მნიშვნელოვნების კოეფიციენტების სახით, პირველად დაისვა და გადაწყდა აშშ-ში ცნობილი ე.წ. „მოთმინების“ სისტემის შემუშავებისას. ამ სისტემაში ფარდობითი მნიშვნელოვნების კოეფიციენტები მიიღება ექსპერტთა მიერ შეფასების მეთოდით და კოეფიციენტთა მნიშვნელობების მრავალგზის კენჭისყრით. პირველი კენჭისყრის შედეგები უცხადებენ ჯგუფის წევრებს და თითოეულს აქვს კამათისა და ახალი არგუმენტების მოყვანის საშუალება. შემდეგ ტარდება მეორე კენჭისყრა, მიღებული შედეგები გასაშუალებდა და ა.შ.

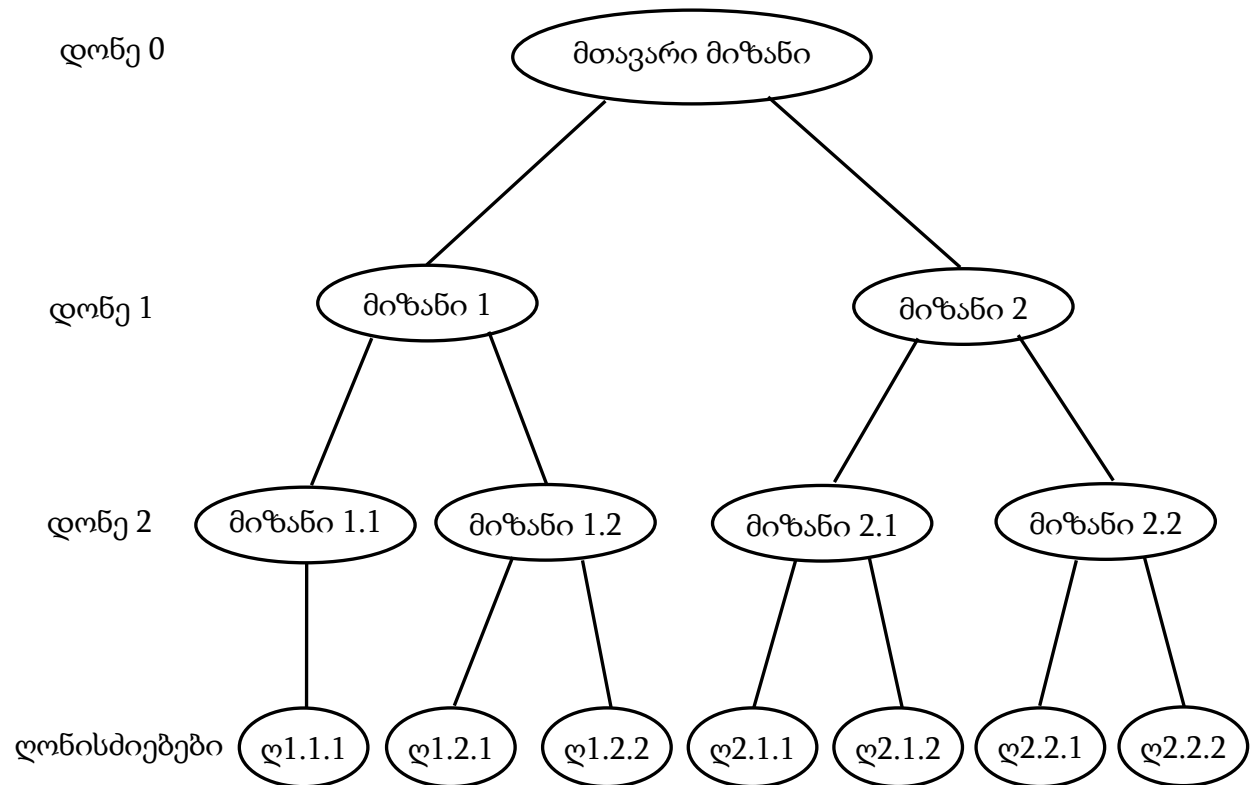
არსებობს ექსპერტთა შეფასების მეორე ხერხიც – ინდივიდუალური საექსპერტო შეფასება შემდგომი შედეგების გაშუალებებით. ჯგუფური საექსპერტო შეფასებების მიღების ეს უმარტივესი და ყველაზე გავრცელებული ხერხი საშუალებას იძლევა, თავიდან ავიცილოთ ინდივიდუალური შეფასებებისათვის დამახასიათებელი სუბიექტური განუსაზღვრელობა.

შეიძლება გამოიყოს ექსპერტიზის ჩატარების შემდეგი ძირითადი ეტაპები:



ექსპერტთა ჯგუფის ფორმირება; ექსპერტთა გამოკითხვა; საექსპერტო შეფასებების დამუშავება.

მიზანთა ხე შესაძლებლობას გვაძლევს, გამოვავლინოთ მიზანთა ქვედამოკიდებულება დონეებისა და იერარქიის მიხედვით, დასახული მიზნების მიღწევისათვის განვსაზღვროთ პროგრამული ღონისძიებების ადგილი (იხ. ნახ. 9.1). დიდი პროგრამებისათვის მიზანშეწონილია, ერთი დონის ნაცვლად, შევიტანოთ მცირე ტერიტორიულ დანაყოფებად დაყოფა.



ნახ. 9.1. მიზანთა ხის სტრუქტურა

მიზანთა ხის ასაგებად არ შეიძლება რეკომენდებული იყოს რაიმე ფორმალური სტრუქტურა, რადგან სხვადასხვა იერარქიული დონის მიზნების განსაზღვრა და მათი დაქვემდებარება განისაზღვრება მკვლევარის გამოცდილებით. ჩამოვთვალოთ ძირითადი მოთხოვნები ასეთი ხის ასაგებად:

- ნათელი უნდა იყოს მიზანთა ფორმირება, გამოირიცხოს არაერთგვაროვანი შესაძლებლობა განმარტებისა;
- იერარქიის ერთი დონის მიზნები შეფარდებული უნდა იყოს თავისი მასშტაბებისა და მნიშვნელობების მიხედვით;
- მიზნების ფორმულირება უნდა უზრუნველყოფდეს მათი მიღწევის ხარისხის რაოდენობით და რიგობით შეფასებებს;
- მიზანთა ხის სისრულე – ყოველი მიზანი ნებისმიერ დონეზე უნდა იყოს წარმოდგენილი, როგორც ქვედა დონის ყველა შესაძლებელი მიზნის კონიუნქცია;

- მიზანთა ხის განუწყვეტელობა – ხის ორ თანმიმდევრულ დონეს შორის არ უნდა არსებობდეს შუალედური მიზნები;
- მიზანთა ხეში არ უნდა იყოს ციკლები;
- მიზანთა ხეში არ უნდა იყოს იზოლირებული მწვერვალები.

მიზანთა მნიშვნელობების შეფასება ტარდება ექსპერტიზის ბაზაზე. ანგარიშის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ გამომდინარე თითოეული მიზნის პრიორიტეტულობიდან  $\eta_i$  ( $i \in D$ ), იანგარიშება გენერალური მიზნის შესაბამისი საბოლოო მიზნების პრიორიტეტულობის კოეფიციენტები:

$$\omega_j = \prod_{i \in L_j} \eta_i \quad (j \in M), \quad (9.1)$$

სადაც  $\omega_j$  –  $j$  ღონისძიების გენერალური მიზნის მიმართ პრიორიტეტულობის კოეფიციენტი;  $L_j$  – მიზანთა სიმრავლე  $j$  მიზნიდან გენერალურ მიზნამდე;  $M$  – საბოლოო მიზნების სიმრავლე.

აღვნიშნოთ, რომ კოეფიციენტთა ჯამი მიზანთა ხის თითოეული ბუჩქის ფარგლებში უნდა უდრიდეს 1-ს. ამ შემთხვევაში

$$\sum_{j \in M} \omega_j = 1. \quad (9.2)$$

ამ მიდგომით კოეფიციენტების დასადგენად ივარაუდება საექსპერტო შეფასებათა გასაშუალოება, რომლებიც განისაზღვრება სპეციალისტების ინტუიციით პროფესიული გამოცდილების საფუძველზე. საექსპერტო შეფასებები გამოიყენება იმ რთული პრობლემების გამოსაკვლევად, რომლებიც მთლიანად ან ნაწილობრივ არ ექვემდებარებიან ფორმალიზაციას. კერძოდ, ასეთია სტრუქტურის პირობების და პროგრამულ ღონისძიებათა შეფასება. ამ პრობლემებისათვის დამახასიათებელია სხვადასხვა ამოცანის ორი კლასის თვისებები: განზომილებათა კოლექტიური ამორჩევა და საპროგრამო მიზნების კიდევ ერთი თავისებურება – მრავალკრიტერიუმიანობა. ამის გადასაღებად, უპირველეს ყოვლისა, აუცილებელია თითოეული კრიტერიუმის მნიშვნელობის შეფასება, რომლებიც შეიძლება განსხვავებული იყოს სხვადასხვა მიზნისათვის.

მიზანთა შეფასებას ექსპერტები უნდა ატარებდნენ ცალ-ცალკე თითოეული კრიტერიუმისათვის.

წარმოდგენილი ინფორმაცია საკმარისია მიზანთა პრიორიტეტულობის სრულად შეფასებისათვის გენერალური მიზნის მიღწევის თვალსაზრისით. ამ მიზნებისათვის რეკომენდებულია ვისარგებლოთ ფორმულით:

$$\omega_j = \sum_{i \in L_j} \sum_K (n_{ik} y_k) / \left( \sum_K \left[ a_{ik} y_k / \left( \sum_i a_{ik} \sum_K 4k \right) \right] \right). \quad (9.3)$$

მაშასადამე, გამოყენებულია კრიტერიუმთა ადიტირებული შეკრება, მაგრამ, განსახილველი მიზანი მეტად მნიშვნელოვანია ერთი კრიტერიუმის თვალსაზრისით,

მეორე მხრივ ადიტიური ჯამი არ გვადლევს შესაძლებლობას განვახორციელოთ მიზანთა მნიშვნელობების სწორი შეფასება. ამ ნაკლოვანების გამოსარიცხად მიზანშეწონილია განვიხილოთ მიზანთა შეფასების პრიორიტეტები მაშინ ფორმულა (9.3) კოეფიციენტთა გაანგარიშებისა, გამარტივდება და მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\omega_{jk} = \prod_{\ell \in L_j} \sum_j \left[ n_{\ell k} y_k / \left( \sum_{\ell} n_{\ell k} \sum_k Y_k \right) \right] \left[ a_{\ell k} y_k / \left( \sum_{\ell} n_{\ell k} \sum_k Y_k \right) \right]. \quad (9.4)$$

ამასთან, ყოველი პროგრამული მიზანი შეფასდება კოეფიციენტთა ვექტორით  $(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_k)$ , რომლის განზომილება ტოლია კრიტერიუმთა რაოდენობისა, რომლებიც გამოიყენება ექსპერტიზის პროცესში. მიზანთა პრიორიტეტის შესაფასებლად მოყვანილი ვარიანტებიდან შეიძლება ვისარგებლოთ რომელიმეთი:

1. ადაპტურით –  $\sum_k \omega_{jk}$  ;
2. მულტიპლიკაციურით –  $\prod_K \omega_{jk}$  ;
3. ზღვრული მნიშვნელობით –  $\max_k \{ \omega_{jk} \}$  ანდა  $\min_k \{ \omega_{jk} \}$ .

ისინი არ გვადლევენ საშუალებას, გავითვალისწინოთ კრიტერიუმების მნიშვნელობათა განსხვავებები. ამოხსნა შესაძლებელია პარეტოს<sup>\*)</sup> ოპტიმალურობის პრინციპების საფუძველზე. პარეტოს სიმრავლე ორი კრიტერიუმის შემთხვევისათვის იღებს ისეთ ამონახსნებს, რომ თუ გაუმჯობესდება ერთი კრიტერიუმი, გაუარესდება მეორე. მაგალითად, კრიტერიუმთა მნიშვნელობები, რომლითაც ფასდება მიზანი 1, შეიძლება ერთდროულად გავაუმჯობესოთ მე-2 მიზანზე გადასვლით. მაშასადამე, მიზანი 1 არ ეკუთვნის პარეტოს სიმრავლეს. ამავე დროს შეიძლება გავაუმჯობესოთ მეორე კრიტერიუმის მნიშვნელობა მიზანი 2-დან მიზან 3-ზე გადასვლისას, მაგრამ ამ შემთხვევაში პირველი კრიტერიუმის მნიშვნელობა გაუარესდება. აქედან შეიძლება დავასკვნათ. უამრავ მიზანთა შორის მიზნები 2 და 3 პარეტო-ოპტიმალურებია. უპირატესობას ვერც ერთს ვერ მივანიჭებთ, ამიტომ ლოგიკურია მათ მივანიჭოთ პირველი რანგი.

ამ მიზნების განხილვიდან ამოღების შემდეგ დარჩენილთა შორის შეიძლება გამოიყოს პარეტო-ოპტიმალური ამონახსნები და მივანიჭოთ მათ მეორე რანგი. განსახილველ მაგალითში ესენი იქნება მიზნები 1 და 7. პარეტო-ოპტიმალური ამონახსნების თანმიმდევრობითი გამოყოფის ბაზაზე გაანგარიშებათა შეფასების შედეგები იქნება შემდეგი:

მიზნები –	1	2	3	4	5	6	7
რანგები –	2	1	1	3	4	4	2

<sup>\*)</sup> ეკონომისტი და სოციოლოგი ვილფრედო პარეტო. დაიბადა 1848 წლის 15 ივლისს, გარდაიცვალა 1923 წლის 20 აგვისტოს.

ასეთი სახით ჩატარებული პრიორიტეტების კოეფიციენტთა გაანგარიშება არ ითვალისწინებს ექსპერტთა შეცდომებს. გადაწყვეტილების მიღების პროცედურა, რომელიც დამყარებულია ექსპერტთა შეფასებებზე, უნდა ითვალისწინებდეს გარკვეულ საიმედოობას. რანჟირების შემოთავაზებულ მეთოდში ჩადებულია იდეა, რომ რანგები შეიძლება მინიჭებული იყოს წერტილიდან, რომელიც შეესაბამება ამა თუ იმ მიზანს, კრიტერიუმთა სივრცეში კოორდინატთა ცენტრამდე მანძილზე დამოკიდებულებით. ეს მანძილი განისაზღვრება ფორმულით:

$$R_\ell = \sqrt{\sum_k \omega_{\ell k}^2} . \quad (9.5)$$

შეიძლება განვსაზღვროთ უდიდესი მანძილიც:

$$R^* = \max_\ell \{R_\ell\} . \quad (9.6)$$

მაშინ, თუ აუცილებელია, ყველა მიზანი დავყოთ  $L$  რანგებად, მაშინ  $i$  მიზნის რანგი, რომელიც მოხვდება  $\Delta R(\ell - 1) \leq R_i \leq R_\ell$  ინტერვალში, განისაზღვრება ფორმულით:

$$\ell_i = (L + 1 - \ell) . \quad (9.7)$$

$\Delta R$  ნაბიჯი ითვალისწინებს ექსპერტიზის შეცდომას, რადგანაც გადახრის ზღვარი მიზანთა პრიორიტეტული შეფასებისას დაიშვება ზემოთ მითითებულ ინტერვალში.

ნაბიჯის  $\Delta R$  სიდიდე დამოკიდებულია მიღებულ სკალაზე (ე.ი. რანგთა რაოდენობაზე) და იანგარიშება ფორმულით:

$$\Delta R = R^*/L . \quad (9.8)$$

რადგან მიზნები 2 და 3 მდებარეობს  $\Delta R^*3$  და  $\Delta R^*4$  რადიუსის სფეროებს შორის, მაშინ  $\ell_2 = 4 + 1 - 4 = 1$  და  $\ell_3 = 4 + 1 - 4 = 1$ . მიზანი 1 იღებს  $\ell_1 = 4 + 1 - 3 = 2$  რანგს და ა.შ.

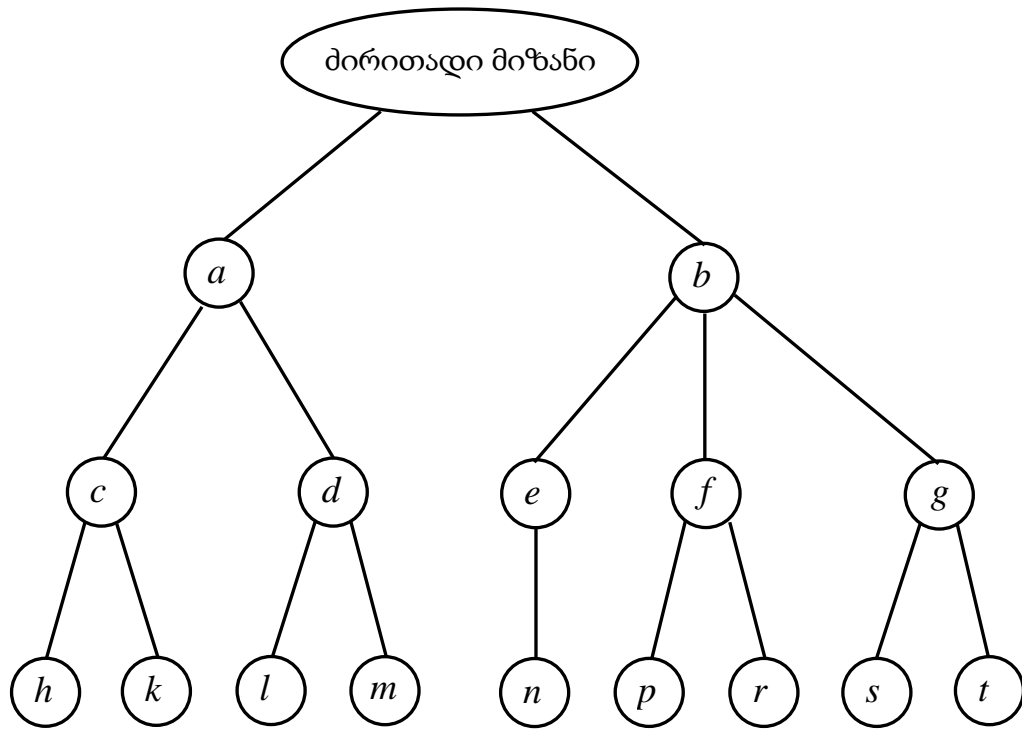
მაგრამ კრიტერიუმებს აქვს სხვადასხვა პრიორიტეტი. ამ შემთხვევაში სფეროები ტრანსფორმირდება (გადაიჭიმება ელიფსში) ამ ფორმულის შესაბამისად:

$$R_\ell = \sqrt{\sum_k a_k \omega_{\ell k}^2} , \quad (9.9)$$

სადაც  $a_k$   $k$ -ური კრიტერიუმის მნიშვნელოვნობაა.

კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანა, რომელიც წარმოიშობა მიზანთა სტრუქტურისა და არის მიზანთა სისრულის მიღწევათა შეფასება.

ეს ამოცანა იხსნება იმ ღონისძიებებიდან გამომდინარე, რომლებიც მიეხმება სტრუქტურულ-მიზნობრივი ხის ქვედა დონეს. ამ შემთხვევაში აუცილებელია მიზანთა პრიორიტეტულობის კოეფიციენტებისა და ღონისძიებათა კორექტირება, მიზანთა მიღწევის სისრულის გათვალისწინებით (იხ. ნახ. 9.3.).



ნახ. 9.3. მიზანთა მიღწევის სისრულე

მიზანთა მიღწევის სისრულის გაუთვალისწინებლად პრიორიტეტულობა ზემო დონის მიზანთა მიმართებით განისაზღვრება ფორმულებით:

$$h^* = hca; k^* = kca; l^* = lda; m^* = mda; \dots t^* = tgb. \quad (9.10)$$

ჩავთვალოთ, ქვედა დონისა რომ მიზანთა მიღწევის სისრულე ხასიათდება სიდიდეებით:  $l_n, l_k, l_i, l_m, \dots l_t$ .

მიზანთა მიღწევის სისრულის გათვალისწინებით მნიშვნელოვნების შეფასებები გადაანგარიშდება მთელ სტრუქტურულ მიზნობრივ მოდელზე:

$$\begin{aligned} h^* &= \lambda_n h / [\lambda_n h + \lambda_k k]; \\ C^{**} &= [(\lambda_n h + \lambda_k k)c] / [(\lambda_n h + \lambda_k k)c + (\lambda_l l + \lambda_m m)d]; \\ a^{**} &= [(\lambda_n h + \lambda_k k)c + (\lambda_l l + \lambda_m m)d]a / \{[(\lambda_n n + \lambda_k k)c + (\lambda_i l + \lambda_m m)d]a + \\ &\quad + [\lambda_n ne + (\lambda_p p + \lambda_r r)f + (\lambda_s s + \lambda_t t)g]b \dots\} \end{aligned}$$

ასეთ გაანგარიშებათა შედეგად მივიღებთ:

$$h^{**} + K^{**} = 1; t^{**} + m^{**} = 1; \dots c^{**} + d^{**} = 1; e^{**} + f^{**} + g^{**} = 1; a^{**} + b^{**} = 1. \quad (9.11)$$

ჩატარებული გარდასახვები ამტკიცებს, რომ მთელ ხეზე კოეფიციენტების უდიდესი გათვლების ნაცვლად, საკმარისია ღონისძიებათა მნიშვნელოვნობის კოეფიციენტების კორექტირება მიზანთა სისრულის მიღწევის თვალსაზრისით, შემდეგ კი მნიშვნელობების რანჟირება.

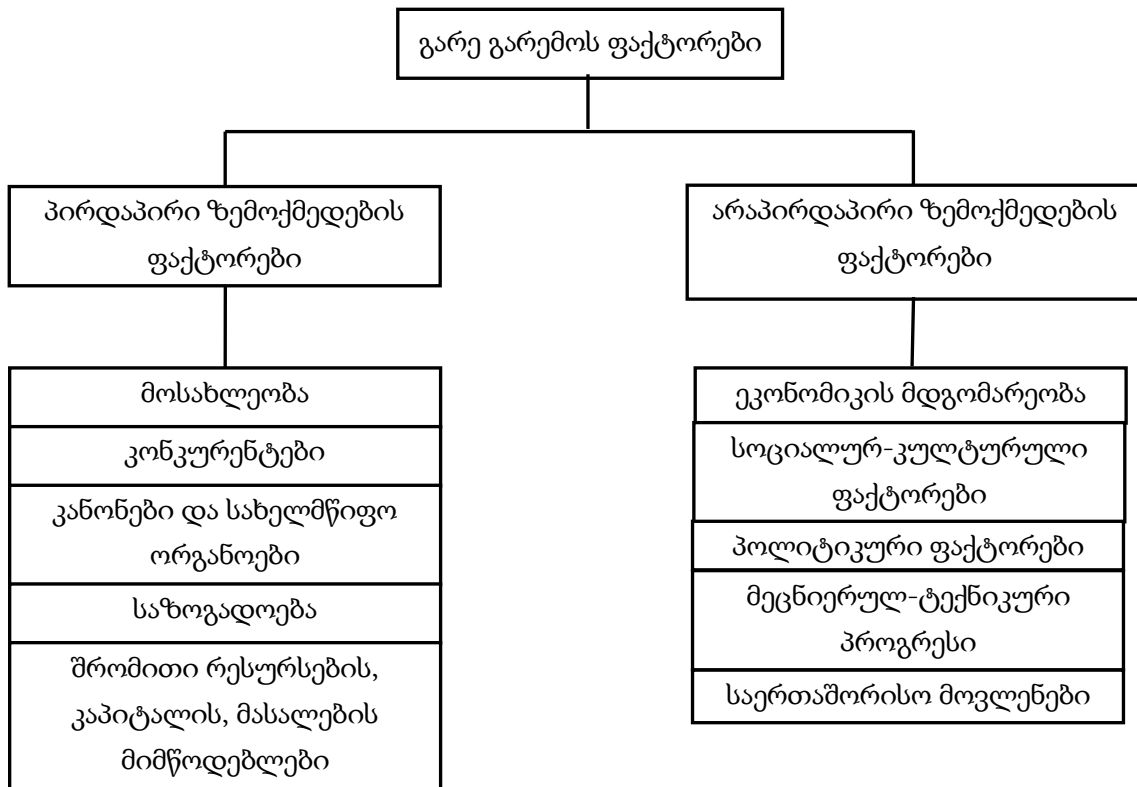
## თავი X. გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ინვესტიციური პროექტების მართვა

### 10.1. გეგმის კორექტირება ბუნების გამოყენების რეგიონული პროექტების რეალიზაციისას

ბუნების დაცვის პროგრამის რეალიზაციის წარმატება დამოკიდებულია გარე გარემოზე, რომელიც არის რესურსების, ენერჯის, კადრების წყარო, ასევე აღნიშნულ ტერიტორიაზე წარმოების განვითარების ფაქტორებზე, მეცნიერულ-ტექნიკურ პროგრესზე, საზოგადოების მოთხოვნილებათა განვითარებაზე გარემომცველ ბუნებასთან მიმართებაში და სხვ. რამდენადაც პროგრამის ხელმძღვანელობაზე ბევრადაა დამოკიდებული მისი რეალიზაციის შესაძლებლობები, მმართველობითმა პერსონალმა უნდა გამოავლინოს გარემოში არსებული პროგრამისთვის მნიშვნელოვანი ფაქტორები, რომლებიც განსაზღვრავს შესაბამის მმართველობით გადაწყვეტილებებს, საშუალებას იძლევა, წინასწარ განისაზღვროს გარემოს ფაქტორების შემდგომი განვითარება და მათი ზემოქმედება ბუნების დაცვის პროგრამაზე. გარემოს ფაქტორები შეიძლება დავყოთ ორ ქვეჯგუფად:

- პირდაპირი ზემოქმედების გარე ფაქტორებად;
- არაპირდაპირი ზემოქმედების გარე ფაქტორებად.

გარემოს ფაქტორების კლასიფიკაცია მოცემულია 10.1 ნახაზზე.



**ნახ. 10.1. გარემოს ფაქტორების კლასიფიკაცია**

პირდაპირი ზემოქმედების გარემო მოიცავს ფაქტორებს, რომლებიც უშუალოდ ზემოქმედებენ პროგრამული ღონისძიებების რეალიზაციაზე, ასევე განიცდიან მათ ზეგავლენას. გარემოს არაპირდაპირი ზემოქმედების ფაქტორები არ ახდენენ პირდაპირ და სწრაფ ზემოქმედებას პროგრამული ღონისძიებების რეალიზაციაზე, მაგრამ ზეგავლენას მოახდენენ მათზე მომავალში ან სხვა ფაქტორთა ჯაჭვის შემდეგ.

განვიხილოთ ეს ფაქტორები უფრო დაწვრილებით:

**მიმწოდებლები.** მიმწოდებელი ითვლება ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორად. მათგან ორგანიზაცია იღებს მატერიალურ, შრომით და ფულად რესურსებს. მატერიალურ რესურსებს მიეკუთვნება მასალები, მოწყობილობები, ენერჯია. დამოკიდებულება მიმწოდებლების ქსელსა და პროგრამის ხელმძღვანელობას შორის არის გარემოს უშუალო ზეგავლენის მაგალითი პროგრამული ღონისძიებების რეალიზაციაზე. შესაძლებელია, მოსალოდნელი იყოს გარემოს ცვალებადობის, გაცვლითი რესურსების მერყეობის, პოლიტიკური არასტაბილურობის საფრთხე და ა.შ. გარდა ამისა, ამან შეიძლება ხელი შეუშალოს მეწარმეებს განვითარების შესაძლებლობაში, ასევე ქვეყნის მოსახლეობისათვის დამატებითი სამუშაო ადგილების შექმნაში.

მიწოდების წყვეტილობამ, მატერიალური რესურსების სათანადო რაოდენობით მიუწოდებლობამ შეიძლება გამოიწვიოს სერიოზული დანაკარგები: შეჩერება ან შეფერხება, ზოგ შემთხვევებში კი – ღონისძიებათა რეალიზაციაზე უარის თქმაც. ფინანსური რესურსების მიმწოდებლებია ბანკები, კერძო პირები, აქციონერები და ა.შ. პროგრამის ეფექტიანად განხორციელებისათვის აუცილებელია მისი უზრუნველყოფა სათანადო კვალიფიკაციის კადრებით.

• **კანონები და სახელმწიფო ორგანოები.** კანონების საფუძველზე სახელმწიფო ორგანოები არეგულირებენ ბუნებრივი რესურსების გამოყენებას, ბუნების დაცვის პროგრამების შემუშავებასა და რეალიზაციას. ამჟამად მთელ მსოფლიოში სერიოზულ ყურადღებას უთმობენ პროგრამებს, რომლებიც ითვალისწინებენ გარემომცველი ბუნებრივი გარემოს დაცვასა და რეაბილიტაციას.

• **მოსახლეობა.** მოსახლეობის რეაქციამ ბუნებრივი გარემოს დაბინძურებაზე შესაძლებელია არსებითი ზეგავლენა მოახდინოს ბუნების დაცვის პროგრამის შემუშავებასა და რეალიზაციაზე. ზოგჯერ მოსახლეობა უარს ამბობს გარემოს დამბინძურებლებთან ბრძოლაზე, მაგრამ მისი პასიური ქმედება უბიძგებს მთავრობას ბუნების დაცვის საკითხების გადაჭრისკენ. მაგალითად, ეკოლოგიურად საშიში რეგიონიდან მიგრაციული პროცესების მატება ან მასობრივი მიგრაცია შესაძლებელია გამოწვეული იყოს სერიოზული ეკონომიკური შედეგებით, რაც არ რჩება შეუმჩნეველი მმართველობითი ორგანოების მხრიდან.

• **კონკურენტები.** იდეალურ საბაზრო ეკონომიკაში ეს არის ფაქტორი, რომელიც აიძულებს საწარმოს, იმოქმედოს ისევე ეფექტურად, როგორც მოქმედებენ კონკურენტი საწარმოები. კონკურენტის ობიექტი შეიძლება იყოს ზეწოლის შემცირება ბუნებრივ გარემოზე, მაგრამ ამისთვის აუცილებელია შესაბამისი ეკონომიკური

ბერკეტები – გადასახადები და საგადასახადო შეღავათები, მავნე ნივთიერებათა უტილიზაცია, ლიცენზიებით ვაჭრობა და სხვ.

• **საზოგადოება.** ბუნების დამცველი სხვადასხვა საზოგადოებისა და ფონდის საქმიანობა სულ უფრო აქტუალური ხდება. ისეთი საზოგადოებრივი გაერთიანებები, როგორცაა „მწვანეები“, აერთიანებენ სხვადასხვა პროფესიის ადამიანებს, რომელთაც შეუძლიათ დაბინძურების გამომწვევი მიზეზებისა და წყაროების გამოვლენა და გამოკვლევა, მასობრივ საინფორმაციო საშუალებებში ეკოლოგიური პრობლემების აქტუალურად გაშუქება, რაც არსებით გავლენას ახდენს ბუნების დაცვის პროგრამის შექმნისა და რეალიზაციის პროცესზე.

• **მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი.** პროგრამის რეალიზაციის პროცესში შესაძლებელია, გამოჩნდეს ბუნების დაცვის ტექნოლოგიური სიახლეები, რადგან ღონისძიებები ძველდება, პროგრამის ეფექტიანობის ამაღლების მიზნით ისინი იცვლება უფრო პროგრესულით. ბუნების დაცვის პროგრამა ფეხდაფეხ უნდა მიჰყვეს სიახლეებს მეცნიერებისა და ტექნიკის სფეროში.

• **ეკონომიკის მდგომარეობა.** პროგრამის ხელმძღვანელობა უნდა აფასებდეს ეკონომიკაში საერთო ცვლილებების გავლენის პერსპექტივებს ბუნების დაცვის პროგრამის რეალიზაციის პროცესზე. მსოფლიოში შექმნილი საერთო ეკონომიკური მდგომარეობა გავლენას ახდენს ყველა შემოტანილი რესურსის ღირებულებაზე. პროგრამის ხელმძღვანელობა უნდა ეცადოს, საქმიანობა წარმართოს ეკონომიკაში მოსალოდნელი ცვლილებების გათვალისწინებით. მაგალითად, თუ მოსალოდნელია ინფლაცია, შეიძლება გადაწყდეს სესხის აღება იმ მოსაზრებით, რომ გადახდის ვადის დადგომისას ფულის პროცენტი დაბალი იქნება და ამით ნაწილობრივ კომპენსირდება დანაკარგები პროცენტის გადახდიდან. ეკონომიკური ვარდნის პროგნოზირების შემთხვევაში ხელმძღვანელობამ შესაძლებელია უპირატესობა მიანიჭოს მზა პროდუქციის მარაგისგან განთავისუფლებას, მომუშავეთა ნაწილის შემცირებასა და ა.შ. ეკონომიკის მდგომარეობა აისახება მოსახლეობის რეალურ შემოსავლებზეც, რაც დაუყოვნებლივ იჩენს თავს მათ ურთიერთობებში ბუნებრივი გარემოს გაუმჯობესების პრობლემებთან.

• **სოციალურ-კულტურული ღონისძიებები.** თითოეული ქვეყნის ცალკეული რეგიონისთვის დამახასიათებელია გარკვეული სოციალურ-კულტურული გარემო, რომელიც გარკვეულ წესებს, ცხოვრებისეულ ფასეულობებს, ტრადიციებსა და რელიგიას მოიცავს. მაგალითად, არსებითი განსხვავებაა ამერიკის მოსახლეობასა და ევროპის ქვეყნების მოსახლეობას შორის, რომელთათვისაც მნიშვნელოვანია ღრმა ფესვები და ტრადიციები. ქართული მრავალსაუკუნოვანი კულტურული ტრადიციები, დაფუძნებული მართლმადიდებლობაზე, ითვალისწინებს ადამიანისა და ბუნებრივი გარემოს ჰარმონიულ ურთიერთობას. ამიტომ ეკოლოგიური მოსაზრებები აუცილებლად უნდა მიესადაგებოდეს ქართული ისტორიული და მატერიალურ-კულტურული მემკვიდრეობის შენარჩუნებას. პროგრამის



ხელმძღვანელობას ურთიერთობა უნდა ჰქონდეს უშუალოდ ქართველ მოსახლეობასთან, ითვალისწინებდეს მის სპეციფიკურ მოთხოვნებსა და ტრადიციებს.

• **საერთაშორისო მოვლენები.** საერთაშორისო მოვლენების პროგნოზირება ძალიან სასარგებლო შეიძლება იყოს პროგრამის ხელმძღვანელობისათვის, რამდენადაც ეს საშუალებას მისცემს, დამატებითი ფინანსები მიიღოს საზღვარგარეთელი ინვესტორისაგან.

• **პოლიტიკური ფაქტორები.** ადგილობრივი პოლიტიკური ფაქტორების ურთიერთკავშირი საერთაშორისოსთან ნათელია, ამასთანავე ის უნდა განვიხილოთ საკუთარი ქვეყნის მთავრობის ბუნებისდაცვით საქმიანობაზე ზემოქმედებასთან კონტექსტში.

გარემოს ფაქტორებს ახასიათებს ზოგი თვისება, რომლებიც აუცილებლად უნდა იქნეს გათვალისწინებული მათი ანალიზისა და პროგნოზირებისათვის. ეს თვისებებია:

1. **ფაქტორების ურთიერთკავშირი.** გარემოს გარე ფაქტორების მოკლე განხილვა საშუალებას იძლევა დავასკვნათ, რომ ყველა ეს ფაქტორი ურთიერთკავშირშია. განსაკუთრებით მჭიდრო კავშირია საერთაშორისო, ეკონომიკურ და პოლიტიკურ ფაქტორებს შორის.

2. **გარემოს სირთულე.** გარემოს სირთულეში იგულისხმება ფაქტორთა რაოდენობა, რომლებზეც რეაგირება უნდა მოახდინოს პროგრამის ხელმძღვანელობამ, აგრეთვე თითოეული ფაქტორის ცვალებადობის დონე. აღსანიშნავია, რომ უფრო რთულ პირობებშია ის ფაქტორები, რომლებიც დაფუძნებულია სხვადასხვა ტექნოლოგიაზე, ტექნოლოგიები კი სწრაფად იცვლება.

3. **გარემოს მოძრაობის უნარი.** გარემოს მოძრაობის უნარი გულისხმობს სიჩქარეს, რომლითაც ხორციელდება ცვლილებები ორგანიზაციის გარემოცვაში. ბევრი ეკონომისტი აღნიშნავს, რომ გარემო იცვლება მზარდი სიჩქარით. ამავე დროს წარმოების სხვადასხვა დარგის ბუნებისდაცვითი პროგრამისათვის გარემო იცვლება სხვადასხვანაირი სიჩქარით. მაგალითად, ტექნოლოგიის ცვლილების სიჩქარე ფარმაცევტულ, ელექტრულ და ქიმიურ მრეწველობაში უფრო მაღალია, ვიდრე მანქანათმშენებლობაში, ავტომობილების სათადარიგო ნაწილებისა და საავიაციო მრეწველობაში, კოსმოსურ მრეწველობაში და ა.შ.

4. **გარემოს გაურკვეველობა** ახასიათებს იმ ინფორმაციის ხარისხს, რომელსაც ფლობს საწარმო კონკრეტული ფაქტორის შესახებ, აგრეთვე ამ ინფორმაციის უტყუარობას. ინფორმაციის მოცულობისა და სიზუსტის შემცირებისას იზრდება გარემოს ანალიზისა და აღწერის ბუნდოვანება.

გარემოს ანალიზი აუცილებელია ბუნების დაცვის პროგრამის რეალიზაციისთვის გარკვეული სტრატეგიის შესამუშავებლად პროგრამის საიმედოობის გაზრდის საფუძველზე. ამავე დროს გათვალისწინებული უნდა იქნეს როგორც გარე დადებითი ფაქტორები, ისე გარე საფრთხეები.

გარემოს შედგენილობა ხასიათდება იმ ფაქტორებით (ელემენტებით), რომლებსაც გავლენის მოხდენა შეუძლია ბუნების დაცვის პროგრამაზე. ამ ფაქტორების შეფასების შემდეგ შესაძლებელია ჩატარდეს გარემოს სრული ანალიზი. ვინაიდან გარემოს ფაქტორთა თუნდაც ნაწილი ბუნების დაცვის პროგრამის უშუალო გავლენას, მაშინ არ შეიძლება პროგრამაზე გარემოს ზემოქმედების გაანალიზება აღნიშნულ ფაქტორებზე პროგრამის გავლენის გათვალისწინების გარეშე.

გარემოს დაცვის პროგრამის ანალიზის დროს შეიძლება გამოიყოს შემდეგი სამუშაოები:

- გარემოს ფაქტორების გამოვლენა;
- გარემოს ფაქტორების შეფასება;
- გარემოს მნიშვნელოვანი ფაქტორების ანალიზი (ცვლილების შეფასება; ფაქტორების გამოვლენა, რომლებიც საფრთხეს უქმნიან პროგრამის მიზნების რეალიზაციას; სასურველი ფაქტორების განსაზღვრა).

ჩამოთვლილი სამუშაოები, ისევე როგორც სტრატეგიული დაგეგმვის მთელი პროცესი, ხასიათდება კომპლექსურობით, სირთულითა და დინამიკურობით. თითოეული სამუშაოს სიღრმემ, სიზუსტემ და ჩატარების სიხშირემ შეიძლება უზრუნველყოს ბუნების დაცვის პროგრამის ანალიზის შედეგიანობა.

გარემოს ანალიზი ეხმარება პროგრამის ხელმძღვანელობას პროგრამის რეალიზაციის პროგნოზირებისათვის აუცილებელი ინფორმაციის მიღებაში; გაუთვალისწინებელი გარემოებების შემთხვევებში გეგმის (სარეზერვო გეგმები) შედგენაში; პროგრამის რეალიზაციისთვის შესაძლებელი საფრთხის დროულად აცილებისათვის შესაბამისი სისტემის შემუშავებაში; სტრატეგიის შემუშავებაში, რომელსაც შეუძლია ეს საფრთხე გარდაქმნას ხელსაყრელ შესაძლებლობად. გარემოს ანალიზი სტრატეგიული დაგეგმვის პროცესში საშუალებას იძლევა, განისაზღვროს:

- ბუნების დაცვის პროგრამის ფაქტორივი მდგომარეობა;
- ბუნების დაცვის პროგრამის სასურველი მდგომარეობა;
- ხელმძღვანელობის ქმედებები სასურველი მიზის მისაღწევად.

კონკრეტული ჩამონათვალი იმ ფაქტორებისა, რომლებიც პირდაპირი ან არაპირდაპირი ზემოქმედებისაა, დამოკიდებულია ბუნების დაცვის პროგრამის თავისებურებებსა და იმ ტერიტორიაზე, რომელზეც ხდება მისი განხორციელება. ფაქტორების საკმაოდ სრული ჩამონათვალი მოცემულია 10.1 ცხრილში.

სავსებით შესაძლებელია, რომ კონკრეტულ სიტუაციაში ჩამოთვლილი ფაქტორების დიდი ნაწილი არც იქნეს გამოყენებული, ხოლო რამდენიმე ფაქტორმა კი მოითხოვოს დეტალური შეცვლა.

ბუნების დაცვის პროგრამის ძირითად მაჩვენებლებს შორის მიზანშეწონილია ვისარგებლოთ ისეთებით, როგორცაა ელასტიკურობა და საიმედოობა. *ელასტიკურობა* გულისხმობს საბოლოო მიზნების მიღწევის დონეს – ბუნებრივი გარემოსადმი ზიანის მიყენების თავიდან აცილებას მიზნების რეალიზაციის პირობების შეცვლისას,

ბუნების დაცვის პროგრამის *საიმედოობა* კი – გარკვეული დანახარჯებით პროგრამის ღონისძიებების შესრულების შესაძლებლობას დადგენილ ვადებში.

ცხრილი 10.1

გარემოს ფაქტორები

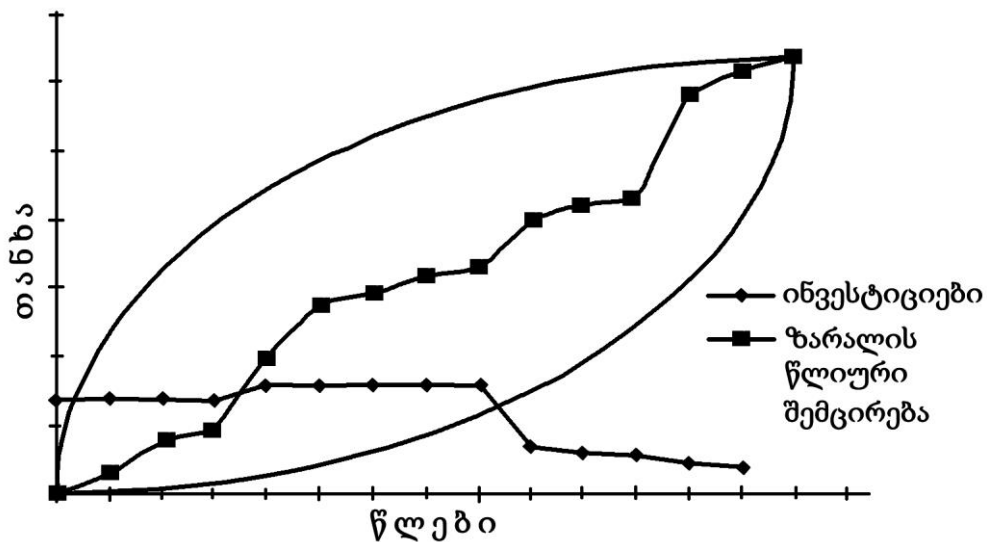
ფაქტორთა ჯგუფი	დასახელება	ზემოქმედების ნიშანი: პირდაპირი – 1 ირიბი – 2
ეკონომიკური	ინფლაცია და დეფლაცია	2
	ფულადი საშუალებების ბაზარი	2
	საკრედიტო პოლიტიკა	2
	ფისკალური პოლიტიკა	2
	დაკავებულობის დონე	2
	საერთაშორისო საგადასახადო ბალანსი	2
პოლიტიკური	კანონმდებლობა ბუნებისდაცვითი საქმიანობის რეგულირების შესახებ	2
	კანონის დაცვაზე კონტროლის მდგომარეობა	2
	საინვესტიციო პოლიტიკა	2
	პოლიტიკური მდგომარეობა	2
საბაზრო	კაპიტალის ბაზარი	1
	მიმწოდებლები	1
	შუამავლები	1
ტექნოლოგიური	ტექნოლოგიის დონე	2
კონკურენციული	კონკურენტების ტიპი	1
	კონკურენტების მიზანი	2
საერთაშორისო	უცხოელი მეწარმეების საქმიანობა	2
	საერთაშორისო ეკონომიკური საქმიანობა	2
	საერთაშორისო პოლიტიკური მდგომარეობა	2
სოციალურ- კულტურული	საზოგადოების დამოკიდებულება ბუნებისდაცვით საქმიანობასთან	1
	დემოგრაფიული ფაქტორები	2
	მოსახლეობის კულტურის დონე	2
	რელიგიური შეგნების დონე	2
	მომხმარებელთა ქცევის ფსიქოლოგიური თავისებურებები	2
ბუნებრივ- გეოგრაფიული	ზოგიერთი სახის რესურსის დეფიციტი	2
	ენერგომომარაგება	2
	კლიმატური თავისებურებები	2
	ბუნებრივი გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობა	2

პროგრამის საიმედოობისა და მოქნილობის მართვის უმნიშვნელოვანესი საშუალებაა საბაზრო ეკონომიკის ბერკეტებისა და ფინანსური მანევრირების გამოყენება. ბუნების დაცვის პროგრამის საიმედოობის ამაღლებას ხელს უწყობს აგრეთვე სარეზერვო გეგმების შემუშავება.

გარემოსთან ერთად ბუნების დაცვის პროგრამის რეალიზაციაზე გავლენას ახდენს რეალიზაციის შიდა პირობების ცვალებადობა.

## 10.2. გარემოსდაცვითი პროგრამების რეალიზაციის საიმედოობის მაჩვენებლები

მთავრობის მიერ ბუნების დაცვის პროგრამის მიღებისა და რეალიზაციის შესახებ დადგენილების გამოცემის შემდეგ პროგრამის მანევრირების უნარი მკვეთრად ვიწროვდება. პროგრამა ხდება *ინერტული*. მანევრირების დასაშვები ფარგლების დადგენის პრობლემა შეიძლება დაყვანილ იქნეს პროგრამის რეალიზაციის დინამიკაში დასაშვები განსხვავებების შეზღუდვამდე. მაგალითად, თუ მხედველობაში მივიღებთ პროგრამის რეალიზაციის პროცესში ზარალის თავიდან აცილების დინამიკას, მაშინ შეიძლება მივიღოთ ამ დინამიკის საგრძნობი გაუარესება უკვე არსებული გადახრით პროგრამის დაფინანსების საშუალო წლიური სიდიდიდან. 10.2-ზე ნახაზზე წარმოდგენილია ბუნების დაცვის პროგრამის რეალიზაციიდან მოსალოდნელი ზარალისა და დაფინანსების წლიური მოცულობის ამსახველი გეგმური მრუდები.



ნახ. 10.2. ინვესტიციებისა და ზარალის შემცირების დინამიკა ბუნებისდაცვითი პროგრამის რეალიზაციის პროცესში (მაგალითი)

მოყვანილი მონაცემებიდან გამომდინარეობს, რომ ვინაიდან პროგრამის მიზნის მიღწევის (ეკონომიკური შედეგის) მრუდს აქვს მიღევადი მრუდის სახე იმ დროს, როცა დანახარჯების მრუდი დაბლა იწევს პროგრამის რეალიზაციის

პერიოდის დასასრულში, მაშინ ფორმირებულ პროგრამაში უფრო ეფექტიანი და შედეგიანი ღონისძიებები ტარდება კალენდარული პერიოდის დასაწყისში, ხოლო ნაკლებად ეფექტიანი – პერიოდის ბოლოს. რაც უფრო ახლოსაა მიზნის მიღწევის მრუდი ზედა გლუვ მრუდთან, მით ეფექტიანია პროგრამის შესრულების განრიგი. ქვედა გლუვ მრუდთან მიახლოებისას პროგრამის შესრულების განრიგის ეფექტიანობა იკლებს.

მანევრირების ამოცანა ითვალისწინებს ისეთი ვარიანტის შემუშავებას, რომლის დროსაც მიზნის მიღწევის მრუდი არ სცდება მითითებულ საზღვრებს და შეძლებისდაგვარად უახლოვდება ზედა მრუდს.

ამასთან, შესაძლებელია ღონისძიებების რეალიზაციის ვადების ცვლილება, ღონისძიებების შეცვლა ახლით:

$$\sqrt{\left(\sum_{t=1}^T \left[ \left( \frac{\sum_{i \in G} P_i}{T} - \sum_{i \in G_t'} P_i \right)^2 \right] \right) / T} \leq \sqrt{\left(\sum_{t=1}^T \left[ \left( \frac{\sum_{i \in G} P_i}{T} - \sum_{i \in G_t'} P_i \right)^2 \right] \right) / T}, \quad (10.1)$$

სადაც  $i \in G_t'$  ღონისძიების რეალიზაციის განრიგია, მიღებული მანევრირების შემდეგ.

ბუნების დაცვის პროგრამის მანევრირების დონე შეიძლება განისაზღვროს შემდეგნაირად:

$$M = \psi(\delta/\xi), \quad (10.2)$$

სადაც  $\delta$  შედეგის მიღწევის გეგმური დინამიკიდან გადახრის სიდიდეა;  $\xi$  – ალფო-თების სიდიდე გარე ფაქტორების ზემოქმედების შედეგად.

მანევრირებასთან არის დაკავშირებული მოქნილობაც. ბუნებისდაცვითი პროგრამის ელასტიკურობა გულისხმობს პროგრამის უნარს, შეძლოს გარკვეული ცვლილების პირობებში საბოლოო მიზნების რეალიზაცია მნიშვნელოვანი დანაკარგების გარეშე. დამოკიდებულება თავიდან აცილებული ზარალის ( $Y$ ) დანაკარგებსა და დაფინანსების ( $F$ ) ცვლილებას (შემცირებას) შორის, საშუალებას იძლევა, მივიღოთ პროგრამის მოქნილობა კავშირით „თავიდან აცილებული ზარალი – დაფინანსების მოცულობა“,  $f(\Delta Y/Y, \Delta \Phi/\Phi) = 0$ , მაშინ პროგრამის მოქნილობა  $e = (\Delta \Phi/\Phi)/(\Delta Y/Y)$  განიხილება მოქნილობის ფუნქციის თითოეულ წერტილში, ხოლო უკუდამოკიდებულება  $g = e^{-1}$  ახასიათებს პროგრამის არაელასტიკურობას. **პროგრამის ინერციულობა** მოქნილობის არსებობის წყაროა. პროგრამის მოქნილობის მართვის ხერხები იყოფა შინაგანად და გარეგანად. გარეგანი გულისხმობს პროგრამის რეზერვების გაზრდას ღონისძიებათა ურთიერთშეცვლის ხარჯზე, რამდენიმე ღონისძიებაზე ხარჯების შემცირების შესაძლებლობასა და სხვ. შინაგანი მოიცავს პროგრამის მანევრირების ხარისხის ამაღლებას, ურთიერთშემცვლელი ღონისძიებების რიცხვის გაზრდას, ფინანსური მანევრირების შესაძლებლობის გაზრდასა და სხვ.

ვინაიდან მოქნილობის არსებობა დაკავშირებულია პროგრამის ინერციულობასთან, რომელიც დაგეგმვის ჰორიზონტის გაზრდასთან ერთად მცირდება, მოქნილობის მართვა აქტუალურია უახლოესი პერსპექტივისათვის.

ბუნებისდაცვითი პროგრამის რეალიზაციის საიმედოობა არის მასში შემავალი ღონისძიებების შესრულების პოტენციური შესაძლებლობა თავიდან აცილებული ზარალისა და რეალიზაციის ვადების სიდიდის მიხედვით. პროგრამის საიმედოობა შეიძლება განისაზღვროს აცილებული ზარალის სიდიდის  $H^Y$  ან მიღებული ფინანსური საშუალებების მოცულობის მიხედვით  $H^F$ .

$$H^Y = 1 - (E(\Delta Y)/Y) \text{ ან } H^F = 1 - (E(\Delta F)/F), \quad (10.3)$$

სადაც  $E(\Delta Y)$  – აცილებული ზარალის შემცირების მათემატიკური ლოდინია;  $E(\Delta F)$  – არასრულად მიღებული ფინანსური საშუალებების შემცირების მათემატიკური ლოდინი.

პროგრამის ადაპტირებული ხარისხის შეფასებისათვის რეკომენდებულია დანახარჯების მომენტის მაჩვენებელი, რომელიც ეკონომიკური განუსაზღვრელობის ზონაში არსებული მრავალი შესაძლებელი ვარიანტის ანალიზის დროს გამოიყენება, როგორც კალენდარული გეგმების (სარეზერვო გეგმების) ვარიანტების შერჩევის დამატებითი კრიტერიუმი. თუ პერსპექტივაში მოსალოდნელია არასაკმარისი ცოდნის მიღება გარემოს ფაქტორების ზემოქმედების შესახებ ბუნების დაცვის პროგრამის რეალიზაციის პროცესზე, მაშინ, რაც უფრო გვიან განხორციელდება ხარჯები (სხვა თანაბარ პირობებში), მით მეტად ადაპტირებული იქნება გეგმა:

$$\sum_{t=t_0}^{T_{ox}} \sum_{i \in J_t} K_i (1+r)^{t_0-t} (1+\theta)^{t-t_0}, \quad (10.4)$$

სადაც  $\theta$  გეგმის რეალიზაციის სამომავლო შესაძლებლობების დაუდგენელი ზრდის საშუალო წლიური ტემპია;  $\theta$  მაჩვენებლის მნიშვნელობა დგინდება პროგრამის საიმედოობაზე შეხედულებიდან გამომდინარე. თუ საგეგმო პერიოდის ყოველი წლისთვის განისაზღვრება პროგრამის საიმედოობა, მაშინ მიიღება კლებადი რიგი  $H_1 > H_2 > \dots > H_T$  მნიშვნელობებისა. ამ მნიშვნელობების მიხედვით შესაძლებელია გამოითვალოს გეგმის შესრულების ალბათობის არცოდნის საშუალო ტემპი:  $\theta = (1 - H_t) / (1 - H_{t-1})$ .

დანახარჯების მომენტის მაჩვენებლის გამოყენებისას არ არის გათვალისწინებული თავიდან აცილებული ზარალი. პროგრამის რეალიზაციის დინამიკის დახასიათება უფრო სრული იქნება, თუ ამ მაჩვენებელში ჩავრთავთ თავიდან ასაცილებელ ზარალს:

$$\sum_{t=t_0}^{T_{ox}} \left[ \sum_{i \in G_t} (Y_{it} - C_{it}) - \sum_{i \in J_t} K_{it} (1+\theta)^{t-t_0} \right] (1+r)^{t_0-t}. \quad (10.5)$$

### 10.3. გარემოსდაცვითი პროგრამების რეალიზაციის ფინანსური მაჩვენებლები

მანვერის თავისუფლება განისაზღვრება პროგრამის სტრუქტურით – სხვადასხვა დარგებთან და რეგიონის ტერიტორიებთან დაკავშირებულ სხვადასხვა მნიშვნელოვნების მქონე ღონისძიებათა ნაკრებით, აგრეთვე დაფინანსების წყაროებითა და პირობებით.

ბუნებისდაცვითი პროგრამების დაფინანსების ძირითადი წყაროებია: სახელმწიფო ბიუჯეტი, მუნიციპალური ბიუჯეტი, სახელმწიფო ეკოლოგიური ფონდი, საწარმოებისა და ორგანიზაციების ეკოლოგიური ფონდები. ფულადი საშუალებების მიღება შესაძლებელია აგრეთვე სადაზღვევო ფონდებიდან, მიზნობრივი შენატანებიდან და შემოწირულობებიდან, საბანკო სესხებიდან. მათგან უმთავრესია ადგილობრივი ეკოლოგიური ფონდები.

ეკოლოგიური ფონდების საშუალებების ძირითადი წყაროებია: ბუნებისდაცვით მოწყობილობებზე საამორტიზაციო ანარიცხები, გადასახადები დაბინძურებაზე, ჯარიმები დაბინძურების ნორმის დარღვევისათვის, რენტული გადასახადები ბუნებრივი რესურსების გამოყენებაზე.

### 10.4. საქართველოში 2008 წლის აგვისტოში საომარი მოქმედების შედეგად გადამწვარი ტყის მასივების ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალის შეფასება

საქართველოში 2008 წლის აგვისტოში საომარი მოქმედების შედეგად ბორჯომისა და გორის რეგიონებში გაჩენილმა ხანძრებმა, რომლებმაც მოიცვა თითქმის 1003 ჰა ტყის მასივი, გამოიწვია ბუნებრივი პირობების, ნიადაგისა და წყლის ფიზიკური თვისებების კატასტროფული გაუარესება, ზოგ შემთხვევაში, მისი 2÷10 სმ ჰუმუსიანი ფენის პრაქტიკულად მთლიანი გამოწვა. შეიქმნა ეროზიული პროცესების, ნალვარევის, ხევების, მეწყრების წარმოშობის საშიშროება, ღვარცოფებისა და წყალდიდობების წარმოქმნის საუკეთესო პირობები, მკვეთრად გაუარესდა გარემოს მდგრადობა.

როგორც ცნობილია, ჩვენს პლანეტაზე ტყე გავრცელებულია ყველა კონტინენტზე, მას უკავია ხმელეთის 30%. რაც შეეხება საქართველოს, ის ევროპაში ერთ-ერთ ტყიან ქვეყნად ითვლება და მას მეოთხე ადგილი უკავია (საქართველოში ტყეს უკავია მთლიანი ტერიტორიის 39,8 %), ფინეთის (71%), შვედეთის (51%) და ლიტვის (44%) შემდეგ.

მეცნიერებმა დაადგინეს, რომ ტყის ერთ ჰექტარ ფართობს შეუძლია გადაამუშაოს 13÷17 ტ ნახშირორჟანგი და გამოიმუშაოს 10÷15 ტ ჟანგბადი.

ამასთან ერთად აუცილებელია აღვნიშნოთ, რომ 1 ჰექტარი ტყე წელიწადში მოიხმარს 13÷18 მ<sup>3</sup> წყალს, ნიადაგში აბრუნებს 40÷51 მ<sup>3</sup>-ს, ხოლო 1 ჰექტარ ფართობზე 150 მ<sup>3</sup> ხე-ტყის მარაგია. საინტერესოა აღვნიშნოს ის ფაქტიც, რომ ერთი თანამედროვე თვითმფრინავი 8÷10 საათის ფრენის დროს შთანთქავს 35 ტონა ჟანგბადს, რასაც გამოყოფს 1 ჰექტარი ტყე მთელი წლის განმავლობაში.

საქართველოში საომარი მოქმედებების შედეგად ტყეში გაჩენილმა ხანძრებმა 2–3 წელიწადში გავლენა იქონიეს არა მარტო მინერალური, არამედ იმ წყაროების წყლის დებეტზეც, რომლებიც მონაწილეობენ ადგილობრივი მდინარეების ხარჯის ფორმირებაში.

ყველაფერმა ამან ერთად მკვეთრად გააუარესა რეგიონის რეკრეაციული პირობები, გამოიწვია მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური, სოციალური და ეკონომიკური ზარალი. 10.1 სურათზე ნაჩვენებია გორთან ახლოს გადამწვარი ფიჭვნარი, 10.2 სურათებზე – დაბა წაღვერისა და სოფ. დაბაში გადამწვარი ტყის მასივები, 10.3 სურათზე – სოფ. დაბის ტყეში დამწვარი ხის ნარჩენები, ხოლო 10.4 სურათზე – ამავე ტყეში ნიადაგის ნიმუშის აღება.

„საქართველოში საომარი მოქმედებების შედეგად გარემოსთვის მიყენებული ზიანის შემფასებელი კომისიის შექმნის შესახებ“ საქართველოს პრემიერ-მინისტრის 2008 წლის 29 აგვისტოს №252 ბრძანების თანახმად, წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი და, კერძოდ, ამ წიგნის თანაავტორი პროფ. გივი გავარდაშვილი აქტიურად იყო ჩართული საქართველოში საომარი მოქმედებების შედეგად გარემოსათვის მიყენებული ზიანის დადგენაში, როგორც სახელმწიფო კომისიის წევრი. ეს ქვეთავი დამუშავებულია საქართველოს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მთავარ მეცნიერთანამშრომელთან, ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორ მარტინ ვართანოვთან ერთად.



სურ. 10.1. გორის მიმდებარე ტერიტორია ხანძრის შემდეგ





სურ. 10.2. სოფელ დაბის (წალვერი) მიმდებარე ტერიტორია ხანძრის შემდეგ



სურ.10.3. დამწვარი ხის ნარჩენები სოფელ დაბის ტყეში



სურ. 10.4. დამწვარი ნიადაგის აღება სოფელ დაბის ტყეში (მარჯვნიდან აკად. თ. ურუშაძე, და პროფ. გ. გავარდაშვილი)

### 10.4.1. ბორჯომისა და გორის რაიონებში ტყის მასივების გადამწვარი ტერიტორიის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალის კომპლექსური შეფასება

ტყის ხანძრით გამოწვეული ეკონომიკური ზარალის დადგენის მიზნით განიხილება შემდეგი მეთოდური მიდგომა: ტყისა და ნიადაგის ჰუმუსიანი ფენის განადგურების შედეგად, ასევე წყლის რესურსების შემცირებით გამოწვეული დანაკარგები განისაზღვრება პირდაპირი გაანგარიშებით (განადგურებული რესურსების რაოდენობის ნამრავლით მის ღირებულებაზე).

რაც შეეხება ბუნებრივი ტყის ლანდშაფტის რეკრეაციული შესაძლებლობების მკვეთრი გაუარესებით გამოწვეულ დანაკარგებს, მათი სიდიდე ჯამდება 50÷100 წლის განმავლობაში, რაც აუცილებელია ადრე არსებული ტყიანი საფარის ბუნებრივი აღდგენისათვის. აღნიშნული სიდიდე შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი ფორმულით:

$$Y = \frac{H \cdot S}{E} \text{ (მლნ ლარი),} \quad (10.6)$$

სადაც  $Y$  არის სანიტარიულ-საკურორტო მეურნეობის ზარალი;  $\Pi$  – რეკრეაციული ობიექტის ფუნქციონირების შედეგად მიღებული შემოსავალი;  $S$  – შემოსავლების სიდიდეში რეკრეაციული ბუნებრივი ფაქტორების შეტანის მახასიათებელი კოეფიციენტი;  $E$  – დროის ფაქტორის აღწერის ნორმა (დისკონტის ნორმა) –  $1/\text{წელიწადი}$ .

$\Pi$  სიდიდე განისაზღვრება გამოსახულებით:

$$\Pi = I \times P \times Z \times T, \quad (10.7)$$

სადაც  $I$  რეკრეაციული ობიექტის მომსახურების ფასში მოგების წილია;  $P$  – დამსვენებელთა საშუალო რაოდენობა დღეში;  $Z$  – რეკრეაციული ობიექტის მომსახურების ფასი;  $T$  – რეკრეაციულ ობიექტზე დამსვენებლის ყოფნის ხანგრძლივობა.

ეკონომიკურ ზარალთან ერთად, აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს სოციალური ზარალიც. მას მიეკუთვნება საჰაერო აუზის ქიმიური დაბინძურებითა და ლანდშაფტის ესთეტიკური მხარის გაუარესებით გამოწვეული ზარალი.

მიუხედავად იმისა, რომ სოციალური ზარალის რაოდენობრივ შეფასებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს, დღემდე საერთოდ არ არის მიღებული მისი გამოთვლის მეთოდიკა.

დღესდღეობით, სოციალური დანაკარგი (ზარალი) – შეიძლება განისაზღვროს უშუალოდ ჯანმრთელობაზე განხორციელებული ხარჯების ზრდით და გამოითვლება ფორმულით:

$$Y_{\text{სოც}} = \frac{\alpha \cdot N \cdot K}{E} \quad (\text{მლნ ლარი}), \quad (10.8)$$

სადაც  $\alpha$  ჯანმრთელობაზე დანახარჯების კოეფიციენტი;  $N$  – ადგილობრივ მცხოვრებთა რაოდენობა;  $K$  – საშუალო დანახარჯი მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე წლის განმავლობაში, ლარი/კაცი;  $E$  – დისკონტის ნორმა.

#### 10.4.2. ბორჯომის ხეობის ეკონომიკური ზარალის გაანგარიშება

ხანძრის შედეგად დაზიანდა ტყის 950 ჰა, მათ შორის მთლიანად დაიწვა 250 ჰა. განადგურდა 290 ათასი მ<sup>3</sup> ხე-ტყე, რამაც განსაზღვრა ზარალი:

$$Y_3 = 290,0 \text{ ათასი მ}^3 \times 500 \text{ ლარი/მ}^3 = 145,0 \text{ მლნ ლარი}, \quad (10.9)$$

სადაც 500 ლარი 1 მ<sup>3</sup> ხე-ტყის რესურსული ფასია.

950 ჰა ფართობზე მთლიანად ან ნაწილობრივ დაიწვა საშუალოდ 0,2 მ სისქის ნიადაგი.

- ჰუმუსიანი ფენის დაკარგვით გამოწვეული სავარაუდო ზარალი შეადგენს:

$$Y_3 = 9\,500\,000 \text{ მ}^3 \times 0,2 \text{ მ} \times 100 \text{ ლარი/მ}^3 = 190,0 \text{ მლნ ლარი}. \quad (10.10)$$

- წყლის რესურსების შემცირებით გამოწვეული ზარალი შეადგენს:

$$Y_3 = 50 \text{ მ}^3 \times 950 \text{ ჰა} \times 4,956 \text{ ლარი/მ}^3 = 0,235 \text{ მლნ ლარი.} \quad (10.11)$$

სადაც 4,956 ლარი 1 მ<sup>3</sup> წყლის რესურსული ფასია;

- სანიტარიულ-საკურორტო მეურნეობის ზარალი, რომელიც გამოითვლება (10.6) ფორმულით, შეადგენს:

$$Y_{სკ} = 0,3 \times 5,2 \text{ ათ. კაცი} \times 50 \text{ ლარი} \times 90 \text{ დღე} \times 1,0 : 0,001 = 675,0 \text{ მლნ ლარი} \quad (10.12)$$

- სოციალური ზარალის სიდიდე განისაზღვრება (10.8) ფორმულით:

$$Y_{სოც} = 0,3 \times 5000 \text{ კაცი} \times 150 \text{ ლარი} : 0,02 = 11,225 \text{ მლნ ლარი.} \quad (10.14)$$

ამრიგად, ბორჯომის ხეობაში ტყის განადგურებით გამოწვეულმა ჯამურმა ზარალმა შეადგინა 1 021 485 მლნ ლარი.

### 10.4.3. გორის რაიონში ეკონომიკური ზარალის გაანგარიშება

1. გორის რაიონში ხანძრის შედეგად დაზიანდა დაახლოებით ტყის 53 ჰა (მათ შორის 50 ჰა ატენის ხეობაში). განადგურდა 16 ათასი მ<sup>3</sup> ხე-ტყე, რამაც გამოიწვია ზარალი:

$$Y_3 = 16\,000 \text{ მ}^3 \times 500 \text{ ლარი/მ}^3 = 8,0 \text{ მლნ ლარი;} \quad (10.15)$$

2. 53 ჰა ფართობზე მთლიანად ან ნაწილობრივ დაიწვა საშუალოდ 0,2 მ სისქის ნიადაგი. ჰუმუსიანი ფენის დაკარგვით გამოწვეული ზარალი სავარაუდოდ შეადგენს:

$$Y_3 = 530\,000 \text{ მ}^3 \times 0,2 \text{ მ} \times 100 \text{ ლარი/მ}^3 = 10,6 \text{ მლნ ლარი;} \quad (10.16)$$

წყლის რესურსების შემცირებით გამოწვეული ზარალი შეადგენს:

$$Y_3 = 50 \text{ მ}^3 \times 53 \text{ ჰა} \times 4,95 \text{ ლარი/მ}^3 = 0,013 \text{ მლნ ლარი;} \quad (10.17)$$

სანიტარიულ-საკურორტო მეურნეობის ზარალი, რომელიც გამოითვლება (10.6) ფორმულით, შეადგენს:

$$Y_{სკ} = 0,3 \times 1,0 \text{ ათ. კაცი} \times 50 \text{ ლარი} \times 90 \text{ დღე} \times 1,0 : 0,001 = 135,0 \text{ მლნ ლარი.} \quad (10.18)$$

სოციალური ზარალის სიდიდე იანგარიშება (10.8) ფორმულით და შეადგენს:

$$Y_{სოც} = 0,1 \times 50\,000 \text{ კაცი} \times 150 \text{ ლარი} : 0,02 = 37,5 \text{ მლნ ლარი.} \quad (10.19)$$

გორის რაიონში ტყის განადგურების შედეგად გამოწვეული ჯამური ზარალი შეადგენს 191,113 მლნ ლარს.

ამგვარად, საქართველოში 2008 წლის აგვისტოში გაჩენილი ხანძრით გადაიწვა 1003 ჰექტარი ტყის ფართობი, აქედან 250 ჰა გადამწვარია მთლიანად. ზარალმა მთლიანად 1 მილიარდ 212 მილიონ 595 ათასი ლარი შეადგინა.

## თავი XI. კლიმატის ცვლილება და სოციალურ-ეკონომიკური რისკების დასაძლევად შემუშავებული რეკომენდაციები

### 11.1. კლიმატის მდგომარეობა და პროგნოზი მუნიციპალიტეტების მიხედვით

წინამდებარე თავი დამუშავდა საქართველოს ადგილობრივი თვითმმართველობის ეროვნულ ასოციაციასთან გაფორმებული ხელშეკრულების შესაბამისად, პროექტის – „საქართველოს რეგიონებში კლიმატის ცვლილებისადმი ადაპტაციისა და ზემოქმედების შერბილების ზომების ინსტიტუციონალიზაცია“ – მასალების გამოყენებით (პროექტის დამფინანსებელი – USAID). პროექტის დამუშავებაში ავტორებთან ერთად აქტიური მონაწილეობა მიიღეს ფირმა „გეოგრაფიკისა“ და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის ინსტიტუტის თანამშრომლებმა ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორმა ასოცირებულმა პროფესორმა მ. ვართანოვმა და მეცნიერმა თანამშრომელმა ე. კეჩხოშვილმა, რომლებსაც ავტორები დიდ მადლობას უხდებიან.

კლიმატის მიმდინარე ცვლილებები საქართველოში შეფასდა 1961-2010 წლებში ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის 33 სადგურში დაკვირვებათა მონაცემებზე დაყრდნობით. 11.1 სურათზე მოცემულია საქართველოს კლიმატური რუკა 2015 წლის მონაცემების მიხედვით.

საპროგნოზო სცენარები 2021-2050 და 2071-2100 წწ. პერიოდებისათვის შედგა კლიმატის რეგიონული მოდელის RegCM4-ის გამოყენებით. ძირითადად განხილულ იქნა შემდეგი კლიმატური ელემენტების სეზონური და წლიური მნიშვნელობები: ჰაერის ტემპერატურა, ნალექების ჯამი, ქარის საშუალო სიჩქარე, ფარდობითი ტენიანობა, ტემპერატურისა და ნალექების ექსტრემალური ინდექსები. დადგინდა, რომ გასული 50 წლის განმავლობაში საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე საშუალო წლიური ტემპერატურის მხოლოდ მატების ტენდენცია აღინიშნებოდა და მისი მაქსიმალური ნაზრდი აღმოსავლეთ საქართველოში დედოფლისწყაროშია (+0,7°C), დასავლეთ საქართველოში – ფოთში (+0,6°C).

პროგნოზის მიხედვით 2050 წლისათვის, 1986-2010 წლებთან შედარებით, ყველაზე მეტად აჭარის სანაპირო ზოლსა და მთიანი რეგიონებში დათბება (1,6÷1,7°C), ხოლო 2100 წლისათვის ტემპერატურის უდიდესი ნაზრდი (+4,2°C) ბათუმშია მოსალოდნელი.

ნალექთა წლიურმა ჯამმა 1961-2010 წლებში ყველაზე მეტად სვანეთის დაბალმთიან ზონასა და აჭარის შუა მთიანეთში მოიმატა (+14%). ზოგადად, დასავლეთ საქართველოს უმეტეს რაიონებში ნალექების მატება მოხდა, აღმოსავლეთ საქართველოში კი – 6-8%-იანი კლება.

**I ზონის სუბტროპიკულ კლიმატის ნოტიო რელიეფი (დასავლეთი ნაპირიდან)**

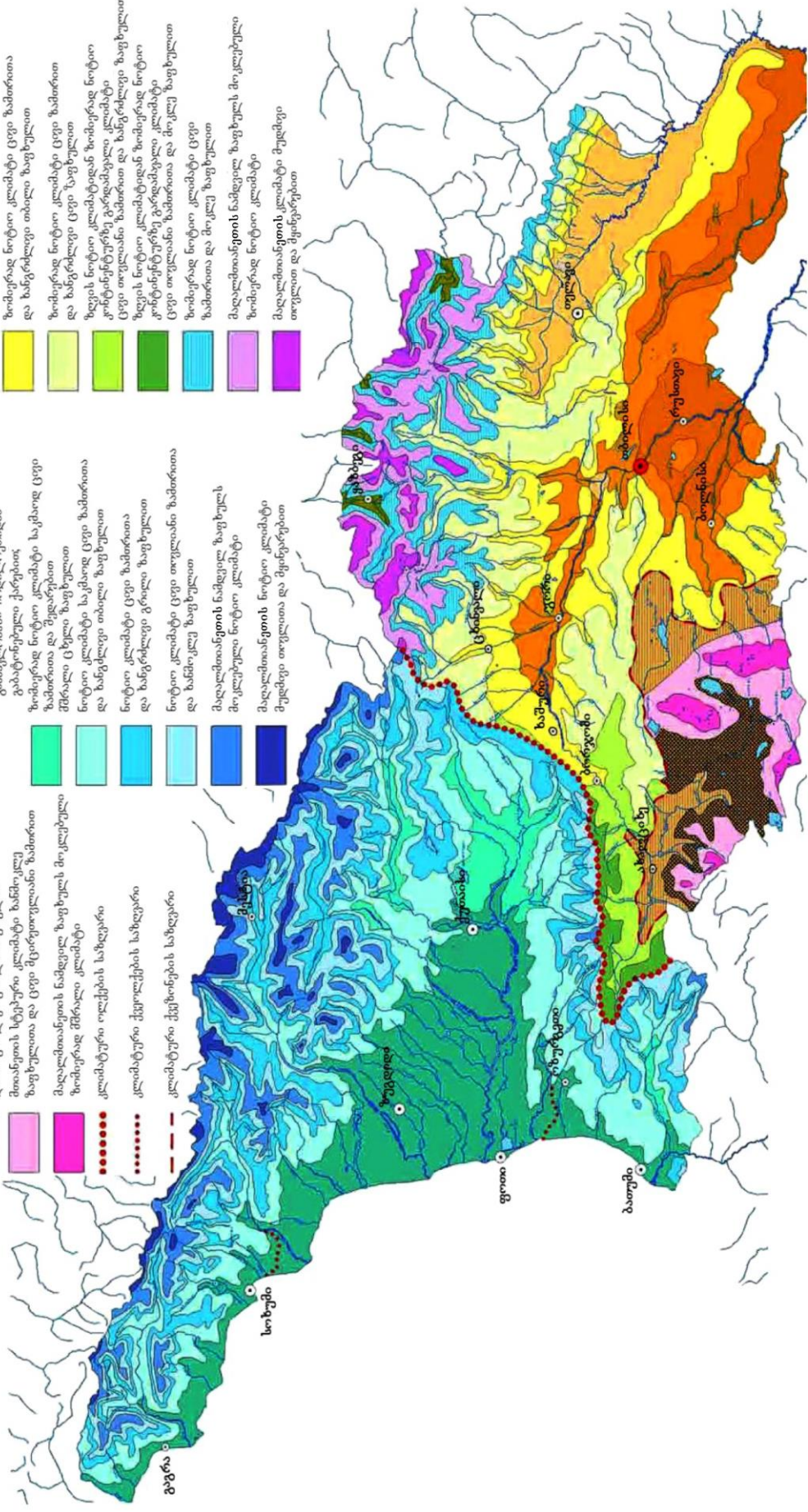
- ზომიერად ცივი ნოტიო ზამთრით და ხანგრძლივი თბილი ზაფხულით აღინიშნება
- მაღალმთიანი სტეპური კლიმატი
- ცივი მკერფოვანი ზამთრით და ხანგრძლივი თბილი ზაფხულით
- შიაქეთის სტეპური კლიმატი (ცივი მკერფოვანი ზამთრით და ხანგრძლივი გრილი ზაფხულით)
- შიაქეთის სტეპური კლიმატი ხანმოკლე ზაფხულითა და ცივი მკერფოვანი ზამთრით
- მაღალმთიანეთის ნამდვილ ზაფხულს მოკლე ზომიერად მშრალი კლიმატი
- კლიმატური ოლქების საზღვარი
- კლიმატური ქვეოლქების საზღვარი
- კლიმატური ქვეზონების საზღვარი

**II ზონის სუბტროპიკულ კლიმატის ნოტიო რელიეფი (დასავლეთი ნაპირიდან)**

- ზღვის ნოტიო კლიმატი, რბილი, თბილი, უოვლი ზამთრით და ცხელი ზაფხულით
- ა) კონტინენტური კლიმატი, მშრალი ზღვის გემსკლიანი ხევიდან გეობატონური კარები
- ბ) ნოტიო ქვეზონი კარბი გეობატონური დამხასიათებელი მუხრები კარბით
- გ) ზომიერად ნოტიო კლიმატი, მშრალი ზღვის გემსკლიანი ხევიდან გეობატონური კარბით
- გეობატონური კარბით
- ზომიერად ნოტიო კლიმატი საკმაოდ ცივი ზამთრითა და შედარებით მშრალი ცხელი ზაფხულით
- ნოტიო კლიმატი საკმაოდ ცივი ზამთრითა და ხანგრძლივი თბილი ზაფხულით
- ნოტიო კლიმატი ცივი ზამთრითა და ხანგრძლივი ცხელი ზაფხულით
- ნოტიო კლიმატი ცივი თბილი ზამთრითა და ხანმოკლე ზაფხულით
- მაღალმთიანეთის ნამდვილ ზაფხულს მოკლე ზომიერად ნოტიო კლიმატი
- მაღალმთიანეთის ნოტიო კლიმატი მუდმივ თბილია და მყინვარებით

**III ზონის სუბტროპიკულ კლიმატის ნოტიო რელიეფი (აღმოსავლეთი ნაპირიდან)**

- ზომიერად მშრალი სტეპური კლიმატი ცხელი ზაფხულით
- ზომიერად თბილი სტეპურიდან ზომიერად ნოტიო გარდაბალი კლიმატი ცხელი ზაფხულით
- ზომიერად ნოტიო კლიმატი ზომიერად ცივი ზამთრითა და ცხელი ზაფხულით
- ზომიერად ნოტიო კლიმატი ცივი ზამთრითა და ხანგრძლივი თბილი ზაფხულით
- ზომიერად ნოტიო კლიმატი ცივი ზამთრით და ხანგრძლივი ცივი ზაფხულით
- ზევის ნოტიო კლიმატიდან ზომიერად ნოტიო კონტინენტურ გარდაბალი კლიმატი ცივი თბილია ზამთრით და ხანგრძლივი ზაფხულით
- ზევის ნოტიო კლიმატიდან ზომიერად ნოტიო კონტინენტურ გარდაბალი კლიმატი ცივი თბილია ზამთრითა და მოკლე ზაფხულით
- ზომიერად ნოტიო კლიმატი ცივი ზამთრითა და მოკლე ზაფხულით
- მაღალმთიანეთის ნამდვილ ზაფხულს მოკლე ზომიერად ნოტიო კლიმატი
- მაღალმთიანეთის კლიმატი მუდმივ თბილია და მყინვარებით



სურ. 11.1. საქართველოს კლიმატური რუკა

პროგნოზის თანახმად, 2050 წლამდე დასავლეთ საქართველოში ნალექთა მატების მდგრადი ტრენდებია მოსალოდნელი, რის შემდეგაც მთელ ტერიტორიაზე იწყება ნალექების შემცირება და 2100 წლისათვის 10-20%-ს მიაღწევს.

ჰაერის ფარდობითმა ტენიანობამ 1961-2010 წლებში საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე დაახლოებით 2%-ით მოიმატა, თუმცა 2050-2100 წლებისათვის მოსალოდნელია ამ ტრენდის დაღმავალი მიმართულებით შეცვლა, გარდა რამდენიმე გამონაკლისი სადგურისა (მესტია, ხაიში, ქედა).

ქარის საშუალო წლიურმა სიჩქარემ მთელ ტერიტორიაზე მნიშვნელოვნად დაიკლო და, პროგნოზის თანახმად, ეს კლება საუკუნის ბოლომდე გაგრძელდება. განვლილი პერიოდის მეორე ნახევარში (1986-2010 წწ.) ყინვიანი დღეების რაოდენობის შემცირება აღინიშნებოდა ქვეყნის მთელ ტერიტორიაზე, გარდა ზემო და ქვემო სვანეთის რაიონებისა. საშუალო ტემპერატურის, ძალიან ცხელი დღეებისა და ტროპიკული ღამეების ზრდასთან ერთად, საუკუნის ბოლოსათვის ყინვიანი დღეები ძირითადად მხოლოდ მთიანი ტერიტორიებისათვის იქნება დამახასიათებელი.

ქვემოთ მოცემულია არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები და მეტეოროლოგიური პროგნოზი საქართველოს მუნიციპალიტეტების მიხედვით.

## 1. კახეთის რეგიონი

### 1.1. ახმეტის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $2,9 \div 5,0^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $12 \div 14^{\circ}\text{C}$ ; ნალექების ჯამი: წლიური –  $817 \div 968$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $304 \div 345$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $1 \div 2$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,48 \div 1,49^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,68 \div 1,71^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $2,98 \div 2,36$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $7,17 \div 4,57$  მმ; ქარის სიჩქარის ზრდა –  $1,5$  მ/წმ.

✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,52 \div 3,84^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,34 \div 4,44^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $11,16 \div 10,27$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $21,65 \div 16,45$  მმ; ქარის სიჩქარის ზრდა –  $1,2$  მ/წმ.

### 1.2. თელავის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $5,7 \div 7,1^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $17,3 \div 18,4^{\circ}\text{C}$ ; ნალექების ჯამი: წლიური –  $817 \div 968$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $253 \div 303$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $1 \div 2$  მ/წმ.

• მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,53 \pm 1,55^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,72 \pm 1,77^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $8,56 \pm 6,08$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $14,76 \pm 11,07$  მმ; ქარის სიჩქარის ზრდა –  $1,3$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,88 \pm 3,92^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,54 \pm 4,61^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $18,65 \pm 16,64$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $25,79 \pm 23,35$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,6$  მ/წმ.

1.3. გურჯაანის მუნიციპალიტეტი

• არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $10,5 \pm 11,3^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $21,7 \pm 22,4^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $555 \pm 672$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $220 \pm 257$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $1 \pm 2$  მ/წმ.

• მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,59 \pm 1,61^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,78 \pm 1,85^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $9,79 \pm 8,57$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $14,76 \pm 11,07$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,9$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,93 \pm 3,98^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,62 \pm 4,69^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $18,65 \pm 16,64$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $23,34 \pm 20,66$  მმ; ქარის სიჩქარის მატება –  $0,2$  მ/წმ.

1.4. ყვარლის მუნიციპალიტეტი

• არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $9,4 \pm 10,4^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $18,5 \pm 19,1^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $817 \pm 968$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $253 \pm 303$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $1 \pm 2$  მ/წმ.

• მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,53 \pm 1,55^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,72 \pm 1,77^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $9,79 \pm 8,57$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $14,76 \pm 11,07$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,88 \pm 3,92^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,45 \pm 4,53^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $18,65 \pm 16,64$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $25,79 \pm 23,35$  მმ; ქარის სიჩქარის მატება –  $0,2$  მ/წმ.



### 1.5. ლაგოდეხის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $9,4\pm 10,4^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $19,8\pm 20,7^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $817\pm 968$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $220\pm 257$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $1\pm 2$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,53\pm 1,55^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,78\pm 1,85^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $9,79\pm 8,57$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $14,76\pm 11,07$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,88\pm 3,92^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $4,45\pm 4,53^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $18,65\pm 16,64$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $25,79\pm 23,35$  მმ;  
ქარის სიჩქარის მატება –  $0,2$  მ/წმ.

### 1.6. სიღნაღის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $12,5\pm 15,3^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $22,5\pm 23,0^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $673\pm 816$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $203\pm 219$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $1\pm 2$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,59\pm 1,61^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,86\pm 1,95^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $9,79\pm 8,57$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $14,76\pm 11,07$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,9$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,93\pm 3,98^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $4,70\pm 4,76^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $16,63\pm 13,88$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $21,66\pm 16,45$  მმ;  
ქარის სიჩქარის მატება –  $0,2$  მ/წმ.

### 1.7. დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $10,5\pm 11,3^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $21,7\pm 22,8^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $673\pm 816$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $203\pm 219$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $1\pm 3$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,59\pm 1,61^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,86\pm 1,95^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $8,56\pm 6,08$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $14,76\pm 11,07$  მმ;

ქარის სიჩქარის კლება – 0,9 მ/წმ.

- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,88 \pm 3,92^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,62 \pm 4,69^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $13,87 \pm 12,04$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $16,45 \pm 10,15$  მმ;  
ქარის სიჩქარის მატება – 0,2 მ/წმ.

### 1.8. საგარეჯოს მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $10,5 \pm 11,3^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $19,8 \pm 20,7^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $555 \pm 672$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $176 \pm 202$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2 \pm 4$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,59 \pm 1,61^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,86 \pm 1,95^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $9,79 \pm 8,57$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $14,76 \pm 11,07$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება – 0,9 მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,93 \pm 3,98^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,77 \pm 4,86^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $18,65 \pm 16,64$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $25,79 \pm 23,35$  მმ;  
ქარის სიჩქარის მატება – 0,2 მ/წმ.

## 2. მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი

### 2.1. მცხეთის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $9,4 \pm 10,4^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $18,5 \pm 17,7^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $555 \pm 672$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $176 \pm 202$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $3 \pm 5$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,53 \pm 1,55^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,78 \pm 1,85^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $4,60 \pm 3,74$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $3,21 \pm 2,04$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება – 0,7 მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,85 \pm 3,87^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,54 \pm 4,61^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $13,87 \pm 12,04$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $10,14 \pm 3,01$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება – 0,2 მ/წმ.

### 2.2. დუშეთის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $2,9 \pm 5,0^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $12,0 \pm 14,0^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების ჯამი: წლიური – 967÷1181 მმ, ზაფხულის თვეების – 304÷345 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 1÷3 მ/წმ.

• მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,45÷1,47°C, ზაფხულის თვეებში – 1,62÷1,67°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 2,93÷2,36 მმ, ზაფხულის თვეებში – 4,54÷3,25 მმ; ქარის სიჩქარის მატება – 0,4 მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,78÷3,81°C, ზაფხულის თვეებში – 4,34÷4,44°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 11,16÷10,27 მმ, ზაფხულის თვეებში – 21,66÷16,45 მმ; ქარის სიჩქარის მატება – 0,6 მ/წმ.

2.3. თიანეთის მუნიციპალიტეტი

• არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – 5,1÷7,1°C, ზაფხულის თვეებში – 14,4÷15,7°C;  
ნალექების ჯამი: წლიური – 817÷966 მმ, ზაფხულის თვეებში – 257÷303 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 1÷3 მ/წმ.

• მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,52°C, ზაფხულის თვეებში – 1,72÷1,77°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 8,56÷6,08 მმ, ზაფხულის თვეებში – 11,06÷7,21 მმ; ქარის სიჩქარის მატება – 0,4 მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,85÷3,87°C, ზაფხულის თვეებში – 4,54÷4,6°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 180,65÷16,64 მმ, ზაფხულის თვეებში – 23,34÷20,66 მმ; ქარის სიჩქარის მატება – 0,2 მ/წმ.

2.4. ყაზბეგის მუნიციპალიტეტი

• არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – -0,7÷+1,0°C, ზაფხულის თვეებში – 9,8÷11,9°C;  
ნალექების ჯამი: წლიური – 1182÷1315 მმ, ზაფხულის თვეებში – 304÷345 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 3÷5 მ/წმ.

• მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,35÷1,40°C, ზაფხულის თვეებში – 1,57÷1,61°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 0,14÷2,87 მმ, ზაფხულის თვეებში მატება – 2,23÷6,03 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 0,4 მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,73÷3,77°C, ზაფხულის თვეებში – 4,14÷4,33°C;

ნალექების კლება: წლიური –  $4,15 \div 1,59$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $10,14 \div 3,01$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,3$  მ/წმ.

### 3. ქვემო ქართლის რეგიონი

#### 3.1. გარდაბნის მუნიციპალიტეტი

- არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $11,4 \div 12,4^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $21,7 \div 22,4^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $471 \div 554$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $156 \div 175$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $3 \div 5$  მ/წმ.

- მეტეოროლოგიური პროგნოზი

✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,59 \div 1,61^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,86 \div 1,95^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $8,56 \div 6,08$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $11,06 \div 7,18$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,7$  მ/წმ.

✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,93 \div 3,98^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,88 \div 4,86^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $16,63 \div 13,88$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $21,65 \div 16,45$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,6$  მ/წმ.

#### 3.2. მარნეულის მუნიციპალიტეტი

- არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $11,4 \div 12,4^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $21,7 \div 22,4^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $471 \div 554$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $156 \div 175$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $4 \div 6$  მ/წმ.

- მეტეოროლოგიური პროგნოზი

✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,54 \div 1,58^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,86 \div 1,95^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $8,56 \div 6,08$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $11,06 \div 7,18$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,7$  მ/წმ.

✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,85 \div 3,87^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,77 \div 4,86^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $16,63 \div 13,88$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $23,34 \div 20,66$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,6$  მ/წმ.

#### 3.3. ბოლნისის მუნიციპალიტეტი

- არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $10,5 \div 11,3^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $20,3 \div 21,6^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $555 \div 672$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $175 \div 202$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $1 \div 3$  მ/წმ.

**• მეტეოროლოგიური პროგნოზი**

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,53\pm 1,55^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,86\pm 1,95^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $4,60\pm 3,74$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $11,06\pm 7,18$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,7$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,82\pm 3,84^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,70\pm 4,76^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $16,63\pm 13,88$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $23,34\pm 20,66$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,6$  მ/წმ.

**3.4. დმანისის მუნიციპალიტეტი**

**• არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები**

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $5,1\pm 7,1^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $14,4\pm 15,7^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $555\pm 672$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $203\pm 219$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2\pm 4$  მ/წმ.

**• მეტეოროლოგიური პროგნოზი**

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,50^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,72\pm 1,77^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $4,60\pm 3,74$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $11,06\pm 7,18$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,7$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,82\pm 3,84^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,45\pm 4,53^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $16,63\pm 13,88$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $23,34\pm 20,66$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,6$  მ/წმ.

**3.5. თეთრიწყაროს მუნიციპალიტეტი**

**• არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები**

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $8,7\pm 9,3^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $17,3\pm 18,4^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $555\pm 672$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $176\pm 202$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2\pm 4$  მ/წმ.

**• მეტეოროლოგიური პროგნოზი**

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,50^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,78\pm 1,85^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $2,93\pm 2,36$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $3,21\pm 2,04$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,7$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,73\pm 3,77^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,45\pm 4,61^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $10,26\pm 9,09$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $10,14\pm 3,01$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,6$  მ/წმ.

### 3.6. წალკის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $2,9\pm 5,0^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $12,0\pm 14,0^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $555\pm 672$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $203\pm 219$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $1\pm 3$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,48\pm 1,49^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,68\pm 1,71^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $1,85\pm 0,98$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $2,03\pm 0,14$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,4$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,73\pm 3,77^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $4,34\pm 4,44^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $9,08\pm 7,45$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $16,45\pm 10,15$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,6$  მ/წმ.

### 4. შიდა ქართლის რეგიონი

#### 4.1. გორის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $5,1\pm 7,2^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $15,8\pm 17,2^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $673\pm 816$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $203\pm 219$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $3\pm 5$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,48\pm 1,49^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,68\pm 1,71^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $3,73\pm 2,94$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $3,21\pm 2,04$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $1,9$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,82\pm 3,84^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $4,45\pm 4,53^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $13,87\pm 12,04$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $21,66\pm 16,45$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $2,2$  მ/წმ.

#### 4.2. კასპის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $9,4\pm 10,4^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $18,5\pm 19,7^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $471\pm 554$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $179\pm 202$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $3\pm 5$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,50^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,72\pm 1,77^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური – 2,93÷2,36 მმ, ზაფხულის თვეებში – კლება – 0,13, მატება – 2,22 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 0,3 მ/წმ.

- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,73÷3,77°C, ზაფხულის თვეებში – 4,45÷4,53°C;

ნალექების კლება: წლიური – 10,26÷9,09 მმ, ზაფხულის თვეებში – 10,14÷3,01 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 1,7 მ/წმ.

#### 4.3. ქარელის მუნიციპალიტეტი

- არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – 7,2÷8,6°C, ზაფხულის თვეებში – 17,3÷18,4°C;

ნალექების ჯამი: წლიური – 673÷816 მმ, ზაფხულის თვეებში – 179÷202 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 3÷5 მ/წმ.

- მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,51°C, ზაფხულის თვეებში – 1,68÷1,71°C;

ნალექების კლება: წლიური – 3,73÷2,94 მმ, ზაფხულის თვეებში – 4,54÷3,25 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 1,9 მ/წმ.

- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,78÷2,94°C, ზაფხულის თვეებში – 4,45÷4,53°C;

ნალექების კლება: წლიური – 16,63÷13,88 მმ, ზაფხულის თვეებში – 27,86÷25,80 მმ; ქარის სიჩქარის მატება – 2,0 მ/წმ.

#### 4.4. ხაშურის მუნიციპალიტეტი

- არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – 8,7÷9,3°C, ზაფხულის თვეებში – 17,3÷18,4°C;

ნალექების ჯამი: წლიური – 817÷968 მმ, ზაფხულის თვეებში – 176÷202 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 2÷4 მ/წმ.

- მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,48÷1,49°C, ზაფხულის თვეებში – 1,62÷1,67°C;

ნალექების კლება: წლიური – 2,93÷2,36 მმ, ზაფხულის თვეებში – 3,21÷2,04 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 1,9 მ/წმ.

- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,73÷3,77°C, ზაფხულის თვეებში – 4,34÷4,44°C;

ნალექების კლება: წლიური – 13,87÷12,04 მმ, ზაფხულის თვეებში – 30,93÷27,85 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 1,1 მ/წმ.

### 5. სამცხე-ჯავახეთის რეგიონი

#### 5.1. ბორჯომის მუნიციპალიტეტი

- არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – 2,9÷5,0°C, ზაფხულის თვეებში – 12,0÷14,0°C;

ნალექების ჯამი: წლიური – 817±966 მმ, ზაფხულის თვეებში – 220±252 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 1±3 მ/წმ.

**• მეტეოროლოგიური პროგნოზი**

✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,51°C, ზაფხულის თვეებში – 1,62±1,67°C;

ნალექების კლება: წლიური – 2,35±1,86 მმ, ზაფხულის თვეებში – 4,54±3,25 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 1,1 მ/წმ.

✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,85±3,87°C, ზაფხულის თვეებში – 4,45±4,53°C;

ნალექების კლება: წლიური – 10,26±9,09 მმ, ზაფხულის თვეებში – 25,79±23,35 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 1,7 მ/წმ.

**5.2. ახალციხის მუნიციპალიტეტი**

**• არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები**

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – 2,9±5,0°C, ზაფხულის თვეებში – 12,0±14,0°C; ნალექების ჯამი: წლიური – 555±672 მმ, ზაფხულის თვეებში – 203±219 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 1±3 მ/წმ.

**• მეტეოროლოგიური პროგნოზი**

✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,56±1,58°C, ზაფხულის თვეებში – 1,72±1,77°C;

ნალექების კლება: წლიური – 2,35±1,86 მმ, ზაფხულის თვეებში – 7,17±4,57 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 0,7 მ/წმ.

✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,99±4,06°C, ზაფხულის თვეებში – 4,70±4,76°C;

ნალექების კლება: წლიური – 10,26±9,09 მმ, ზაფხულის თვეებში – 30,93±27,85 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 0,1 მ/წმ.

**5.3. ასპინძის მუნიციპალიტეტი**

**• არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები**

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – 2,9±5,0°C, ზაფხულის თვეებში – 12,0±14,0°C; ნალექების ჯამი: წლიური – 555±672 მმ, ზაფხულის თვეებში – 176±202 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 1±3 მ/წმ.

**• მეტეოროლოგიური პროგნოზი**

✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,56±1,58°C, ზაფხულის თვეებში – 1,72±1,77°C;

ნალექების კლება: წლიური – 2,93±2,36 მმ, ზაფხულის თვეებში – 7,17±4,57 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 1,1 მ/წმ.

✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,99±4,06°C, ზაფხულის თვეებში – 4,70±4,76°C;



ნალექების კლება: წლიური – 9,8÷7,45 მმ, ზაფხულის თვეებში – 23,34÷20,66 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 1,1 მ/წმ.

#### 5.4. ადიგენის მუნიციპალიტეტი

##### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – 4,9÷6,8°C, ზაფხულის თვეებში – 12,0÷14,0°C; ნალექების ჯამი: წლიური – 674÷714 მმ, ზაფხულის თვეებში – 203÷219 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 1÷3 მ/წმ.

##### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,56÷1,58°C, ზაფხულის თვეებში – 1,68÷1,71°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 1,85÷0,98 მმ, ზაფხულის თვეებში – 7,17÷4,57 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 1,1 მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,99÷4,06°C, ზაფხულის თვეებში – 4,62÷4,69°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 10,26÷9,09 მმ, ზაფხულის თვეებში – 33,81÷30,94 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 0,6 მ/წმ.

#### 5.5. ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი

##### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – 2,9÷5,0°C, ზაფხულის თვეებში – 12,0÷14,0°C; ნალექების ჯამი: წლიური – 555÷672 მმ, ზაფხულის თვეებში – 176÷202 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 2÷4 მ/წმ.

##### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,56÷1,58°C, ზაფხულის თვეებში – 1,72÷1,77°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 2,35÷1,86 მმ, ზაფხულის თვეებში – 3,21÷2,04 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 1,1 მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,99÷4,06°C, ზაფხულის თვეებში – 4,62÷4,69°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 9,08÷7,45 მმ, ზაფხულის თვეებში – 21,65÷16,45 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 1,1 მ/წმ.

#### 5.6. ნინოწმინდის მუნიციპალიტეტი

##### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – -0,8÷+2,8°C, ზაფხულის თვეებში – 9,8÷11,9°C; ნალექების ჯამი: წლიური – 555÷672 მმ, ზაფხულის თვეებში – 203÷219 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 3÷5 მ/წმ.

##### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,53÷1,55°C, ზაფხულის

თვეებში –  $1,72 \div 1,77^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $3,73 \div 2,94$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $7,17 \div 4,57$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $1,1$  მ/წმ.

- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,99 \div 4,06^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,54 \div 4,61^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $13,87 \div 12,04$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $30,93 \div 27,85$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $1,1$  მ/წმ.

## 6. იმერეთის რეგიონი

### 6.1. ზესტაფონის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $13,4 \div 14,5^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $22,5 \div 23,5^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1316 \div 1535$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $304 \div 345$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2 \div 4$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,51^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,50 \div 1,56^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $6,07 \div 4,61$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $2,03 \div 0,14$  მმ; ქარის სიჩქარის ზრდა –  $0,4$  მ/წმ.

- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,32 \div 3,54^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,14 \div 4,33^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $13,87 \div 12,04$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $33,81 \div 30,94$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

### 6.2. თერჯოლის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $13,4 \div 14,5^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $22,5 \div 23,5^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1536 \div 1783$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $382 \div 431$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2 \div 4$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,51^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,50 \div 1,56^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $8,56 \div 6,08$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $7,17 \div 4,57$  მმ; ქარის სიჩქარის ზრდა –  $0,4$  მ/წმ.

- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,32 \div 3,54^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,14 \div 4,33^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $16,63 \div 13,88$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $36,87 \div 35,62$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

### 6.3. ბაღდათის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $7,2\div 9,6^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $15,8\div 17,2^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $817\div 966$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $253\div 303$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2\div 4$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,51^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,50\div 1,56^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $3,73\div 2,94$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $4,54\div 3,25$  მმ;  
ქარის სიჩქარის ზრდა –  $0,4$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,73\div 3,77^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $4,14\div 4,33^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $13,87\div 12,04$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $33,81\div 30,94$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

### 6.4. ვანის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $9,4\div 10,4^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $17,3\div 18,4^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1182\div 1315$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $253\div 303$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2\div 4$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,50^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,38\div 1,43^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $6,07\div 4,61$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $7,17\div 4,57$  მმ;  
ქარის სიჩქარის მატება –  $0,4$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,32\div 3,54^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $3,57\div 3,85^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $11,16\div 10,27$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $33,81\div 30,94$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

### 6.5. ხონის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $11,4\div 12,4^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $19,8\div 20,7^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1536\div 1783$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $382\div 431$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2\div 4$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,50^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,38\div 1,43^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $6,07\div 4,61$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $0,13\div 2,22$  მმ;  
ქარის სიჩქარის ზრდა –  $0,4$  მ/წმ.

- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,32 \pm 3,54^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $3,57 \pm 3,85^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $11,16 \pm 10,27$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $33,81 \pm 30,94$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

#### 6.6. სამტრედიის მუნიციპალიტეტი

##### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $13,4 \pm 14,5^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $21,7 \pm 22,4^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1316 \pm 1535$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $346 \pm 381$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2 \pm 4$  მ/წმ.

##### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,51^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,38 \pm 1,43^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $3,73 \pm 2,94$  მმ, ზაფხულის თვეებში მატება –  $0,13 \pm 2,22$  მმ; ქარის სიჩქარის ზრდა –  $0,4$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,32 \pm 3,54^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $3,57 \pm 3,85^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $10,26 \pm 9,09$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $35,61 \pm 33,82$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

#### 6.7. საჩხერის მუნიციპალიტეტი

##### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $7,2 \pm 8,6^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $15,8 \pm 17,2^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $817 \pm 966$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $253 \pm 303$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2 \pm 4$  მ/წმ.

##### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,51^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,62 \pm 1,67^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $3,73 \pm 2,94$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $2,03 \pm 0,14$  მმ; ქარის სიჩქარის ზრდა –  $0,4$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,85 \pm 3,87^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,45 \pm 4,53^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $13,87 \pm 12,04$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $33,81 \pm 30,94$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

#### 6.8. წყალტუბოს მუნიციპალიტეტი

##### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $11,4 \pm 12,4^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $20,8 \pm 21,6^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1536 \pm 1783$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $382 \pm 431$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $4 \pm 6$  მ/წმ.

• მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,50^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,38\div 1,43^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $8,56\div 6,08$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $3,21\div 2,04$  მმ;  
ქარის სიჩქარის ზრდა –  $0,4$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,32\div 3,54^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $3,57\div 3,85^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $13,87\div 12,04$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $35,61\div 33,82$  მმ;  
ქარის სიჩქარის ზრდა –  $0,5$  მ/წმ.

6.9. ტყიბულის მუნიციპალიტეტი

• არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $8,9\div 10,7^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $18,6\div 19,7^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1536\div 1783$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $382\div 431$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $4\div 6$  მ/წმ.

• მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,53\div 1,55^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,50\div 1,56^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $8,56\div 6,08$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $7,17\div 4,57$  მმ;  
ქარის სიჩქარის მატება –  $0,4$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,78\div 3,81^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,14\div 4,33^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $13,87\div 12,04$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $35,61\div 33,82$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

6.10. ჭიათურის მუნიციპალიტეტი

• არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $8,9\div 10,7^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $18,6\div 19,7^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $817\div 966$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $382\div 431$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2\div 4$  მ/წმ.

• მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,53\div 1,55^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,57\div 1,61^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $6,07\div 4,60$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $2,03\div 0,14$  მმ;  
ქარის სიჩქარის მატება –  $0,4$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,78\div 3,81^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,34\div 4,44^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $13,87\div 12,04$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $33,81\div 30,94$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

## 6.11. ხარაგაულის მუნიციპალიტეტი

### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $10,8 \pm 12,2^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $17,3 \pm 18,4^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $817 \pm 966$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $253 \pm 303$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2 \pm 4$  მ/წმ.

### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,51^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,57 \pm 1,61^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $2,93 \pm 2,36$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $0,13 \pm 2,22$  მმ;  
ქარის სიჩქარის მატება –  $0,4$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,73 \pm 3,77^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $4,34 \pm 4,44^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $11,16 \pm 10,27$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $30,93 \pm 27,85$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

## 7. რაჭა-ლეჩხუმის და ქვემო სვანეთის რეგიონი

### 7.1. ონის მუნიციპალიტეტი

### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $6,9 \pm 8,8^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $12,0 \pm 14,0^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1182 \pm 1315$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $304 \pm 345$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $1 \pm 3$  მ/წმ.

### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,48 \pm 1,49^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,62 \pm 1,67^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $2,35 \pm 1,86$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $2,03 \pm 0,14$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,9$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,88 \pm 3,92^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $4,54 \pm 4,61^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $7,44 \pm 5,82$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $30,93 \pm 27,85$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

### 7.2. ამბროლაურის მუნიციპალიტეტი

### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $8,9 \pm 10,7^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $14,1 \pm 15,7^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1182 \pm 1315$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $304 \pm 345$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $1 \pm 3$  მ/წმ.

### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,50^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,62 \pm 1,67^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $6,07 \pm 4,61$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $3,21 \pm 2,04$  მმ;

ქარის სიჩქარის კლება – 1,1 მ/წმ.

- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,88±3,92°C, ზაფხულის თვეებში – 4,54±4,61°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 10,26±9,09 მმ, ზაფხულის თვეებში – 30,93±27,85 მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება – 0,1 მ/წმ.

### 7.3. ლენტეხის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – 6,9±8,8°C, ზაფხულის თვეებში – 12,0±14,0°C;  
ნალექების ჯამი: წლიური – 1316±1533 მმ, ზაფხულის თვეებში – 346±381 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 1±3 მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,50°C, ზაფხულის თვეებში – 1,68±1,71°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 5,81±4,61 მმ, ზაფხულის თვეებში მატება – 16,45±10,15 მმ; ქარის სიჩქარის მატება – 0,9 მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,93±3,98°C, ზაფხულის თვეებში – 4,54±4,61°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 4,15±1,59 მმ, ზაფხულის თვეებში – 10,14±3,01 მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება – 0,3 მ/წმ.

### 7.4. ცაგერის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – 8,7±9,3°C, ზაფხულის თვეებში – 15,8±17,2°C;  
ნალექების ჯამი: წლიური – 1316±1533 მმ, ზაფხულის თვეებში – 346±381 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 1±3 მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,51°C, ზაფხულის თვეებში – 1,62±1,67°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 6,07±4,61 მმ, ზაფხულის თვეებში – 3,21±2,04 მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება – 0,2 მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,88±3,92°C, ზაფხულის თვეებში – 4,62±4,69°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 10,26±9,09 მმ, ზაფხულის თვეებში – 30,93±27,85 მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება – 0,1 მ/წმ.

## 8. სამეგრელო–ზემო სვანეთის რეგიონი

### 8.1. ზუგდიდის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – 13,4±14,5°C, ზაფხულის თვეებში – 22,5±23,5°C;  
ნალექების ჯამი: წლიური – 1536±1783 მმ, ზაფხულის თვეებში – 479±553 მმ; ქარის

საშუალო წლიური სიჩქარე – 2÷4 მ/წმ.

• მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,41÷1,44°C, ზაფხულის თვეებში – 1,35÷1,37°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 1,85÷0,98 მმ, ზაფხულის თვეებში მატება – 10,74÷16,44 მმ; ქარის სიჩქარის მატება – 0,9 მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,32÷3,54°C, ზაფხულის თვეებში – 3,57÷3,85°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 7,44÷5,82 მმ, ზაფხულის თვეებში – 30,93÷27,85 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 0,1 მ/წმ.

**8.2. აბაშის მუნიციპალიტეტი**

• არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – 13,4÷14,5°C, ზაფხულის თვეებში – 22,5÷23,5°C;  
ნალექების ჯამი: წლიური – 1536÷1783 მმ, ზაფხულის თვეებში – 382÷431 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 2÷4 მ/წმ.

• მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,41÷1,44°C, ზაფხულის თვეებში – 1,38÷1,43°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 1,85÷0,98 მმ, ზაფხულის თვეებში მატება – 0,13÷2,22 მმ; ქარის სიჩქარის მატება – 0,9 მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,32÷3,54°C, ზაფხულის თვეებში – 3,57÷3,85°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 9,08÷7,45 მმ, ზაფხულის თვეებში – 36,87÷35,62 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 0,1 მ/წმ.

**8.3. ხობის მუნიციპალიტეტი**

• არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – 13,4÷14,5°C, ზაფხულის თვეებში – 22,5÷23,5°C;  
ნალექების ჯამი: წლიური – 1536÷1783 მმ, ზაფხულის თვეებში – 479÷553 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 2÷4 მ/წმ.

• მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,35÷1,40°C, ზაფხულის თვეებში – 1,35÷1,37°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 0,97÷0,15 მმ, ზაფხულის თვეებში მატება – 0,13÷2,22 მმ; ქარის სიჩქარის მატება – 0,9 მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,18÷3,31°C, ზაფხულის თვეებში – 3,33÷3,56°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 7,44÷5,82 მმ, ზაფხულის თვეებში – 30,93÷27,85 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 0,1 მ/წმ.



#### 8.4. სენაკის მუნიციპალიტეტი

- არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $13,4\div 14,5^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $22,5\div 23,5^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1536\div 1783$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $432\div 478$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2\div 4$  მ/წმ.

- მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,41\div 1,44^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,35\div 1,37^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $0,97\div 0,15$  მმ, ზაფხულის თვეებში მატება –  $0,13\div 2,22$   
მმ; ქარის სიჩქარის მატება –  $0,9$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,32\div 3,54^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $3,57\div 3,85^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $9,08\div 7,45$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $33,81\div 30,94$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

#### 8.5. მარტვილის მუნიციპალიტეტი

- არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $12,3\div 13,5^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $17,3\div 18,4^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1534\div 1785$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $432\div 478$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2\div 4$  მ/წმ.

- მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,48\div 1,49^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,50\div 1,56^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $3,73\div 2,94$  მმ, ზაფხულის თვეებში მატება –  $0,13\div 2,22$   
მმ; ქარის სიჩქარის მატება –  $0,9$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,73\div 3,77^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $4,14\div 4,33^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $10,26\div 9,09$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $30,93\div 27,85$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

#### 8.6. ჩხოროწყუს მუნიციპალიტეტი

- არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $4,9\div 6,8^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $17,3\div 18,4^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1534\div 1785$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $432\div 478$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2\div 4$  მ/წმ.

- მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,48\div 1,49^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,50\div 1,56^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $2,35\div 1,86$  მმ, ზაფხულის თვეებში მატება –  $0,13\div 2,22$   
მმ; ქარის სიჩქარის მატება –  $0,9$  მ/წმ.

- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,78 \pm 3,81^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,14 \pm 4,33^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $9,08 \pm 7,45$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $27,84 \pm 25,80$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

### 8.7. წალენჯიხის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $6,9 \pm 8,8^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $17,3 \pm 18,4^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1534 \pm 1783$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $432 \pm 478$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $3 \pm 5$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,52^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,50 \pm 1,56^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $2,35 \pm 1,86$  მმ, ზაფხულის თვეებში მატება –  $2,23 \pm 6,03$  მმ; ქარის სიჩქარის მატება –  $0,9$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,85 \pm 3,87^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,14 \pm 4,33^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $9,08 \pm 7,45$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $30,93 \pm 27,85$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

### 8.8. მესტიის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $1,1 \pm 2,9^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $9,8 \pm 11,9^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1316 \pm 1533$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $382 \pm 431$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $1 \pm 3$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,52^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,62 \pm 1,67^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექები: წლიური კლებიდან  $0,14$  მმ მატებამდე  $2,87$  მმ, ზაფხულის თვეებში მატება –  $10,74 \pm 16,44$  მმ; ქარის სიჩქარის მატება –  $0,9$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,99 \pm 4,06^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,77 \pm 4,86^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $4,15 \pm 1,59$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $10,14 \pm 3,01$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

## 9. გურიის რეგიონი

### 9.1. ლანჩხუთის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $13,4 \pm 14,5^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $21,7 \pm 22,4^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1536 \pm 1783$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $432 \pm 478$  მმ; ქარის

საშუალო წლიური სიჩქარე – 2÷4 მ/წმ.

• მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,35÷1,40°C, ზაფხულის თვეებში – 1,35÷1,37°C;  
ნალექები: წლიური კლებიდან 0,14 მმ მატებამდე 2,87 მმ, ზაფხულის თვეებში მატება – 6,04÷10,73 მმ; ქარის სიჩქარის მატება – 0,4 მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,18÷3,31°C, ზაფხულის თვეებში – 3,33÷3,56°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 7,44÷5,82 მმ, ზაფხულის თვეებში – 36,87÷35,52 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 0,1 მ/წმ.

9.2. ოზურგეთის მუნიციპალიტეტი

• არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – 12,5÷15,3°C, ზაფხულის თვეებში – 18,5÷19,7°C;  
ნალექების ჯამი: წლიური – 1536÷1783 მმ, ზაფხულის თვეებში – 432÷478 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 1÷3 მ/წმ.

• მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,45÷1,47°C, ზაფხულის თვეებში – 1,38÷1,43°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 2,35÷1,86 მმ, ზაფხულის თვეებში მატება – 2,23÷6,03 მმ; ქარის სიჩქარის მატება – 0,4 მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,32÷3,54°C, ზაფხულის თვეებში – 3,57÷3,85°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 9,08÷7,45 მმ, ზაფხულის თვეებში – 23,34÷20,66 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 0,1 მ/წმ.

9.3. ჩოხატაურის მუნიციპალიტეტი

• არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური – 12,8÷14,5°C, ზაფხულის თვეებში – 18,5÷19,7°C;  
ნალექების ჯამი: წლიური – 1182÷1315 მმ, ზაფხულის თვეებში – 304÷345 მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე – 1÷3 მ/წმ.

• მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 1,51°C, ზაფხულის თვეებში – 1,44÷1,49°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 3,73÷2,94 მმ, ზაფხულის თვეებში – 3,24÷2,04 მმ; ქარის სიჩქარის მატება – 0,4 მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური – 3,32÷3,54°C, ზაფხულის თვეებში – 3,57÷3,85°C;  
ნალექების კლება: წლიური – 11,16÷10,27 მმ, ზაფხულის თვეებში – 33,81÷30,94 მმ; ქარის სიჩქარის კლება – 0,1 მ/წმ.

## 10. აჭარის რეგიონი

### 10.1. კობულეთის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $9,4\pm 10,5^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $17,3\pm 18,4^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1784\pm 2102$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $382\pm 431$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $1\pm 3$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,45\pm 1,47^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,38\pm 1,43^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $6,07\pm 4,61$  მმ, ზაფხულის თვეებში მატება –  $2,23\pm 6,03$   
მმ; ქარის სიჩქარის მატება –  $0,9$  მ/წმ.

✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,32\pm 3,54^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $3,57\pm 3,85^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $7,44\pm 5,82$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $35,61\pm 33,82$  მმ;  
ქარის სიჩქარის მატება –  $0,5$  მ/წმ.

### 10.2. ხელვაჩაურის მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $10,5\pm 11,3^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $18,5\pm 19,7^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $2103\pm 2521$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $432\pm 478$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $4\pm 6$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,45\pm 1,47^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,38\pm 1,43^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $6,07\pm 4,61$  მმ, ზაფხულის თვეებში მატება –  $0,13\pm 2,22$   
მმ; ქარის სიჩქარის მატება –  $0,9$  მ/წმ.

✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,32\pm 3,54^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $3,57\pm 3,85^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების კლება: წლიური –  $5,81\pm 4,16$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $35,61\pm 33,82$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,3$  მ/წმ.

### 10.3. ხულოს მუნიციპალიტეტი

#### • არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $4,9\pm 6,8^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $12,0\pm 14,0^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $967\pm 1181$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $220\pm 252$  მმ; ქარის  
საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2\pm 4$  მ/წმ.

#### • მეტეოროლოგიური პროგნოზი

✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,56\pm 1,58^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის  
თვეებში –  $1,68\pm 1,71^{\circ}\text{C}$ ;

ნალექების წლიური კლება  $0,14$  მმ-დან მატება  $2,87$  მმ-მდე, ზაფხულის თვეებში

კლება –  $4,56 \div 3,25$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,2$  მ/წმ.

- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,99 \div 4,06^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,62 \div 4,69^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $5,81 \div 4,16$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $27,86 \div 25,80$  მმ;  
ქარის სიჩქარის მატება –  $0,5$  მ/წმ.

#### 10.4. ქედის მუნიციპალიტეტი

- არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $8,9 \div 10,7^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $15,8 \div 17,2^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1786 \div 2101$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $346 \div 381$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $1 \div 3$  მ/წმ.

- მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,51^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,44 \div 1,49^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $0,97 \div 0,15$  მმ, ზაფხულის თვეებში მატება –  $0,13 \div 2,22$  მმ; ქარის სიჩქარის კლება –  $0,2$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,73 \div 3,77^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $3,57 \div 3,85^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $5,81 \div 4,16$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $33,81 \div 30,94$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,5$  მ/წმ.

#### 10.5. შუახევის მუნიციპალიტეტი

- არსებული საშუალო მრავალწლიური კლიმატური მონაცემები

ტემპერატურა: საშუალო წლიური –  $6,9 \div 8,8^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $12,0 \div 14,0^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების ჯამი: წლიური –  $1182 \div 1315$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $220 \div 252$  მმ; ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე –  $2 \div 4$  მ/წმ.

- მეტეოროლოგიური პროგნოზი

- ✓ 2021–2050 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $1,56 \div 1,58^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $1,62 \div 1,67^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების წლიური მატება –  $0,14 \div 2,87$  მმ, ზაფხულის თვეებში კლება –  $2,03 \div 0,14$  მმ; ქარის სიჩქარის მატება –  $0,9$  მ/წმ.
- ✓ 2071–2100 წწ. ტემპერატურის მატება: საშუალო წლიური –  $3,93 \div 3,98^{\circ}\text{C}$ , ზაფხულის თვეებში –  $4,54 \div 4,6^{\circ}\text{C}$ ;  
ნალექების კლება: წლიური –  $5,81 \div 4,16$  მმ, ზაფხულის თვეებში –  $25,79 \div 23,35$  მმ;  
ქარის სიჩქარის კლება –  $0,1$  მ/წმ.

## 11.2. სატყეო მეურნეობისა და ეკოსისტემების დაცვის რეკომენდაციები

ბუნებრივი რესურსების ინტეგრალურ მართვაში განსაკუთრებით დიდ როლს ასრულებს ტყის რესურსების გონივრული და რაციონალური გამოყენება. საქართველოს ეროვნული სატყეო კონცეფცია და ბიომრავალფეროვნების სტრატეგია არის იშვიათი იმ პოლიტიკურ დოკუმენტთაგან, რომლებიც, კლიმატის ცვლილების ფორმალური აღიარების გარდა, ამ გამოწვევის საპასუხოდ გვთავაზობენ გარკვეულ კონკრეტულ ქმედებებს. ბიომრავალფეროვნების კონცეფცია ასევე ასახელებს ტყის ეკოსისტემებს, როგორც ყველაზე უფრო მოწყვლადს კლიმატის ცვლილების მიმართ.

სატყეო კონცეფცია ხაზს უსვამს, რომ კლიმატის ცვლილებაზე დაგვიანებული რეაგირება ტყის ფართობებს კატასტროფული დეგრადაციის საფრთხეს შეუქმნის და გამოიწვევს ტყის იმ რესურსებისა და სასარგებლო ფუნქციების მკვეთრ რაოდენობრივ და ხარისხობრივ შემცირებას, რომლებზეც მოსახლეობის დიდი ნაწილია დამოკიდებული. ამ კონცეფციიდან და ჩატარებული კვლევიდან გამომდინარე, უნდა განხორციელდეს შემდეგი მნიშვნელოვანი ქმედებები:

- მომზადდეს საქართველოს ტყეების მდგომარეობის, ტყის რესურსებისა და საქართველოს ტყეებისგან მიღებული სარგებლის შესახებ სახელმწიფო ანგარიში, შემუშავდეს კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების უარყოფითი ზემოქმედებისადმი საქართველოს ტყეების ადაპტაციის შესაძლო სტრატეგია ეროვნულ და საერთაშორისო წყაროებში არსებული ინფორმაციის გამოყენებით;
- ტყის კორომებს მიენიჭოს კატეგორიები ტყის შედგენილობისა და კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის მიხედვით; შემუშავდეს და განხორციელდეს მოწყვლადი ტყის კორომებისთვის კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის გეგმები;
- შემუშავდეს და დამტკიცდეს ტყის სხვადასხვა ტიპის მდგრადი მართვის, მათ შორის, კლიმატის ცვლილებისადმი საქართველოს ტყეების ადაპტაციის, ზომებისა და სახელმძღვანელო პრინციპები;
- განხორციელდეს ტყის აღდგენა-გაშენება, ურბანული გარემოს გამწვანება, სატყეო პლანტაციებისა და, ზოგადად, ხეების, მათ შორის, ხეხილის ბაღების გაშენება, რაც შეიძლება გაკეთდეს გამოუყენებელ სასოფლო-სამეურნეო მიწებზეც;
- უზრუნველყოფილ იქნეს ტყის მართვის ორგანოებისა და ტყით მოსარგებელთა მოწყვლადობის შეფასება საუკეთესო მეთოდებით, აგრეთვე მათთვის ხის სახეობების გავრცელების გარემოს მახასიათებლებისა და წარმოშობის შესახებ ინფორმაციის მიწოდება; ამასთან დაკავშირებით, ტყეებსა და ტყის ფუნქციებზე კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების ზემოქმედების შესახებ და მასთან ადაპტაციის გზების თაობაზე კვლევითი პროგრამების განხორციელება.

გარდა ამისა, სასურველია:

- ტყის რესურსების კლიმატგონივრული გამოყენების პრაქტიკის დამკვიდრება გახდეს სატყეო მეურნეობის განვითარების სტრატეგიისა და სამოქმედო გეგმის მნიშვნელოვანი კომპონენტი;
- კვლევის შედეგად შეფასდეს კლიმატის ცვლილების ზეგავლენა სატყეო მეურნეობასა და ტყის ეკოსისტემებზე. შეიქმნას საინფორმაციო ბაზა კლიმატის ცვლილებითა და სტიქიური მოვლენებით გამოწვეული ნეგატიური ზეგავლენის შესახებ. პრაქტიკაში დაინერგოს აგროკლიმატური მონიტორინგის, ანალიზის, შედეგების და სხვა მონაცემების შესახებ ინფორმაციის მიწოდების სისტემა;
- შემუშავდეს და დამტკიცდეს კლიმატის ცვლილების მიმართ ტყის რესურსების მოწყვლადობის ინდიკატორები, რომელთა მიხედვითაც შეგროვდება არაკლიმატური მონაცემების ისტორიული რიგები, მათი გამოყენება შესაძლებელი იქნება ანალიზის, მათ შორის გეოინფორმაციულის დროსაც;
- გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროსთან კოორდინირებით შემუშავდეს ტყის ხანძრების საწინააღმდეგო მოქმედებათა გეგმა, სადაც გამიჯნული იქნება უწყებათა კომპეტენციები და გაიწერება ხანძრის დროს საჭირო ქმედებები;
- მთავარ რეკომენდაციად ჩაითვალოს ზემოთ აღნიშნულ საკითხებზე გაღრმავებული კვლევების ჩატარების აუცილებლობა. მომავალში ტყეების ადაპტაციისა და შემარბილებელი ქმედებების ერთიანი პაკეტი ხელს შეუწყობს კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული რისკების შემცირებას;
- საქართველოს ტყეებზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების შერბილებისა და კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებასთან საქართველოს ტყეების ადაპტაციის ზომებისა და სახელმძღვანელო პრინციპების შემუშავება და დამტკიცება;
- დეგრადირებული ტყის ფართობების დაზუსტება, აგრეთვე აღსადგენი და გასაშენებელი ფართობების გამოვლენა, შესაბამისი ღონისძიებების დაგეგმვა და განხორციელება;
- ახალი, თანამედროვე სანერგე მეურნეობების მოწყობა და კლიმატის ცვლილების მიმართ უფრო მდგრად სახეობებზე ორიენტაცია;
- ტყის ფართობისა და მისი პროდუქტიულობის გაზრდა, მათ შორის ქარსაცავი ზოლების მოწყობა;
- ტყის ხანძრების საწინააღმდეგო მოქმედებათა გეგმის შემუშავება, ხანძრის საწინააღმდეგო ღონისძიებების მონიტორინგისა და პრევენციის გაძლიერება.

მუნიციპალიტეტების დონეზე განსახორციელებელ აუცილებელ ქმედებებად ჩაითვალოს:

- ტყის ფართობების ინვენტარიზაცია და მის საფუძველზე შემუშავებული ტყის მართვის გეგმების განხორციელების ხელშეწყობა;
- ტყის ფართობების გაზრდის მიზნით სანერგე მეურნეობის მოწყობის ხელშეწყობა;

- ტყეების დაცვის მიზნით სათბობი შეშისა და სატყეო მიწებზე საქონლის ძოვების ხელმისაწვდომი ალტერნატივების გამოძებნა;
- სატყეო და მუნიციპალური ტერიტორიების საზღვრების გამიჯვნაში თანამშრომლობა ცენტრალური ხელისუფლების ორგანოებთან;
- ეროვნული სატყეო კონცეფციის პრინციპის – „ყველა ტყე ადგილობრივია“ – განხორციელებაში ხელშეწყობა;
- ადგილობრივი ტყეების მართვაში მუნიციპალიტეტების შესაძლებლობათა გაძლიერება მათთვის კანონით მინიჭებული უფლების განხორციელებისთვის;
- მუნიციპალიტეტების გამოუყენებელ ფართობებზე სწრაფი ტყე-კავვის მქონე სახეობების პლანტაციების გაშენება ტყეზე დატვირთვის შემცირებისა და მოსახლეობის შემთხვევით უზრუნველყოფის მიზნით.



## თავი XII. პრაქტიკული გაანგარიშების მაგალითები

### 12.1. რეგიონის ეკოლოგიურ-ეკონომიური სისტემის შეფასება

ადამიანის, როგორც ბუნების კანონზომიერი ევოლუციის უმაღლესი პროდუქტის სიცოცხლე, მთლიანად დამოკიდებულია ბუნებისა და მისი რესურსების დაცვაზე.

საზოგადოებასა და ბუნებრივ გარემოს შორის კავშირურთიერთობის გაანალიზების დროს მხედველობაშია მისაღები არა მარტო ის, რომ პირველი ახდენს გავლენას მეორეზე, არამედ ისიც, რომ ბუნებრივი გარემო, თავის მხრივ, ასევე ზემოქმედებს საზოგადოების განვითარებაზე.

ამასთან, ეს ზემოქმედება იმდენად ძლიერია, რომ აჩქარებს ან ანელებს საზოგადოების განვითარებას. მიუხედავად იმისა, რომ ამჟამად ბუნების გამოყენება მსოფლიო მასშტაბით ახალი ეკოლოგიური თვალსაზრისის საფუძველზე მიმდინარეობს, დღის წესრიგში მაინც მწვავედ დგას ეკოლოგიური პრობლემები.

გარემოს დაცვის, მისი რესურსების რაციონალურად გამოყენება უშუალოდ დაკავშირებულია ბუნებრივი ნედლეული რესურსების დამუშავებასა და მისი გამოყენების მეთოდებთან.

ბუნების გამოყენების ხარისხის ამაღლება კი დამოკიდებულია იმაზე, რომელი ხერხით ხორციელდება ბუნებრივი რესურსების დამუშავება.

წარმოდგენილ პრაქტიკული გაანგარიშების მაგალითებში განხილულია გარემოს დაცვის ეკონომიკურ-ეკოლოგიურ-მათემატიკური მოდელები, რომლებიც უზრუნველყოფს ბუნებრივი რესურსების გამოყენებისა და მათი კვლავწარმოების რაციონალური გზის შერჩევას.

პრაქტიკული გაანგარიშების მაგალითები მოყვანილია თეორიული და პრაქტიკული კვლევებისათვის აუცილებელი დამოუკიდებელი ჩვევების გამომუშავებისა და ცოდნის განმტკიცების მიზნით.

გარემოს დაცვის მრავალ შემთხვევაში რეგიონული ეკოლოგიურ-ეკონომიკური სისტემის შეფასებისას, ხშირად წარმოიშობა სიტუაცია, როდესაც პირველ ეტაპზე საჭიროა მეცნიერული პროგნოზირება, რომელიც განსაზღვრავს მომავალში მისი განვითარების მიმართულებას.

ამ ამოცანის გადაწყვეტისას ხშირად გამოიყენება მათემატიკური მოდელირება, რომელიც ცნობილია, როგორც „ევრისტიკული მოდელირება“. ზემოთ აღნიშნული მოდელირების ყველაზე მარტივი მიმართულება, რომელიც საშუალებას გვაძლევს, შევაფასოთ ეკოლოგიურ-ეკონომიკური სისტემის განვითარების მიმართულება, ე.წ. „ექსპერტთა შეფასების“ მეთოდია. ეს მეთოდი საშუალებას გვაძლევს, გამოვიყენოთ ცნობილ მეცნიერთა და ექსპერტთა მიერ დაგროვილი გამოცდილება ( $X$ ), რომელიც

ზემოთ აღნიშნული პროცესის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მრავალფაქტორიანი შეფასების საშუალებას იძლევა.

„ექსპერტთა შეფასების“ მეთოდის ალგორითმის შესადგენად საჭიროა:

1. ეკოლოგიურ-ეკონომიური სისტემის შესაფასებლად შევადგინოთ განმსაზღვრელი მაჩვენებლების ( $X_1$ ) სისტემა, რომელიც მოცემულია ცხრილში (იხ. 12.1 ცხრილი).

2. რეგიონში ბუნებისდაცვითი ღონისძიებების გადაწყვეტისათვის განვსაზღვროთ შეფასების დიაპაზონის (შდ) მაჩვენებელი:

$$(\text{შდ}) \geq 2n, \quad (12.1)$$

სადაც  $n$  არის ( $X_1$ )-ების რაოდენობა;

3. განვსაზღვროთ ექსპერტების მონაცემები მათი ერთად მუშაობის პირობებში;

4. შევავსოთ მატრიცები, რომელთა მნიშვნელობებსაც იძლევიან დამოუკიდებელი ექსპერტები;

5. განვსაზღვროთ ექსპერტთა მუშაობის თანხმობის  $W$  კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობაც იცვლება  $W = 0 \div 1$ ; როდესაც  $W = 0$ , მაშინ ექსპერტების მუშაობა არათანხმობადია და არსებობს გადაუჭრელი პრობლემა; თუ  $W = 1$ , მაშინ გვაქვს ექსპერტთა მუშაობის სრული თანხმობა და არ არსებობს გადაუჭრელი პრობლემა; როდესაც  $W = 0$ , მაშინ საჭიროა სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ჩატარება არსებული პრობლემების გადასაწყვეტად, ხოლო როდესაც  $W = 1$ , მაშინ სრულდება სისტემის დაპროექტება;

6. შევამოწმოთ ექსპერტთა მუშაობის თანხმობის  $W$  კოეფიციენტი სარწმუნო პროცესებისადმი და გამოვარკვიოთ ეკოლოგიურ-ეკონომიკური სისტემების შესაძლო შემთხვევები, როდესაც  $\chi^2_{\text{საანგ.}} > \chi^2_{\text{ცხრ.}}$  და  $\chi^2_{\text{საანგ.}} \leq \chi^2_{\text{ცხრ.}}$ .

ცხრილი 12.1.

ექსპერტთა შეფასების მატრიცა

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	ექსპერტები
$P_{1.1}$	$P_{1.2}$	$P_{1.3}$	$P_{1.4}$	$P_{1.5}$	$P_{1.6}$	1
$P_{2.1}$	$P_{2.2}$	$P_{2.3}$	$P_{2.4}$	$P_{2.5}$	$P_{2.6}$	2
$P_{3.1}$	$P_{3.2}$	$P_{3.3}$	$P_{3.4}$	$P_{3.5}$	$P_{3.6}$	3
$P_{4.1}$	$P_{4.2}$	$P_{4.3}$	$P_{4.4}$	$P_{4.5}$	$P_{4.6}$	4
$P_{5.1}$	$P_{5.2}$	$P_{5.3}$	$P_{5.4}$	$P_{5.5}$	$P_{5.6}$	5
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
$P_{8.1}$	$P_{8.2}$	$P_{8.3}$	$P_{8.4}$	$P_{8.5}$	$P_{8.6}$	8

განვიხილოთ ბუნების რაციონალური გამოყენების მიმართულების შერჩევა ექსპერტთა შეფასების მეთოდით.

დავუშვათ, რომ რეგიონის ხელმძღვანელობის წინაშე დგას პრობლემა – ბუნების დაცვის ღონისძიების ჩატარებისას გაიზარდოს ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ეფექტიანობა.

წარმოვიდგინოთ, რომ რეგიონის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური სისტემა შეიძლება დავახასიათოთ ექვსი განმსაზღვრელი მაჩვენებლით, ესენია:  $X_1$  – წარმოების ნარჩენების მოცულობა, რომელიც შეიცავს ტოქსიკურ ნივთიერებებს;  $X_2$  – კაპიტალური დაბანდების სიდიდე, რომელიც გამოყოფილია გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ჩასატარებლად;  $X_3$  – საკვლევ რეგიონში გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ჩამტარებული ორგანიზაციის დონე;  $X_4$  – მომსახურე კადრების კვალიფიკაცია,  $X_5$  – გარემოს ტრანსპორტით გაჭუჭყიანების დონე;  $X_6$  – საკვლევ რეგიონში გარემოს დამცავი ღონისძიებების კოოპერირების სხვა სახეები.

ოპტიმალური კრიტერიუმების მიზანია: გარემოსდაცვითი ღონისძიებების რენტაბელურობა.

დავუშვათ, მატრიცის რანგის შეფასების მაჩვენებელი მოიცავს ქულებს, რომლითაც განისაზღვრება რეგიონის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური სისტემა, რომელიც წარმოდგენილია ცხრილის სახით (იხ. ცხრ. 12.2).

### ცხრილი № 12.2

#### აპრიორული ინფორმაციის მატრიცა

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	ექსპერტების ჩამონათვალი	დამოუკიდებელი რანგის ჯამი
3	1	5	4	3	2	1-ლი ექსპერტი	$2 * 3 = 6$
5	3	4	4	1	2	მე-2 ექსპერტი	$2 * 4 = 8$
4	5	3	1	5	2	მე-3 ექსპერტი	$2 * 5 = 10$
5	3	1	3	2	2	მე-4 ექსპერტი	$2 * 3 + 2 * 2 = 10$
5	5	1	2	4	4	მე-5 ექსპერტი	$2 * 5 + 2 * 4 = 18$
4	1	2	2	4	3	მე-6 ექსპერტი	$4 * 2 + 2 * 2 = 12$
5	5	1	3	3	2	მე-7 ექსპერტი	$2 * 5 + 2 * 3 = 16$
3	4	3	4	3	5	მე-8 ექსპერტი	$3 * 3 + 2 * 4 = 17$
34	27	20	23	25	22		$\sum_j^{ni} T_j = 97$

1. განვსაზღვროთ  $p$  - ს საშუალო მნიშვნელობა ( $\bar{P}$ ):

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i = \frac{(34 + 27 + 20 + 23 + 25 + 22)}{6} = \frac{151}{6} = 25,2; \quad (12.2)$$

კვადრატული გადახრის ჯამი:

$$\Delta^2 = \sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2 = (34 - 25,2)^2 + (27 - 25,2)^2 + (20 - 25,2)^2 + (23 - 25,2)^2 + (25 - 25,2)^2 + (22 - 25,2)^2 = 77,44 + 3,24 + 27,04 + 4,84 + 0,04 + 10,24 = 122,84 \quad ; \quad (12.3)$$

დამოუკიდებელი რანგის ჯამი უდრის:

$$\sum_{i=1}^{ik} T_i = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8 = 6 + 8 + 10 + 10 + 18 + 12 + 16 + 17 = 97;$$

სადაც,  $T_1 = 2 * 3 = 6$ ;  $T_2 = 2 * 4 = 8$ ;  $T_3 = 2 * 5 = 10$ ;  $T_4 = 2 * 3 + 2 * 2 = 10$ ;

$T_5 = 2 * 3 + 2 * 2 = 10$ ;  $T_6 = 2 * 5 + 2 * 4 = 18$ ;  $T_7 = 2 * 5 + 2 * 3 = 16$ ;  $T_8 = 3 * 3 + 2 * 4 = 17$ ;

განვსაზღვროთ თანხმობის კოეფიციენტი ექსპერტებს შორის, რომლის მნიშვნელობაც იცვლება 0-დან 1-მდე:

$$W = \frac{\Delta^2}{\frac{1}{2} mn(n^3 - 1) - m \sum_{j=1}^{ni} T_j} = \frac{122,84}{\frac{1}{2} 6 \cdot 8(6^3 - 1) - 8 \cdot 97} = 0,028. \quad (12.4)$$

თანხმობის კოეფიციენტის საიმედოობის დონე  $X^2$  განაწილების მიხედვით გაანგარიშებულ და ცხრილიდან აღებულ მნიშვნელობებს შორის, ტოლია:

$$\chi^2_{\text{განგ.}} = \frac{\Delta^2}{\frac{1}{2} mn(n^3 - 1) - \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n T_j} = \frac{122,84}{\frac{1}{2} 6 \cdot 8(6^3 - 1) - \frac{1}{6-1} \cdot 97} = 0,024. \quad (12.5)$$

განვიხილოთ სამი შემთხვევა:

ა)  $\chi^2_{\text{განგ.}} < \chi^2_{\text{ცხრ.}}$  – თანხმობის კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობა მაღალი საიმედოობის დონეზეა;

ბ)  $\chi^2_{\text{განგ.}} = \chi^2_{\text{ცხრ.}}$  – თანხმობის კოეფიციენტი საიმედოობის ზღვარზეა;

გ)  $\chi^2_{\text{განგ.}} > \chi^2_{\text{ცხრ.}}$  – თანხმობის კოეფიციენტი არასაიმედოობის დონეზეა.

$\chi^2_{\text{ცხრ.}}$  – აიღება მათემატიკური სტატისტიკის ცნობარიდან (იხ. დანართი 1). უნდა აღინიშნოს, რომ თუ ექსპერტმა რაიმე პროცესის შეფასებისას ჩაწერა ერთი და იგივე ნიშანი ორზე მეტჯერ, მაშინ ასეთი ექსპერტის შეფასება არ მიიღება მხედველობაში, ხშირ შემთხვევაში ასეთ ექსპერტს ცვლიან სხვა პირით.

$\chi^2$  -ის განაწილების რიცხვითი მნიშვნელობა მოცემულ შემთხვევაში, როდესაც თავისუფლების ხარისხია 5, 95%-იანი უზრუნველყოფის საიმედოობისას ტოლია  $\chi^2_{\text{ცხრ.}} = 1,145 \approx 1,15$  (იხ. დანართი 1).

ამრიგად, მივიღეთ რომ  $0,024 < 1,15$  ( $\chi^2_{გაანგ} < \chi^2_{ცხრ}$ ). მაშასადამე გვაქვს „ა“ შემთხვევა, ე.ი თანხმობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა მაღალი საიმედოობის დონეზეა.

## 12.2. გარემოს დაცვის ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი

საჭიროა საკვლევ ობიექტზე მიღებული ალგორითმით მოვახდინოთ მიმდინარე ბუნებრივი პროცესების მათემატიკური მოდელირება. ქვემოთ მოყვანილი საანგარიშო დამოკიდებულებებით შესაძლებელია მოცემულ ტერიტორიაზე მიმდინარე პროცესების ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელირება შემდეგი დაშვებების გათვალისწინებით: ა) ყველა სტატისტიკური განმსაზღვრელი და რეზულტატური მაჩვენებლები, ე.ი. შემთხვევითი სიდიდეები, ემორჩილებიან ნორმალური განაწილების კანონს.

### ცხრილი 12.3

სტატისტიკური მონაცემების ციკლური მატრიცა

ციკლის ნომერი	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$Y_1$	$Y_2$	(X)-ების საშ. მნიშვ.
1	0,11	1,74	0,37	0,03	0,01	0,41	0,33	0,17	0,27	$\bar{X}_1 = 0,86$
	1,21	0,52	0,97	2,11	0,10	0,08	0,15	0,25	0,35	$\bar{X}_2 = 1,29$
	2,17	0,87	1,21	3,77	0,41	1,17	0,24	0,11	0,22	$\bar{X}_3 = 0,58$
	0,91	3,17	2,55	0,99	0,88	0,32	0,47	0,14	0,24	$\bar{X}_4 = 0,63$
	2,11	0,15	0,15	1,00	0,91	0,81	0,65	0,23	0,35	
2	0,64	2,50	0,66	0,10	0,03	0,77	0,19	0,37	0,47	$\bar{X}_5 = 0,25$
	0,65	0,46	0,71	0,09	0,14	0,86	0,21	0,35	0,45	$\bar{X}_6 = 0,56$
	0,48	0,21	0,22	0,15	0,16	0,53	1,17	0,21	0,23	$\bar{X}_7 = 1,03$
	0,36	1,50	0,11	0,12	0,07	0,48	2,15	0,26	0,37	
	0,53	2,00	0,14	0,09	0,11	0,51	3,00	0,33	0,43	
3	0,57	1,32	0,43	0,17	0,09	0,31	0,21	0,38	0,27	
	0,90	1,23	0,54	0,08	0,18	0,32	0,27	0,57	0,77	
	0,58	0,88	0,08	0,14	0,20	0,95	2,17	0,73	0,83	
	0,87	1,74	0,30	0,31	0,21	0,13	3,00	0,61	0,95	

განსაზღვრული პერიოდის სტატისტიკური მაჩვენებლები მოყვანილია 12.3 ცხრილში. პროცესის განმსაზღვრელი ფაქტორების რაოდენობად ვიღებთ შვიდ მაჩვენებელს, ხოლო რეზულტატურ გეგმურ მაჩვენებელს ვირჩევთ:

$Y_1$  – გარემოს დაცვითი ღონისძიებების რენტაბელობის მაჩვენებელია;  $Y_2$  – წარმოების პროცესში გამოყენებული ბუნებრივი რესურსების რაოდენობა.

პროცესის განმსაზღვრელი ნატურალური მნიშვნელობები გადავიყვანოთ სტანდარტულ ფორმაში შემდეგი ფორმულით:

$$\frac{(X_{1max} - X_{1min})}{\Delta X_i} = 1. \quad (12.6)$$

ექსპერიმენტის საბოლოო მნიშვნელობები ( $X_i$ ) სტანდარტული წრფივი ფორმით იქნეს მნიშვნელობებს +1 ან -1 -ს შორის (იხ. ცხრ. 12.2). შემთხვევითი სიდიდეების ( $Y_i$ ) მათემატიკური ლოდინი ( $b_n$ ) იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$b_n = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m Y_j = \frac{1}{15} \sum_{j=1}^{is} Y_j. \quad (12.7)$$

**ცხრილი 12.4**

**სტანდარტული განმსაზღვრელი მაჩვენებლებით  
შედგენილი ციკლური მატრიცა**

ციკლის ნომერი	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$Y_1$	$Y_2$
1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	0,17	0,27
	-1	-1	-1	-1	-1	+1	-1	0,25	0,35
	+1	-1	-1	-1	-1	+1	-1	0,11	0,22
	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	0,14	0,24
	+1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	0,23	0,35
2	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	0,37	0,47
	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	0,35	0,45
	-1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	0,21	0,23
	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	0,26	0,37
	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	0,33	0,43
3	-1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	0,38	0,27
	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	0,57	0,77
	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	0,86	0,15
	-1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	0,73	0,83
	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	0,61	0,95

თუ 12.4 ცხრილში მონაცემებს დავალაგებთ ზემოთ აღნიშნული (12.7) ფორმულით, მივიღებთ:

$$Y_1 b^1_0 = 0,37 ; \quad Y_2 b^2_0 = 0,42 . \quad (12.8)$$

12.4 ცხრილის მიხედვით გამოვთვალოთ კორელაციის კოეფიციენტები თითოეული განსაზღვრული მაჩვენებლებისა  $X_1$ -სა და  $Y_1$ -თან.

$$b_1^1 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{15} Y_j^1 X_1 = \frac{-0,17 - 0,25 + 0,11 + 0,14 + 0,23 + 0,37 + 0,35}{15} - \frac{0,21 - 0,26 - 0,33 - 0,38 + 0,57 + 0,86 - 0,73 + 0,61}{15} = 0,061. \quad (12.9)$$

$$b_2^1 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{15} Y_j X_2 = \frac{-0,17 - 0,25 - 0,11 + 0,14 + 0,23 + 0,37 - 0,35}{15} + \frac{-0,21 + 0,26 + 0,33 - 0,38 - 0,57 - 0,86 - 0,73 + 0,61}{15} = -0,113. \quad (12.10)$$

$$b_2^1 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{15} Y_j^1 X_3 = \frac{-0,17 - 0,25 - 0,11 + 0,14 + 0,23 + 0,37 - 0,35 - 0,21}{15} + \frac{-0,26 - 0,33 + 0,38 + 0,57 - 0,86 - 0,73 - 0,61}{15} = -0,13. \quad (12.11)$$

$$b_2^1 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{15} Y_j X_4 = \frac{-0,17 - 0,25 - 0,11 + 0,14 - 0,23 - 0,37 + 0,35}{15} + \frac{+0,21 + 0,26 - 0,33 + 0,38 - 0,57 + 0,86 + 0,73 + 0,61}{15} = 0,082. \quad (12.12)$$

$$b_2^1 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{15} Y_j X_5 = \frac{-0,17 - 0,25 - 0,11 - 0,14 - 0,23 - 0,37 - 0,35}{15} + \frac{+0,21 - 0,26 - 0,33 - 0,38 + 0,57 - 0,86 + 0,73 + 0,61}{15} = -0,073 \quad (12.13)$$

$$b_2^1 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{15} Y_j X_6 = \frac{+0,17 + 0,25 + 0,11 + 0,14 + 0,23 + 0,37 + 0,35}{15} + \frac{-0,21 - 0,26 - 0,33 - 0,38 - 0,57 + 0,86 - 0,73 + 0,61}{15} = 0,116 \quad (12.14)$$

$$b_2^1 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{15} Y_j X_7 = \frac{+0,17 - 0,25 - 0,11 - 0,14 - 0,23 - 0,37 + 0,35}{15} + \frac{+0,21 + 0,26 + 0,33 - 0,38 - 0,57 + 0,86 + 0,73 + 0,61}{15} = 0,098. \quad (12.15)$$

ანალოგიურად იანგარიშება კორელაციის კოეფიციენტები  $X_1$  და  $Y_2$  შორის (იხ. ცხრ. 12.4):

$$b_1^2 = \frac{1}{15} \sum_{j=1}^{15} Y_j^2 X_1 = \frac{+0,27-0,35+0,22+0,24+0,35+0,47+0,45}{15} + \frac{-0,23-0,37-0,43-0,29+0,77+0,15-0,83+0,95}{15} = 0,055. \quad (12.16)$$

$$b_2^2 = \frac{1}{15} \sum_{j=1}^{15} Y_j^2 X_2 = \frac{-0,27-0,35-0,22+0,24+0,35+0,47-0,45-0,23}{15} + \frac{+0,37+0,43-0,29-0,77-0,15-0,83+0,95}{15} = -0,05. \quad (12.17)$$

$$b_3^2 = \frac{1}{15} \sum_{j=1}^{15} Y_j^2 X_3 = \frac{-0,27-0,35-0,22+0,24-0,35+0,47+0,45-0,23}{15} + \frac{-0,37-0,43+0,29+0,77-0,15-0,83-0,95}{15} = -0,128. \quad (12.18)$$

$$b_4^2 = \frac{1}{15} \sum_{j=1}^{15} Y_j^2 X_4 = \frac{-0,27-0,35-0,22-0,24-0,35-0,47+0,45-0,23}{15} + \frac{+0,37-0,43+0,29-0,77+0,15+0,83+0,95}{15} = 0,011. \quad (12.19)$$

$$b_5^2 = \frac{1}{15} \sum_{j=1}^{15} Y_j^2 X_5 = \frac{-0,27-0,35-0,22-0,24-0,35-0,47+0,45+0,23}{15} + \frac{-0,37-0,43-0,29+0,77+0,15+0,83+0,95}{15} = 0,026. \quad (12.20)$$

$$b_6^2 = \frac{1}{15} \sum_{j=1}^{15} Y_j^2 X_6 = \frac{+0,27+0,35+0,22+0,24+0,35+0,47+0,45-0,23}{15} + \frac{-0,37-0,43-0,29+0,77+0,15-0,83+0,95}{15} = 0,138. \quad (12.21)$$

$$b_7^2 = \frac{1}{15} \sum_{j=1}^{15} Y_j^2 X_7 = \frac{+0,27-0,35-0,22-0,24-0,35-0,47+0,45+0,23}{15} + \frac{+0,37+0,43-0,29-0,77+0,15+0,83+0,95}{15} = 0,066. \quad (12.22)$$

კორელაციის კოეფიციენტების განსაზღვრის შემდეგ საკვლევი ობიექტის ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$Y_1 = 0,37 + 0,061 X_1 - 0,113 X_2 - 0,13 X_3 + 0,028 X_4 + 0,073 X_5 + 0,113 X_6 + 0,098 X_7. \quad (12.23)$$

$$Y_2 = 0,42 + 0,055 X_1 - 0,05 X_2 - 0,128 X_3 + 0,011 X_4 + 0,026 X_5 + 0,138 X_6 + 0,066 X_7. \quad (12.24)$$

მიღებული ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელები შევამოწმოთ პროცესის შემსწავლელ ადეკვატურ მოდელზე. ამისათვის საჭიროა დისპერსიის გამოთვლითი



მნიშვნელობა ( $S^2$  გამ.) შევადაროთ ცხრილიდან აღებულ იმავე სიდიდის მნიშვნელობას ( $S^2$  ცხრ.), შევაფასოთ ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი იმავე პროცესის აღმწერ ადეკვატურ მოდელ „სტიუდენტის“ ( $t$ - კრიტერიუმის) განაწილების გამოყენებით.

$Y_1$ -ის შემთხვევაში დისპერსიის გამოთვლითი მნიშვნელობა ტოლია:

$$S_{\text{გამოთ.1}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (Y_{j1} - \bar{Y}_1)^2}{n-1} = \frac{(0,17-0,37)^2 + (0,25-0,37)^2 + (0,11-0,37)^2}{7-1} + \frac{(0,14-0,37)^2 + (0,23-0,37)^2 + (0,37-0,37)^2 + (0,35-0,37)^2 + (0,21-0,37)^2}{7-1} + \frac{(0,26-0,37)^2 + (0,33-0,37)^2 + (0,38-0,37)^2 + (0,57-0,37)^2}{7-1} + \frac{(0,86-0,37)^2 + (0,73-0,37)^2 + (0,61-0,37)^2}{7-1} = 0,1163. \quad (12.25)$$

$Y_2$ -ის მნიშვნელობისათვის მივიღებთ:

$$S_{\text{გამოთ.2}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (Y_{j2} - \bar{Y}_2)^2}{n-1} = \frac{(0,27-0,42)^2 + (0,35-0,42)^2 + (0,22-0,42)^2}{7-1} + \frac{(0,24-0,42)^2 + (0,33-0,42)^2 + (0,47-0,42)^2 + (0,45-0,42)^2 + (0,23-0,42)^2}{7-1} + \frac{(0,37-0,42)^2 + (0,43-0,42)^2 + (0,27-0,42)^2 + (0,77-0,42)^2}{7-1} + \frac{(0,15-0,42)^2 + (0,83-0,42)^2 + (0,95-0,42)^2}{7-1} = 0,1356. \quad (12.26)$$

დისპერსიის ცხრილურ მნიშვნელობას ( $S^2_{\text{ცხრ.}}$ ) ვიღებთ სტატისტიკური ცნობარიდან (იხ. დანართი 2). კონკრეტულ შემთხვევაში 5%-იანი უზრუნველყოფის მნიშვნელობისთვის, როდესაც თავისუფლების ხარისხი 6-ის ტოლია, მივიღებთ, რომ ( $S^2_{\text{ცხრ.}} = 2,447$ ). რადგან  $S_{\text{გამოთ.1}}^2 < S_{\text{გამოთ.2}}^2$ , ამიტომ პირველი მათემატიკური მოდელი, ე.ი.  $Y_1$ -ის შემთხვევაში, არასაიმედოა, ამიტომ (12.23) დამოკიდებულება არაადეკვატურია.

ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი (იხ. განტოლება 12.24), რომელიც აღწერს წარმოების პროცესში ბუნებრივი რესურსების გამოყენების დონეს რეგიონულ ეკოლოგიურ-ეკონომიკურ სისტემაში ადეკვატურია, რადგან

$$S_{\text{გამოთ.}}^2 = 0,14 < S_{\text{ცხრ.}}^2 = 2,45.$$

ამრიგად, პროგნოზირების პირველ ეტაპზე („შემთხვევითი ბალანსის“ მეთოდის გამოყენებისას) ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი ადეკვატურია და პროგნოზირების შემდეგ გარემოს დამცავი ღონისძიებების ჩატარება ზრდის

რეგიონის ეკოლოგიურ-ეკონომიკურ ეფექტიანობას.

### 12.3. ჯამური დანახარჯების განსაზღვრა გარემოსდაცვითი ღონისძიებების განხორციელებისას

განვსაზღვროთ განხორციელებული გარემოსდაცვითი ღონისძიებებისას ჯამური დანახარჯები, რეგიონულ ეკოლოგიურ-ეკონომიკურ სისტემაში; საწყისი მონაცემები მოცემულია ცხრილის სახით (იხ. ცხრ. 12.5).

ცხრილი 12.5

საწყისი მნიშვნელობები

№	$Y$	$B^n$	$B^c$	$B^c$	$V(Q_1)$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$P$	$A$	$L$ ათასი	$G_y$ ათასი	$G_y$ %	$d_c$ ცალი
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,2-0,3	0,25	0,32	0,37	104211	2,05	6,5	3,0	0,22	0,30	104017	754287	0,0003	9

გარემოსდაცვითი ღონისძიების განხორციელებისას მინიმალური ჯამური საერთო დანახარჯები ( $\sum E$ ) ტოლია:

$$\sum E = \sum_{i=1}^n E_p + \sum_{i=1}^k E_r + \sum_{i=1}^m E_c + E_n K \rightarrow \min . \quad (12.27)$$

სადაც  $\sum_{i=1}^n E_p = \sum_{j=1}^x b_j^n (Y_j - \bar{Y}) \cdot S_{1j}$  არის ორგანიზაციაში გამოყენებული ბუნებრივი

რესურსების მოცულობა;

$\sum_{i=1}^k E_c = \sum b_j^c \cdot V_j \cdot S_{2j}$  – ორგანიზაციის დანაკარგი, პროდუქციის წარმოებასა და მომ-

სახურებაზე. აგრეთვე ნედლეულის ნარჩენებისა და სანიტარიულ გასუფთავებაზე;

$\sum_{i=1}^m E_c = \sum_{i=1}^t b_j^c \cdot A_j \cdot S_{1j}$  – დანაკარგები ძირითადი ფონდების ექსპლუატაციის დროს, მათ

შორის ამორტიზაციის გათვალისწინებით;

$Y_j, \bar{Y}_j$  – წარმოების პროცესში ნარჩენი და გამოყოფილი მავნე ნივთიერებების ფაქტობრივი და საშუალო მაჩვენებელი;

$b_j^s, b_j^c, b_j^c$  – შესაბამისად კოეფიციენტები, რომლებიც იანგარიშება სტატისტიკური ალბათური მეთოდებით;

$V_j$  – პროდუქციის მოცულობა, რომელიც მიიღება ნედლეულის მომზადებით წარმოებისათვის ან მოცულობა ნარჩენებისაგან გაწმენდის შემდეგ;

$A_j = -P \cdot E \cdot L \cdot G \cdot \sum y_{yj}^E \cdot \ln(q_{yj} : y_{yj})$  – სამუშაოს მოცულობა, დახარჯული გარემოს დაცვისათვის;

$\bar{P}$  – წარმოების მოწყობილობებსა და გამწმენდ ნაგებობებს შორის პროპორციულობის საშუალო კოეფიციენტი;

$E$  – გამწმენდი ნაგებობების გამოყენების საშუალო კოეფიციენტი;

$L$  – გამწმენდი რეაგენტების ხარჯი;

$G$  – ნედლეულისა და ნარჩენების ხარჯი, რომელიც საჭიროებს გაწმენდას;

$E_n$  – ეფექტიანობის ნორმატიული კოეფიციენტი ( $E_n = 0,12$ );

$K$  – კაპიტალური დაბანდების სიდიდე, რომელიც აიღება ცხრილებიდან.

გამოვთვალოთ (12.26) დამოკიდებულების თითოეული წევრი ცალ-ცალკე (იხ. დანართი 3):

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n E_p &= \sum_{i=1}^n b_j^n (Y_j - Y_j) \cdot S_{1j} = 0,25 [(0,3 - 0,25) + (0,29 - 0,25) + (0,28 - 0,25) + \\ &+ (0,27 - 0,25) + (0,26 - 0,25)] \cdot 2,0 = 0,5125(0,05 + 0,04 + 0,03 + 0,02 + 0,01) = \\ &= 7,68 \text{ ლარი (100 მ}^3/\text{გაზი ნორმა)}. \end{aligned} \quad (12.28)$$

დანაკარგები წარმოების ნარჩენებზე (იხ. დანართი 3):

$$\sum_{i=1}^k E_r = \sum_{j=1}^{\lambda} b_j^c \cdot V_j \cdot S_{2j} = 0,32 \cdot 104211 \cdot 6,5 = 216,7 \text{ (ათასი ლარი)}. \quad (12.29)$$

დანაკარგები ძირითადი ფონდების ექსპლუატაციის დროს, მათ შორის მოწყობილობის ამორტიზაციის სახსრების გათვალისწინებით:

$$\sum_{i=1}^m E_r = \sum_{j=1}^{\lambda} b_j^c \cdot A_j \cdot S_{3j} = 0,37 \cdot 28941,35 \cdot 3,0 = 32124,8 \text{ (ათასი ლარი)}. \quad (12.30)$$

სამუშაოს მოცულობა ( $A_j$ ), დახარჯული გარემოს დაცვაზე, იანგარიშება ზემოთ მითითებული ფორმულით:

$$\begin{aligned} A_j &= -P \cdot E \cdot L \cdot G \cdot \sum y_{yj}^E \cdot \ln(q_{yj} : y_{yj}) = -0,22 \cdot 0,30 \cdot 104,017 \cdot 754,287 \cdot 0,0003 \cdot \ln 2 = \\ &= -5178272278 \cdot 2,31 \lg 0,0003 \cdot 2,31 \lg 2 = -5178,27(-8,10)0,69 = \\ &= 28941,35 \text{ (ათასი ნორ.მ}^3 \text{ მოც.}\%/\text{სთ)}. \end{aligned} \quad (12.31)$$

იმისათვის, რომ ოპერატიულად განვსაზღვროთ განხორციელებული გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ჯამური დანახარჯები, ვსარგებლობთ (12.26) ემპირიული ფორმულით:

$$\begin{aligned} \sum E &= \frac{7,68 \cdot 104211}{100} + 216,76 + 32124,8 + 0,12 \cdot 305 \cdot 10^3 = \\ &= 8003 + 216,76 + 32124,8 + 36600 = 76944,56 \text{ (მლნ ლარი)} \end{aligned} \quad (12.32)$$

განვსაზღვროთ წარმოებაში გარემოს დაცვის ეფექტურობა ნარჩენი ნედლეუ-

ლის ნაკლებად გამოყენებით. ეს სიდიდე იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$\eta = 1 + \left( \frac{1 - \alpha}{H_\eta} \right)^{0,5}, \quad (12.33)$$

სადაც

$$\begin{aligned} H_\eta &= \frac{\sum_{i=1}^n L \sum_{j=1}^m Y_{ij} \cdot \ln(q_{yj} : Y_{yj})}{G_y \cdot \sum_{y=1}^m Y_{ij} \cdot \ln(q_{x_1 y_1} : Y_{x_1 y_1})} - \sum_{i,j=1}^{nm} \frac{G}{L} \cdot \sum_{j=1}^m Y_{x_j, y_j}^{kal} \cdot \ln(q_{x_1 y_1} : Y_{x_1 y_1}) = \\ &= \frac{104017 \cdot 0,003 \cdot \ln(2 : 0,0003)}{754287 \cdot 0,25 \cdot \ln(8 : 0,25)} - \frac{754287}{104017} \cdot 0,0003 \cdot \ln 8 \cdot \ln 2 \cdot \ln 0,25 \cdot \ln 2 = \\ &= 0,0032 + 0,0029 = 0,0061 \approx 0,01 \end{aligned} \quad (12.34)$$

$\alpha$  არის ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების მაჩვენებელი, რომლის სიდიდეს ვიღებთ ცხრილიდან –  $\alpha = 0,85$  (იხ. დანართი 4), მივიღებთ:

$$\eta = 1 + \left( \frac{1 - 0,85}{0,01} \right)^{0,5} = 1 + 3,87 = 4,87. \quad (12.35)$$

ე.ი. გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ჩატარების შემდეგ ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ეფექტი შეადგენს 487 %-ს. შედარების მიზნით ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ეფექტი გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ჩატარების გარეშე, ე.ი. მიყენებული ზარალის მხედველობაში მიუღებლად, ტოლია:

$$\eta_c = \sum_{i=1}^n \left( \frac{Q}{G_V S_V \cdot \sum Y_\beta} + N_i \right)^{1-\alpha}, \quad (12.36)$$

სადაც  $Q$  პროდუქციის რაოდენობაა,  $N$  – გაწმენდილი (გაჯანსაღებული) გარემოს მაჩვენებელი;  $Y_\beta$  – აგრესიული (დამაბინძურებელი) კომპონენტების კონცენტრაცია;  $G_i$  – ნედლეულის ხარჯი, რომელიც მოითხოვს გაწმენდას.

ვიანგარიშით თითოეული ცალ-ცალკე (შენიშვნა –  $V_i^A$  და  $V_i^B$  აიღება ცხრილებიდან, იხ. დანართი 4).

შევიტანოთ ცნობილი სიდიდეები (12.35) ფორმულაში, მივიღებთ:

$$\eta_r = \left( \frac{104211}{754287 \cdot 0,04 \cdot 0,0001} + 0,046 \right)^{1-0,85} = (34539.572 + 0,046)^{0,15} = 4,79 \text{ (მლნ ლარი)}. \quad (12.37)$$

ჩატარებული გარემოსდაცვითი ღონისძიებების დამატებითი ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ეფექტი იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$\eta_r^1 = \left[ \frac{1}{Z} \cdot \sum_{\lambda=1}^n \left\{ \frac{V(c)^{ob} V(e)^i}{(E_n \cdot \nabla L' \cdot t)} \right\} S_\lambda + P(t) \right] \cdot \alpha, \quad (12.38)$$

სადაც,  $V(c)^{0b}$ ,  $V(e)^t$ ,  $P(t)$ ,  $\nabla L$ ,  $\alpha$  აიღება ცხრილებიდან (იხ. დანართი 4.) მივიღებთ:

$$\eta_r^t = \left[ \frac{248 - 235}{0,12 \cdot 120 + 127 \cdot 8} + 0,39 \right] \cdot 0,85 = 205,01 \quad (\text{ათასი ლარი}). \quad (12.39)$$

გარემოს დაცვის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ეფექტის ოპტიმალური მნიშვნელობის მისაღებად მიზანშეწონილია, ანგარიში ჩატარდეს კომპიუტერის მეშვეობით, დაპროგრამების წრფივი ან არაწრფივი მეთოდით.

## 12.4. ნიადაგის ეკონომიკური ეფექტიანობის შეფასება

ეკონომიკური ეფექტი უნდა განისაზღვროს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ოთხ ნაკვეთზე, რომლებზეც მოჰყავთ სოფლის მეურნეობის პროდუქცია. თითოეულის ფართობია 80 ჰექტარი.

საწყისი რიცხვითი მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში (იხ. ცხრ. 12.6)

ცხრ. 12.6

### საწყისი მონაცემები

უბანი	მოსავლიანობა, (ც/ჰა)	თვითღირებულება, (ათასი ლარი)	კაპიტალ- დაბანდება, (ათასი ლარი)
მომიჯნავე	20	630	3600
ინდივიდუალური 1	24	520	31500
2	32	432	20400
3	34	334	19800
4	40	240	17700

### გ ა ა ნ გ ა რ ი შ ე ბ ა

1. კაპიტალდაბანდება სოფლის მეურნეობის ერთეულ პროდუქციაზე იანგარიშება ფორმულით:

$$E_n K = \frac{E_H \cdot K_i}{Y}, \quad (12.40)$$

სადაც  $K_i$  არის კაპიტალდაბანდება სოფლის მეურნეობის სავარგულის 1 ჰა ფართობის ათვისებაზე (ათასი ლარი);  $E_n = 0,1$  – სოფლის მეურნეობის ეფექტიანობის ნორმატიული კოეფიციენტი;  $Y$  – მოსავლიანობა 1 ჰა-ზე (ც/ჰა).

2. გაწეულის დანახარჯები ( $Q$ ) პროდუქციის 1 ცენტნერ მოსავალზე ტოლია:

$$Q = E_H \cdot K = C, \quad (12.41)$$

სადაც  $C$  პროდუქციის თვითღირებულებაა;

$$E_H \cdot K_{\text{მომ.ჯ}} = 36000 / 20 = 1800 \quad (\text{ათასი ლარი})$$

$$E_H \cdot K_1 = 31500 \cdot 0,1 / 24 = 131,3 \quad (\text{ათასი ლარი})$$

$$E_H \cdot K_2 = 20400 \cdot 0,1 / 32 = 63,7 \quad (\text{ათასი ლარი})$$

$$E_H \cdot K_3 = 19800 \cdot 0,1 / 34 = 58,3 \quad (\text{ათასი ლარი})$$

$$E_H \cdot K_4 = 17700 \cdot 0,1 / 40 = 44,3 \quad (\text{ათასი ლარი})$$

შემდეგ

$$Q_{\text{მომ.ჯ}} = 1800 + 630 = 2430 \quad (\text{ათასი ლარი})$$

$$Q_1 = 131,3 + 520,0 = 651,3 \quad (\text{ათასი ლარი})$$

$$Q_2 = 63,7 + 432,0 = 495,7 \quad (\text{ათასი ლარი})$$

$$Q_3 = 58,3 + 334,0 = 392,3 \quad (\text{ათასი ლარი})$$

$$Q_4 = 44,3 + 240,0 = 284,3 \quad (\text{ათასი ლარი})$$

3. ერთპროცენტიანი დიფერენციალური რენტის მნიშვნელობა, გაანგარიშებული პროდუქციის ერთ ცენტნერზე, ტოლია:

$$Z = Q_{\text{მომ.}} - Q_{\text{სდ.}} \quad (12.42)$$

$$Z_1 = 2430 - 651,3 = 1778,7 \quad (\text{ათასი ლარი/ჰა})$$

$$Z_2 = 2430 - 495,7 = 1934,3 \quad (\text{ათასი ლარი/ჰა})$$

$$Z_3 = 2430 - 392,3 = 2037,7 \quad (\text{ათასი ლარი/ჰა})$$

$$Z_4 = 2430 - 284,3 = 2145,7 \quad (\text{ათასი ლარი/ჰა})$$

4. დიფერენციული რენტა  $R$  1 ჰა სოფლის მეურნეობის სავარგულებისათვის, ტოლია:

$$R = Z \cdot Y \quad (12.43)$$

$$R_1 = 1778,7 \cdot 24 = 42688,8 \quad (\text{ათასი ლარი/ჰა})$$

$$R_2 = 1934,3 \cdot 32 = 61897,6 \quad (\text{ათასი ლარი/ჰა})$$

$$R_3 = 2037,7 \cdot 44 = 69281,8 \quad (\text{ათასი ლარი/ჰა})$$

$$R_4 = 2145,7 \cdot 40 = 85828,0 \quad (\text{ათასი ლარი/ჰა})$$

5. სოფლის მეურნეობის სავარგულის 1 ჰა ფართობის ეკონომიკური შეფასება ტოლია:

$$P_1 = 31500 / 0,1 = 315000 \text{ (ათასი ლარი/ჰა)}$$

$$P_2 = 20400 / 0,1 = 204000 \text{ (ათასი ლარი/ჰა)}$$

$$P_3 = 19800 / 0,1 = 198000 \text{ (ათასი ლარი/ჰა)}$$

$$P_4 = 17700 / 0,1 = 177000 \text{ (ათასი ლარი/ჰა)}$$

6. სოფლის მეურნეობის სავარგულების საერთო ეკონომიკური შეფასება ტოლია:

$$U_{\text{საერთო}} = P \cdot S \quad (12.44)$$

$$U_1 = 315000 \cdot 80 = 25200000 \text{ (ათასი ლარი/ჰა)}$$

$$U_2 = 204000 \cdot 80 = 16320000 \text{ (ათასი ლარი/ჰა)}$$

$$U_3 = 19800 \cdot 80 = 1584000 \text{ (ათასი ლარი/ჰა)}$$

$$U_4 = 177000 \cdot 80 = 14160000 \text{ (ათასი ლარი/ჰა)}$$

## 12.5. ეკონომიკური ზარალის ანგარიში ზედაპირული წყლებით მდინარის დაბინძურებისას

მდინარის მიმდებარე ტერიტორიაზე გარეცხილ იქნა  $m_1 = 2000$  ტონა ნაყოფიერი ნიადაგი (წყალში შეტივანარებული ნივთიერება) და  $m_2 = 15$  ტონა ნავთობპროდუქტები.

განვსაზღვროთ მდინარის ზედაპირული წყლებით დაბინძურების ეკონომიკური ზარალი.

### გ ა ა ნ გ ა რ ი შ ე ბ ა

1. წლიური ეკონომიური ზარალი იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$Y = \gamma \cdot \sigma_k \cdot M, \quad (12.45)$$

სადაც  $\gamma$  არის მდინარის დაბინძურების შემთხვევაში ეკონომიკური ზარალის წლიური მნიშვნელობა (მუდმივა), რომელიც უდრის  $\gamma = 120$  ლარს პირობით ტონაზე;  $\sigma_k$  – წყალსამეურნეო ობიექტის მუდმივა, რომელიც ტოლია  $\sigma_k = 1$ ;  $M = A_1 m_1 + A_2 m_2$  – წყლის მიერ წაღებული მასა (ტ);  $A_1$  – მაჩვენებელი, რომელიც განსაზღვრავს წყალში გახსნილი ნივთიერებების ფარდობით საშიშროებას,  $A_1 = 0,05$  (პირობით ტ/ტ);  $A_2$  – იგივე მნიშვნელობა ნავთობპროდუქტებისათვის. თუ  $A_2 = (20$  პირობით ტ/ტ), მაშინ:

$$M = 0,05 \cdot 2000 + 20 \cdot 15 = 400 \text{ (პირობითი ტონა)}. \quad (12.46)$$

2. ხვედრითი ეკონომიკური ზარალის მნიშვნელობა იანგარიშება შემდეგი

ფორმულით:

$$Y_{\text{პ.}} = \gamma \cdot \sigma_k = 120 \cdot 1 = 120 \text{ (ლარი/პირობით ტონაზე)}. \quad (12.47)$$

3. წლიური ეკონომიკური ზარალი ტოლია:

$$Y = 120 \cdot 1 \cdot 400 = 48000 \text{ (ლარი წელიწადში)}. \quad (12.48)$$

იმისათვის, რომ არ მოხდეს ნიადაგის გარეცხვა ნავთობპროდუქტებით მდინარის მიმდებარე ტერიტორიიდან, გადაწყდა მის ნაპირებზე დამცავი ტყის ზოლის გაშენება, რომლის ხარჯებმა შეადგინა  $S = 57,0$  (ათასი ლარი).

წყალდამცავი ღონისძიებების ეკონომიკური ეფექტი ტოლია:

$$E = \frac{Y}{S} = \frac{48000}{57000} = 0,84. \quad (12.49)$$

რადგან  $E = 0,84 < 1$ , მაშინ წყალდამცავი ღონისძიებების განხორციელება არაეფექტიანი – წამგებიანია. თუ

$$Y^1 = \gamma^1 \cdot \sigma_k \cdot M = 148 \cdot 1 \cdot 400 = 59200. \quad (12.50)$$

ე.ი.  $Y^1 = 59200$  (ლარი/პირობით ტონაზე), სადაც 148 ლარი/პირობით ტონაზე არის პირობითი ლიმიტი, მაშინ წყალდამცავი ღონისძიებების ეკონომიკური ეფექტი ტოლია:

$$E = \frac{Y^1}{S} = \frac{59200}{57000} = 1,04, \quad (12.51)$$

შესაბამისად  $E = 1,04 > 1$ , ე.ი. ასეთ ვარიანტში წყალდამცავი ღონისძიება ეკონომიკურად მისაღებია.

## 12.6. სოციალურ-ეკონომიკური ზარალის ანგარიში

### ჰაერის გაჭუჭყიანებისას

ჰაერის აუზის გაჭუჭყიანების ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ეფექტის საანგარიშოდ აუცილებელია დავადგინოთ სოციალურ-ეკონომიკური ზარალის სიდიდე, როდესაც გაჭუჭყიანების კერაა, მაგალითად, ცემენტის წარმოება.

ჯამური სოციალურ-ეკონომიკური ეფექტი განვსაზღვროთ შემდეგი მაჩვენებლების გამოყენებით: ცემენტის ხარჯის ხვედრითი ნორმა 1 მლნ ლარის შესაბამისი სამშენებლო სამუშაოების ჩატარებისას დარგების მიხედვით: ენერგეტიკა  $X_1 = 1500$  ტ; ბინათმშენებლობა –  $X_2 = 1700$  ტ; მსუბუქი მრეწველობა –  $X_3 = 1600$  ტ; მშენებლობა არასაწარმოო სფეროში  $X_5 = 2350$  ტ; წლიური სამშენებლო-სამონტაჟო მოცულობა



(ენერგეტიკა) –  $X_6 = 230$  მლნ ლარი; მანქანათმშენებლობა –  $X_7 = 341$  მლნ ლარი; მსუბუქი მრეწველობა –  $X_8 = 220$  მლნ ლარი; ბინათმშენებლობა –  $X_9 = 510$  მლნ ლარი; ჯანმრთელობის, კულტურის და სპორტის ობიექტების მშენებლობა –  $X_{10} = 59$  მლნ ლარი; რეგიონის ფართობი –  $X_{11} = 8000$  კმ<sup>2</sup>; დედამიწის ზედაპირიდან ჰაერის საანგარიშო ფენის სისქე –  $X_{12} = 4,59$  (მ); რეგიონში მოსახლეობის სიმჭიდროვე –  $X_{13} = 90$  ადამიანი/კმ<sup>2</sup>; თითოეული მოსამსახურის სამუშაო დღე –  $X_{15} = 5$  დღე; კაპიტალდაბანდების ეკონომიკური ეფექტიანობის ნორმატიული კოეფიციენტი –  $E_n = 0,15$ ; ბუნებრივი რესურსების საშუალო სახარჯთაღრიცხვო ფასი –  $X_{16} = 19,5$  ლარი; სამშენებლო ზედნადები სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება –  $X_{17} = 1,5$  ლარი; მშენებლობის გეგმური კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს დანახარჯებს მშენებლობის პროცესში –  $X_{18} = 1,16$ ; ცემენტის კაპიტალური დანახარჯები მისი წარმოებისას –  $X_{19} = 45$  ლარი/ტონა.

### გ ა ა ნ გ ა რ ი შ ე ბ ა

აუცილებელია განვსაზღვროთ ცემენტის საერთო მოთხოვნილების მოცულობა, რომელიც იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$\begin{aligned} V_1 &= \sum_{i=1}^n X_0^i \cdot X_0^{i1} = (X_1 \cdot X_6 + X_2 \cdot X_7 + X_3 \cdot X_8 + X_4 \cdot X_9 + X_5 \cdot X_{10}) = \\ &= (1500 \cdot 230 + 1700 \cdot 341 + 1600 \cdot 220 + 520 \cdot 510 + 2350 \cdot 59) = \\ &= 345000 + 579700 + 352000 + 265200 + 138650 = 1680550 \text{ (ტ)}. \end{aligned} \quad (12.52)$$

ნორმაზე მეტი ცემენტის დანაკარგი იანგარიშება ფორმულით:

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot a}{100}, \quad (12.53)$$

სადაც  $a$  არის ცემენტის დანაკარგების კოეფიციენტი პროცენტებში, რომელიც ტოლია  $a = 18,5$ , მაშინ მივიღებთ:

$$V_2 = \frac{1680550 \cdot 18,5}{100} = 310901,7 \text{ (ტ)}. \quad (12.54)$$

დედამიწის ზედაპირზე ჰაერის გაქუჩყიანების ზონაში ცემენტის საშუალო კონცენტრაცია იანგარიშება დამოკიდებულებით:

$$C = \frac{V_2}{V_3 \cdot 365} = \frac{310901,7 \cdot 10^9}{36000 \cdot 10^6 \cdot 365} = \frac{310901700}{13140000} = 23,6 = 24 \text{ (მგ/მ}^3\text{)}. \quad (12.55)$$

ჰაერში ცემენტის მტვრით (ანუ კონცენტრაციით) გამოწვეული შესაბამის დაავადებათა დონე ( $B$ ) იანგარიშება დამოკიდებულებით:

$$B = \frac{a \cdot C}{d}, \quad (12.56)$$

სადაც  $a$  არის მომსახურეთა ავადმყოფობის ზრდის კოეფიციენტი;  $a=3:d$  – რეგიონის ტერიტორიაზე ჰაერში ცემენტის საშუალო დღეღამური კონცენტრაცია ( $d = 50$  მგ/მ<sup>3</sup>) შესაბამისი სიდიდეების ჩასმით მივიღებთ:

$$B = \frac{3 \cdot 24}{50} = 1,44. \quad (12.57)$$

ე.ი. დაავადების დონე საკვლევ რეგიონში იზრდება 1,44-ჯერ. ავადმყოფობის დროს მოსამსახურეთა ბიულეტენზე ( $B_h$ ) განაღდებული დამატებითი დანახარჯები იანგარიშება ფორმულით:

$$B_h = X_{14} \cdot X_{11} \cdot X_{13} [(X_{15} \cdot B) - X_{15}] = 7 \cdot 8000 \cdot 90 [5 \cdot 1,44 - 5] = 11088000 \text{ (ლარი)}. \quad (12.58)$$

ჰაერში გაბნეული ცემენტით გამოწვეული ეკონომიკური ზარალი ( $B_r$ ) იანგარიშება:

$$\begin{aligned} B_r &= \sum_{i=1}^n E_n (Q_1 + Q_{fz}) + C_{rk} = \sum_{i=1}^n E_n (V_2 X_{16} X_{17} X_{18} + X_{14} V_2) + V_2 X_{16} X_{17} X_{18} = \\ &= 0,15(310901,7 \cdot 19,5 \cdot 1,5 \cdot 1,16 + 45 \cdot 310901,7) + 310901,7 \cdot 19,5 \cdot 1,5 \cdot 1,16 = \quad (12.59) \\ &= 3680920,7 + 10548894,7 = 14229815 \text{ ლარი}. \end{aligned}$$

ე.ი. ეკონომიკური ზარალი, რომელიც გამოწვეულია ჰაერში მტვრად გაფანტული ცემენტით, ტოლია:  $B_r = 14229815$  ლარს.

საერთო რეგიონული ზარალი ( $U$ ) კი იქნება:

$$U = B_h + (B_1) = 11088000 + 14229815 = 25317815 \text{ ლარი}. \quad (12.60)$$

## 12.7. გამწმენდი ნაგებობების ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ეფექტიანობის შეფასება

გარემოს დაცულ რეგიონში არის სამი სახის გამწმენდი ნაგებობა, ესენია: წყალგამწმენდი, ჰაერის გამწმენდი და ჩამდინარე წყლის ბიოლოგიური გამწმენდი.

გამწმენდი ნაგებობების საშუალო დღეღამური დატვირთვა პირველ შემთხვევაში 21 სთ-ია, მეორეში – 17, ხოლო მესამე შემთხვევაში – 23 სთ.

პროდუქტებისა და ნახევარფაბრიკატების რეალიზაციის შედეგად მოგებამ შეადგინა:  $\lambda_1 = 42$  ლარი და  $\lambda_2 = 17$  ლარი.

პროდუქციის მაჩვენებლები გამწმენდი სისტემების მუშაობის შემთხვევაში მოცემულია 12.7 ცხრილში.

პროდუქციის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები  
გამწმენდი ნაგებობის მუშაობის შემთხვევაში

მოწყობილობის ჯგუფი	დროის დანახარჯი		დღელამური დატვირთვა (სთ)
	სურსათი ( $\lambda_1$ )	ნახევარფაბრიკატები ( $\lambda_2$ )	
1	0,5	2,3	21
2	1,3	1,7	17
3	7,8	3,1	23

ამოცანის მიზანია განვსაზღვროთ გამწმენდი ნაგებობების მუშაობის ის ოპტიმალური ვარიანტები, როდესაც ეკონომიკური ეფექტი იქნება მაქსიმალური.

**გ ა ა ნ გ ა რ ი შ ე ბ ა**

პირველ რიგში შევადგინოთ ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს შორის წრფივი ურთიერთდამაკავშირებელი სისტემა, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned}
 G &= 42\lambda_1 + 17\lambda_2 \rightarrow \max \\
 0,5\lambda_1 + 2,3\lambda_2 &= 21 \\
 1,3\lambda_1 + 1,7\lambda_2 &= 17 \\
 7,8\lambda_1 + 3,1\lambda_2 &= 23
 \end{aligned}
 \tag{12.61}$$

სადაც,

$$\lambda_1 \geq 0; \lambda_2 \geq 0.
 \tag{12.62}$$

ცნობილია, რომ როდესაც უნდა განვსაზღვროთ ფუნქციის მაქსიმუმი, პროცესის წრფივი დაპროგრამების დროს საჭიროა ვიპოვოთ ისეთი უცნობი დადებითი რიცხვი, როდესაც მოცემული წრფივი ფუნქცია მიიღებს ექსტრემალურ მნიშვნელობას.

ამ ამოცანის გადაწყვეტისათვის წრფივი დაპროგრამების დროს უნდა გარდავქმნათ ზემოთ აღნიშნული (12.61) განტოლებათა სისტემა დამატებითი წევრების  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$ ,  $\lambda_5$  შეყვანით. მივიღებთ:

$$\begin{aligned}
 0,5\lambda_1 + 2,3\lambda_2 + \lambda_3 &= 21 \\
 1,3\lambda_1 + 1,7\lambda_2 + \lambda_4 &= 17 \\
 7,8\lambda_1 + 3,1\lambda_2 + \lambda_5 &= 23 \\
 G &= 42\lambda_1 + 17\lambda_2 \\
 \lambda_1 &\geq 0; \lambda_2 &\geq 0
 \end{aligned}
 \tag{12.63}$$

პირველ ეტაპზე ფუნქციის ოპტიუმის საპოვნელად, დავუშვათ, რომ  $\lambda_1 = 0$  და  $\lambda_2 = 0$ , ე.ი. მხედველობაში ვიღებთ, რომ გამწმენდი ნაგებობები არ ფუნქციონირებს,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$  და  $\lambda_5$  დახმარებით ვიპოვით გეგმის პირველ ვარიანტს, მივიღებთ:

$$\begin{aligned} \lambda_3 &= 21 - (0,5\lambda_1 + 2,3\lambda_2); \\ \lambda_4 &= 17 - (1,3\lambda_1 + 1,7\lambda_2); \\ \lambda_5 &= 23 - (7,8\lambda_1 + 3,1\lambda_2); \\ G &= 0 - (42\lambda_1 + 17\lambda_2). \end{aligned} \tag{12.64}$$

ახლა შევამოწმოთ, როდესაც  $G = 0$ , მიიღება თუ არა ფუნქციის ოპტიმალური მნიშვნელობა;

მესამე შემთხვევაში, გამწმენდი ნაგებობის მოწყობილობის მუშაობის დროს შეიძლება ვაწარმოთ ნახევარფაბრიკატები და პროდუქტები შემდეგი რაოდენობით:

$$\lambda_2 = 23 / 3,1 = 7,5 \text{ ათასი ტონა}; \tag{12.65}$$

$$\lambda_1 = 21 / 0,5 = 42 \text{ ათასი ტონა}; \tag{12.66}$$

ამ პროდუქციის რეალიზაციის შედეგად მიღებული მოგება კი ტოლია:

$$P_{\lambda}^1 = 42 \cdot 42 = 1,76 \text{ ათასი ლარი}; \tag{12.67}$$

$$P_{\lambda}^2 = 7,5 \cdot 23 = 172,5 \text{ ათასი ლარი}. \tag{12.68}$$

მეორე გამწმენდი ნაგებობის შემთხვევაში (იხ. ცხ.12.7):

$$\lambda_1 = 17 / 1,3 = 13,07 \text{ ათასი ლარი}; \tag{12.69}$$

$$\lambda_2 = 17 / 1,7 = 10,0 \text{ ათასი ლარი}.$$

შესაბამისად:

$$G_{\lambda_1}^2 = 7,5 \cdot 42 = 315 \text{ ათასი ლარი}; \tag{12.70}$$

$$G_{\lambda_2}^2 = 10,0 \cdot 17 = 170 \text{ ათასი ლარი}.$$

მესამე გამწმენდი ნაგებობის შემთხვევაში:

$$\lambda_1 = 23 / 7,8 = 2,95 \text{ ათასი ლარი}; \tag{12.71}$$

შესაბამისად:

$$G_{\lambda_1}^3 = 2,95 \cdot 42 = 123,9 \text{ ათასი ლარი};$$

$$\lambda_2 = 23 / 3,1 = 7,42 \text{ ათასი ლარი}; \tag{12.72}$$

$$G_{\lambda_1}^3 = 7,42 \cdot 17 = 126,1 \text{ ათასი ლარი}.$$

ჩავსვათ  $\lambda_2$  -ის მნიშვნელობა  $\lambda_3$  -ში და ამოვხსნათ განტოლებათა სისტემა:

$$\begin{aligned}
 \lambda_2 &= [42 - (0,5\lambda_1 + 2,3\lambda_3)]; \\
 \lambda_4 &= 17 - \{1,3\lambda_1 + 1,7[42 - (0,5\lambda_1 + 2,3\lambda_3)]\}; \\
 \lambda_5 &= 23 - \{7,8\lambda_1 + 3,1[42 - (0,5\lambda_1 + 2,3\lambda_3)]\}; \\
 G_{\lambda_1} &= 0 - \{-42\lambda_1 - 17[42 - (0,5\lambda_1 + 2,3\lambda_3)]\}.
 \end{aligned}
 \tag{12.73}$$

საბოლოოდ მივიღებთ:

$$\begin{aligned}
 \lambda_2 &= [42 - (0,5\lambda_1 + 2,3\lambda_3)]; \\
 \lambda_4 &= (23 - 17) - (2,15\lambda_1 + 1,7\lambda_3); \\
 \lambda_5 &= (23 - 21) - (9,35\lambda_1 + 3,1\lambda_3); \\
 G_{\lambda_1} &= 1760000 - (42\lambda_1 + 17\lambda_2).
 \end{aligned}
 \tag{12.74}$$

წრფივი დაპროგრამება გრძელდება უცნობი სიდიდეების სხვადასხვა ვარიანტის დაშვებით. შემდეგ უნდა გავარკვიოთ, შეიძლება თუ არა, გავაუმჯობესოთ  $\lambda_3$  და  $\lambda_4$  უცნობი სიდიდეების შეყვანის გეგმა. ამოვხსნათ წრფივი დაპროგრამების ამოცანა კომპლექსური მეთოდით. ამისათვის შევადგინოთ კოეფიციენტების მატრიცა უცნობი და თავისუფალი წევრებისათვის (იხ. ცხრ. 12.8).

ცხრილი 12.8

საწყისი მონაცემების მატრიცული წარმოდგენა

$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	თავისუფალი წევრები
0,5	2,3	1	0	0	21
1,3	2,3	0	1	0	17
7,8	3,1	0	0	1	23

ცხრილი 12.9

საწყისი მონაცემების მეორე ვარიანტის მატრიცული წარმოდგენა

ბაზისური უცნობი	თავისუფალი წევრები	არაბაზისური უცნობები	
		$\lambda_1$	$\lambda_2$
$\lambda_3$	21	0,5	2,3
$\lambda_4$	17	1,3	1,7
$\lambda_5$	23	7,8	3,1
$G$	0	?	?

გამწმენდი ნაგებობების მუშაობის ოპტიმალური ვარიანტის დადგენა გრძელდება პროგრამის სიმპლექს მეთოდით, როდესაც გამოიყენება მეორეული ნედლეული ან ნახევარფაბრიკატი; აღნიშნული მეთოდით ვარიანტების მოძებნას ვაგრძელებთ მანამ, სანამ არ მივაღწევთ დასახულ მიზანს.

## 12.8. გამწმენდი ნაგებობების ოპტიმალური მუშაობის შეფასება ინოვაციური პროგრესის გათვალისწინებით

განვსაზღვროთ ჩამდინარე წყლის საანგარიშო ხარჯი და გამწმენდი ნაგებობების გეომეტრიული ზომები ხორცკომბინატში. საწარმოს მწარმოებლურობა დღეღამეში  $F = 30$  ტონაა. გამწმენდ ნაგებობაში ჩამდინარე წყლის სიჩქარე  $V = 2,2$  (მმ/წმ), ჩამდინარე წყლის გამწმენდ ნაგებობაში დაყოვნების დრო  $\tau = 15$  (წთ).

### გ ა ა ნ გ ა რ ი შ ე ბ ა

1. ვიანგარიშოთ ჩამდინარე წყლის საანგარიშო ხარჯი ( $\text{მ}^3/\text{სთ}$ ):

$$Q_{\max} = \frac{m \cdot F \cdot K_{\tau}}{t}, \quad (12.75)$$

სადაც  $m$  არის წყალგადაგდების მაქსიმალური ნორმა ერთეულ პროდუქციაზე ( $m = 20,2 \text{ მ}^3 / \text{ტ}$ );  $K_{\tau}$  – წყალგადაგდების დროის უთანაბრობის კოეფიციენტი რომელიც უდრის 2,5;  $t$  – ცვლაში ნაგებობის მუშაობის ხანგრძლივობა ( $t = 8$  სთ).

შევიტანოთ მოცემული სიდიდეები (12.74) ფორმულაში. მივიღებთ:

$$Q_{\max} = \frac{20,2 \cdot 30 \cdot 2,5}{8} = 189,37 \text{ (მ}^3/\text{სთ)}. \quad (12.76)$$

2. განვსაზღვროთ გამწმენდი ნაგებობის გეომეტრიული ზომები; ნაგებობის სიგანე ( $B$ ) ტოლია კონსტრუქციის გამრეცხი ნაწილის  $h$  სიღრმისა, ე.ი.

$$B = h = \sqrt{\frac{Q_{\max}}{V \cdot 3600}} = \sqrt{\frac{189,37}{0,022 \cdot 3600}} = 1,55 \text{ (მ)}. \quad (12.77)$$

სტანდარტის მიხედვით კონსტრუქციის გამწმენდი კამერის სიღრმე  $B = h = 1,6$  (მ).

გამწმენდი ნაგებობის სიგრძე ( $L$ ) იანგარიშება დამოკიდებულებით:

$$L = \tau \cdot V = 15 \cdot 60 \cdot 0,022 = 19,8 \text{ (მ)}. \quad (12.78)$$

შემდეგ ეტაპზე აუცილებელია შევარჩიოთ ტუმბო ფეკალური მასისთვის, რომელიც ილექება სალექარში წყლის გაწმენდის შემდეგ.

## 12.9. ბუნებრივი რესურსების ათვისების ეკონომიკური ეფექტის შეფასება

ბუნებრივი რესურსების (მიწის, წყლის, ტყისა და სხვ.) ათვისებისას უმეტეს შემთხვევაში დაგეგმვის დროს აუცილებელია წლიური ეკონომიკური ეფექტის გაანგარიშება.

იმ შემთხვევაში, თუ ბუნებრივი რესურსების ათვისების პროცესში ინერგება ახალი ტექნიკა ან ტექნოლოგია, წლიური ეკონომიკური ეფექტი იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$E = [(C_c PK_c) - (C_n + E_n K_n)] \cdot A_n, \quad (12.79)$$

სადაც  $A_n$  არის წლიური ეკონომიკური ეფექტი ან ეკონომია (ლარი);  $C_c$  და  $C_n$  – ერთეული პროდუქციის თვითღირებულება ან დანახარჯები წარმოების პროცესში ახალი ტექნოლოგიის დანერგვამდე და დანერგვის შემდეგ (ლარი);  $K_c$ ,  $K_n$  – ხვედრითი კაპიტალური დანახარჯები ახალი ტექნიკის დანერგვამდე და დანერგვის შემდეგ (ლარი);  $A_n$  – წარმოების წლიური მოცულობა (ლარი);  $E_n = 0,12$ .

სამშენებლო ობიექტების მშენებლობის ან კაპიტალური სარემონტო სამუშაოების ვადის შემცირებისას ეკონომიური ეფექტი იანგარიშება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$E_d = E_n K (T_n - T_f), \quad (12.80)$$

სადაც  $K$  არის წარმოების ძირითადი ფონდების ღირებულება (ლარი);  $T_n$  და  $T_f$  – ნორმატიული და ფაქტობრივი სამშენებლო ვადები (წელი). დამატებითი კაპიტალ-დაბანდების ამოგების ვადა იანგარიშება დამოკიდებულებით:

$$T = \frac{(K_z - K_r)}{(C_r - C_n)}. \quad (12.81)$$

დავუშვათ ჭიათურის მანგანუმის სიმძლავრე კარიერში არის 2,5 მ. მანგანუმის მაღაროს აქვს მოწყობილობათა ექვსი კომპლექსი, რომელთა სამუშაოებით ხდება მაღაროს დამუშავება და მანგანუმის მოპოვების დღელამური ნორმის – 4500 ტ ან წლიური ნორმის – 1620 ათასი ტ – უზრუნველყოფა.

### გ ა ა ნ გ ა რ ი შ ე ბ ა

მაღაროში მანგანუმის მოპოვების გაზრდისთვის წარმოებაში დაინერგა ოთხი ახალი კომპლექსი – გამწმენდი მოწყობილობა და მოსამზადებელი სამუშაოების ე.წ. კომბაინები 3კ-3 ტიპისა. პროექტით გათვალისწინებულია 4200 ტ მანგანუმის დღელამური წარმოება, ხოლო წლიური – 1512 ათასი ტ. მაღაროს მუშაობის ხანგრძლივობა განსაზღვრულია 45 წლით.

ერთი ტონა მანგანუმის მოპოვების თვითღირებულება პირველ ვარიანტში არის 25,85 ლარი, მაღაროს ახალ ვარიანტში კი – 15,25 ლარი; უკუფონდები პირველ ვარიანტში მივიღოთ 20%, რაც შეადგენს  $0,2 \times 25,85 = 5,17$  ლარს, ხოლო მეორე ვარიანტის შემთხვევაში უკუფონდები არის 11%, ე. ი.  $0,11 \times 15,25 = 1,67$  ლარი. ხვედრითი ხარჯები ძირითად და უკუფონდებზე მაღაროს პირველ ვარიანტში არის:  $(25,85 + 5,17) = 31,02$  ლარი, ხოლო მაღაროს ტექნოლოგიის ახალ ვარიანტში –

$(15,25+1,67) = 16,92$  ლარი.

გაწონასწორებული ეფექტიანობის კოეფიციენტი მივიღოთ 0,12-ის ტოლი, მაშინ წლიური ეკონომიკური ეფექტი იანგარიშება (12.78) ფორმულით:

$$E_0 = [(25,85 + 0,12 \cdot 31,12) - (15,25 + 0,12 \cdot 16,92)] \cdot 1512 = 18582,48 \text{ ათასი ლარი. (12.82)}$$

ე. ი. ჭიათურის მაღაროში დანერგილი ახალი ტექნოლოგია იძლევა 18582,48 ათასი ლარის ოდენობის ეკონომიკურ ეფექტს.

## 12.10. გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ბიზნესგეგმის ფორმირების მეთოდური საფუძვლები

გარემოს დაცვისა და მეორეული ნედლეულის გამოყენებისას ბიზნესგეგმის სტრუქტურაში, ისევე, როგორც სხვადასხვა ორგანიზაციის ფუნქციონირების პროცესში, აუცილებელია გათვალისწინებული იყოს შემდეგი საკითხები: 1. ეკოლოგიურ-ეკონომიკური სისტემის შესაძლებლობა; 2. პირველადი და მეორეული ბუნებრივი რესურსების სახეობები და ეკოლოგიური პოტენციალი; 3. ბუნებრივი რესურსების რეალიზაციის პრობლემები – ბაზარი; 4. ბაზარზე გარემოსდაცვითი ან რესურსდამზოგი ორგანიზაციების კონკურენცია; 5. მარკეტინგის გეგმა; 6. გარემოსდაცვითი და რესურსდამზოგი ორგანიზაციების გეგმა; 7. რეგიონში გარემოსდაცვითი და რესურსდამზოგი ორგანიზაციების ეფექტურობის მაჩვენებლები; 8. გარემოსდაცვითი და რესურსდამზოგი ორგანიზაციების საკანონმდებლო ბაზით უზრუნველყოფა; 9. შესაძლო ან მოსალოდნელი ბუნებრივი კატასტროფების სოციალურ-ეკონომიკური ზარალის შეფასება; 10. ფინანსური გეგმა; 11. გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ჩატარების კაპიტალური დაფინანსების სტრატეგია.

ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით საილუსტრაციოდ განვიხილოთ მაგალითი.

წარმოების ნარჩენებისაგან მიღებულ მეორეულ ნედლეულზე მოსახლეობის მოთხოვნილების ფუნქცია:  $A = 8 - K$ , ხოლო გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ფუნქციას აქვს შემდეგი სახე:  $S = -7 + 2K$ .

განვსაზღვროთ გაწონასწორებული ფასი გაყიდული მეორეული ნედლეულის შემდეგ, თუ მეორეული ნედლეულის ფასი მკაცრად არის დადგენილი და 4 მლნ ლარია.

### გ ა ა ნ გ ა რ ი შ ე ბ ა

გაწონასწორებული ფასი ტოლია:

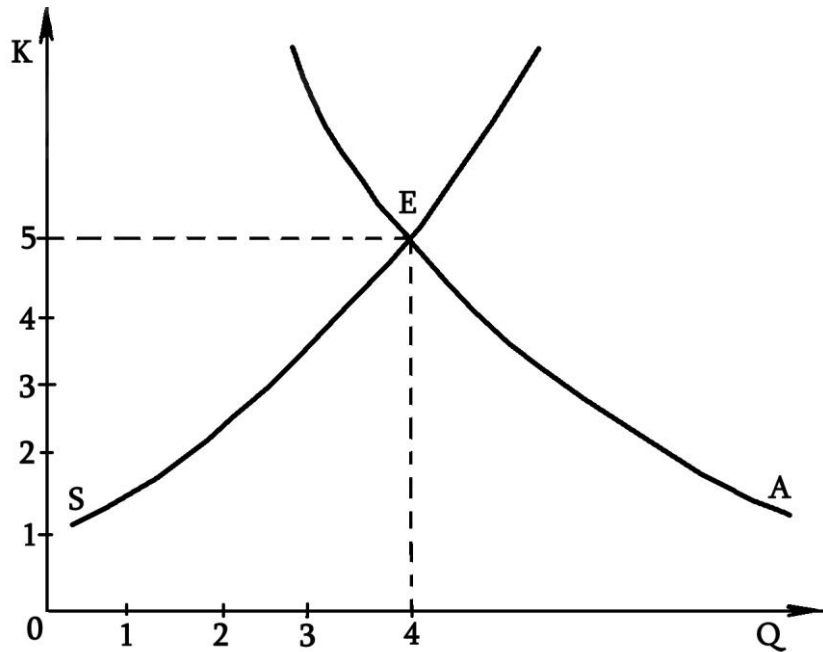
$$8 - K + 7 - 2K = 0; S = 7 \cdot 2K, \quad (12.83)$$

სადაც  $S$  არის გარემოსდაცვითი ღონისძიების მაჩვენებელი;  $A$  – მოთხოვნილება,  $Q$  –



პროდუქციის მოცულობა (ათასი ცალი),  $K$  – ბუნებრივი რესურსების ანუ პროდუქციის ფასი (მლნ ლარი).

როდესაც გაწონასწორებული ფასი არის 5 მლნ ლარი, გაწონასწორებული ბუნებრივი რესურსის მოცულობა შეადგენს 8–5, ე.ი. 3 ათას ცალს. თუ მეორეული ნედლეულის ფასი მკაცრად იქნება დადგენილი ისე, როგორც ეს ამოცანის პირობაშია მოცემული – 4 მლნ ლარის ოდენობით, მაშინ ნედლეულის მოცულობა უნდა გაიზარდოს, რადგან მოცემულ ნედლეულზე მოთხოვნილება ფასის მიხედვით დაბალია გაწონასწორებულთან შედარებით (იხ. ნახ. 12.1)



12.1. გაწონასწორებული ფასის გრაფიკი

## დასკვნა

ბუნებრივი რესურსების ინტეგრალური მართვის უზრუნველსაყოფად, ასევე ეკოლოგიური პრობლემების გადასაწყვეტად, აუცილებელია მაკროეკონომიკური მიდგომა, რომელიც მიმართულია საბოლოო შედეგებზე. ბუნების გამოყენების ტრადიციული „ვიწრო“ ეკონომიკა განიხილება, როგორც ბუნებრივი რესურსებისა და წარმოების ნარჩენებისა და დაბინძურების ერთიანი ციკლი, სადაც არასაკმარისი ყურადღებაა დათმობილი თვით ეკონომიკისადმი („შავი ყუთი“). მაკროეკონომიკის მიზანმიმართული გამოყენებისათვის საჭიროა თითოეული ბუნებრივი რესურსის ბუნებრივი პროდუქტიულობის ვერტიკალის აშენება (ჯაჭვი), რომელიც პირველადი ბუნებრივი ფაქტორების საბოლოო პროდუქციის წარმოებასთან დამაკავშირებელი იქნება.

- ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ძირითადი ეფექტური მაჩვენებელი არის ბუნებატევადობა, რომელიც განისაზღვრება გამოყენებული ბუნებრივი რესურსების მოცულობითა და საბოლოო პროდუქციით. გამოიყოფა ბუნებატევადობის ორი ტიპის (დონის) მაჩვენებელი: 1. მაკროდონე – მთელი ეკონომიკის დონე და 2. პროდუქტიულობის დონე. ბუნებატევადობის კოეფიციენტის უკუმიმართვის მაჩვენებელია ბუნებრივი რესურსების მიღება. ბუნებატევადობის მაჩვენებლის გაზომვა დინამიკაში შეიძლება გახდეს მყარ განვითარებაზე გადასვლის ერთ-ერთი მთავარი კრიტერიუმი.
- შეიძლება გამოვყოთ ეკოლოგიურ-ეკონომიკური პოლიტიკის რეალიზაციის სამი მექანიზმი: პირდაპირი რეგულირება (სახელმწიფოს ზეგავლენა); ეკონომიკური სტიმულირება (საბაზრო მექანიზმები); შერეული მექანიზმები. მსოფლიოში 2010-2020 წლების გამოცდილებიდან ჩანს, რომ მხოლოდ სახელმწიფოს ჩარევით ან საბაზრო მექანიზმებით ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრა შეუძლებელია. არსებობს „პრინციპული“ მიზეზები საბაზრო მექანიზმის ჩავარდნასთან დაკავშირებით (ექსტერნალი, დაბალი ფასები და ა.შ.) და სახელმწიფოს ზეგავლენის არაეფექტურობა (სუბსიდიები, გადასახადები და ა.შ.) გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების გამოყენების სფეროებში. ამასთან დაკავშირებით, ყველაზე მისაღებია შერეული მექანიზმი, რაც საშუალებას იძლევა, სახელმწიფოს ზეგავლენისა და საბაზრო მექანიზმების გამოყენებით განხორციელდეს ეკოლოგიურ-ეკონომიკური პოლიტიკა.
- ეკოლოგიურ-ეკონომიკური პოლიტიკის ეფექტურად გატარება ითვალისწინებს მაკროეკონომიკური ღონისძიებების შეთავსებას, რასაც აქვს საკუთარი ეკოლოგიური მიმართულება. პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება ღონისძიებები, რომლებიც მთლიანად მოიცავს ეკონომიკურ სექტორს. მათ შეიძლება არ ჰქონდეს რეალური ეკოლოგიური მიმართულება. მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება ეკოორიენტირე-

ბული საშუალებები, რომლებსაც ხშირად აქვს დამხმარე ან მაკომპენსირებელი ხასიათი მაკროეკონომიკურ ღონისძიებებთან მიმართებით.

- გარემოს დაცვის არსებითი პრობლემაა არაეფექტურობის ინსტიტუტი, კერძოდ, საკუთრების უფლების გაურკვევლობა. ზოგ შემთხვევაში საკუთრების უფლების ფიქსაცია აუმჯობესებს ეკოლოგიურ სიტუაციას.
- ეკონომიური განვითარების ტექნოგენური ტიპი იწვევს ეკოლოგიური კრიზისის გაღრმავებას და ზრდის მის არეალს. ხასიათის მიხედვით, ეკოლოგიური კრიზისები შეიძლება გავყოთ ორ ჯგუფად: ფეთქებად და მოულოდნელ კრიზისებად და „მცოცავ“, შენელებულ კრიზისებად. ისინი იწვევენ ნეგატიური შედეგების მთელ კომპლექსს – ეკოლოგიურს, სოციალურს, ეკონომიკურსა და პოლიტიკურს.
- კრიზისული ეკოლოგიური სიტუაციებიდან გამოსვლის შესაძლო ვარიანტები უნდა შეფასდეს შემდეგი კატეგორიების მიხედვით: ეკოლოგიური შედეგებით, ტექნიკური განხორციელებით, ინვესტიციების სიდიდითა და მისი ეფექტურობით, სოციალური შედეგებით. ანტიკრიზისული ეკოლოგიური პროგრამები ხშირად იწვევს არჩევანის პრობლემას თანამედროვე და მომავალი თაობების ინტერესებს შორის და მის გადასაწყვეტად საჭიროებს თაობათა კომპრომისს (მაგნე წარმოების დახურვა, გათავისუფლებული თანაშრომლების პროფესიის შეცვლა, უმუშევრობის ზრდა და სხვ.). მდგრადი განვითარების მიზნები უმეტეს შემთხვევაში ხანგრძლივი ეკოლოგიური განვითარების ინტერესთა პრიორიტეტს განსაზღვრავს.
- ეკოლოგიური კრიზისიდან გამოსვლას მაკროეკონომიკური მიდგომის საფუძველზე, ეკოლოგიური პრობლემების ალტერნატიული ვარიანტებით გადაწყვეტას ახასიათებს შემდეგი თავისებურებანი:
  - რეგიონული შესაძლო კრიზისის აცილება იმ ტერიტორიაზე, რომელზეც ხორციელდება ეკოლოგიური პრობლემის გადაწყვეტა;
  - სამრეწველო ან სასურსათო ალტერნატიული ღონისძიების შედეგების აცილება; ეკოლოგიური კრიზისიდან დაღწევის საინვესტიციო პოლიტიკის კომპლექსური ხასიათის მხედველობაში მიღებით.
- ორიენტირებული გრაფები მრავალკომპონენტური ამოცანების ამოხსნის საფუძველია, რომელიც დამოკიდებულია რკალებზე ნაჩვენებ მონაცემებზე, რომლებიც, თავის მხრივ, განსაზღვრულია ექსპერტების მიერ სტატისტიკური ინფორმაციის ბაზაზე. ორიენტირებული გრაფები (ორგრაფები) შეიძლება იყოს ნიშნითი ან შეწონითი.
- ორგრაფზე სისტემის განვითარების მოდელირება ხორციელდება იმპულსური პროცესების დახმარებით. ორგრაფში შეიძლება აღმოჩნდეს დადებითი ან უარყოფითი უკუკავშირის კონტურები. უკუკავშირის სახე განსაზღვრავს სისტემის აბსოლუტურ ან იმპულსურ მდგრადობას.

- დროის სკალასთან მიზმის მიზნით ორგრაფის რკალებზე უნდა იქნეს ნაჩვენები დროის დაყოფნა.
- მრავალკომპონენტური ამოცანები საშუალებას გვაძლევს, განვახორციელოთ „მტაცებელი–მსხვერპლი“ ეკოსისტემის მოდელირება. ეკოსისტემის მდგრადობის პრინციპები რეალიზებულია მოდელებში ორგრაფებზე.
- მრავალკომპონენტური ამოცანების მოდელირებაზე, ორგრაფებზე შეიძლება შევამოწმოთ წარმოდგენილი მეცნიერული ჰიპოთეზების ვარიანტები, რომლებიც საკმარისია ფორმალიზებული მათემატიკური მოდელის შესაქმნელად. ეკოსისტემის განვითარება შესაძლებელია კომბინაციის გზით, რომელიც შედეგადად განვითარების მრუდების 7 საბაზო ვარიანტისაგან.

ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტაში განსაკუთრებული როლს ასრულებს ადგილობრივი ეკოლოგიური ფონდების ფუნქციონირება, რომლებსაც ევალებათ::

- ზედა საფეხურის ფონდში გადარიცხვა;
- კომპენსაციების გაცემა სხვა რეგიონულ ფონდებზე;
- რეგიონთაშორისი პროექტების დაფინანსება;
- გადარიცხვები რეკრეაციის, ჯანდაცვის საჭიროებებისათვის სპეციალურ ეკოლოგიურ ფონდებში;
- სუბვენციები და კრედიტები იმ მწარმოებლებისათვის, რომლებიც ამცირებენ ზემოქმედებას გარემოზე;
- კომპენსაციები ორგანიზაციებისა და კერძო პირებისათვის მიყენებული ზიანისათვის;
- მწარმოებლებზე პრემიების გაცემა საუკეთესო ეკოლოგიური შედეგებისათვის;
- ბუნების დაცვის ადგილობრივი ტერიტორიული პროექტების დაფინანსება.

දාන්ත

$\chi^2$  - ის განაწილების ცხრილი

ს ა ი მ ე დ ო ზ ა											
M/a	0,99	0,98	0,95	0,90	0,80	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,00016	0,000063	0,00393	0,0158	0,0642	1,642	2,706	3,841	5,412	6,635	10,827
2	0,0201	0,0404	0,103	0,211	0,446	3,219	4,605	5,991	7,824	9,210	13,815
3	0,115	0,185	0,352	0,584	1,005	4,642	6,251	7,815	9,837	11,341	16,268
4	0,297	0,429	0,711	1,064	1,649	5,989	7,779	9,488	11,668	13,277	18,465
5	0,554	0,752	1,145	1,610	2,343	7,289	9,236	11,070	13,388	15,086	20,517
6	0,872	1,134	1,635	2,204	3,070	8,558	10,645	12,592	15,033	16,812	22,457
7	1,239	1,564	2,167	2,833	3,822	9,803	12,017	14,067	16,622	18,475	24,322
8	1,646	2,032	2,733	3,490	4,594	11,030	13,362	15,507	18,168	20,090	26,125
9	2,088	2,532	3,325	4,168	5,380	12,242	14,684	16,919	19,679	21,666	27,877
10	2,558	3,059	3,940	4,865	6,179	13,442	15,987	18,307	21,161	23,209	29,588
11	3,053	3,609	4,575	5,578	6,989	14,631	17,275	19,675	22,618	24,725	31,264
12	3,571	4,178	5,226	6,304	7,807	15,812	18,549	21,026	24,054	26,217	32,909
13	4,107	4,765	5,892	7,042	8,634	16,985	19,812	22,362	25,472	27,688	34,528
14	4,660	5,368	6,571	7,790	9,467	18,151	21,064	23,685	26,873	29,141	36,123
15	5,229	5,985	7,262	8,547	10,307	19,311	22,307	24,996	28,259	30,578	37,697
16	5,812	6,614	7,962	9,312	11,152	20,465	23,542	26,296	29,633	32,000	39,252
17	6,408	7,255	8,672	10,085	12,002	21,615	24,769	27,587	30,995	33,409	40,790
18	7,015	7,906	9,390	10,865	12,8577	22,760	25,989	28,869	32,346	34,805	42,312
19	7,633	8,567	10,117	111,651	13,716	23,900	27,204	30,144	33,687	36,191	43,820
20	8,260	9,237	10,851	12,443	14,578	25,038	28,412	31,410	35,020	37,566	45,315
21	8,897	9,915	11,591	13,240	15,445	26,171	29,615	32,671	36,343	38,932	46,797
22	9,542	10,600	12,338	14,041	16,314	27,301	30,813	33,924	37,659	40,289	48,268
23	10,196	11,293	13,091	14,848	17,187	28,429	32,007	35,172	38,968	41,638	49,728
24	10,856	11,992	13,848	15,659	18,062	29,553	33,196	36,415	40,270	42,980	51,179
25	11,524	12,697	14,611	16,473	18,940	30,675	34,382	37,652	41,566	44,314	52,620
26	12,198	13,409	15,379	17,292	19,820	31,795	35,563	38,885	42,856	45,642	54,052
27	12,879	14,125	16,151	18,114	20,703	32,912	36,741	40,113	44,140	46,963	55,476
28	13,565	14,847	16,928	18,939	21,588	34,027	37,916	41,337	45,419	48,278	56,893
29	14,256	15,574	17,708	19,768	22,475	35,139	39,087	42,557	46,693	49,588	58,302
30	14,953	16,306	18,493	20,599	23,364	36,250	40,256	43,773	47,962	50,892	59,703

t - სტიუდენტის განაწილება

ს ა ი მ ე დ ო ზ ა								
A / m	0,80	0,40	0,20	0,10	0,005	0,002	0,01	0,001
1	0,325	1,376	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	0,289	1,061	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598
3	0,277	0,978	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,941
4	0,271	0,941	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,267	0,920	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,859
6	0,265	0,906	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,263	0,896	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,405
8	0,262	0,889	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,261	0,883	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,260	0,879	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,260	0,876	1,363	1,796	2,201	1,718	3,106	4,437
12	0,259	0,873	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,259	0,870	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,258	0,869	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,258	0,866	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,258	0,865	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,257	0,863	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,257	0,862	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,257	0,861	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,257	0,860	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,257	0,859	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,256	0,858	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,256	0,858	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767
24	0,256	0,857	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,256	0,856	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,256	0,856	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,256	0,856	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
28	0,256	0,855	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,256	0,854	1,311	1,699	2,045	2,462	2,576	3,659
30	0,256	0,854	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,255	0,851	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,254	0,848	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,254	0,845	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	0,253	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

კოეფიციენტების სტატისტიკური მაჩვენებლები

№	$Y$	$B^n$	$B^c$	$B^c$	$V_{(Q)}$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$P$	$A$	$L$ ათასი	$G_Y$ ათასი	$C_Y$ %	$d_c$ ცალი
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,2-0,3	0,25	0,32	0,37	104211	2,05	6,5	3,0	0,22	0,30	104017	754287	0,0003	9
2	0,2-0,5	0,311	0,48	0,32	127810	3,50	8,5	4,0	0,69	0,81	14541	817051	0,0001	6
3	0,1-0,6	0,27	0,38	0,28	117160	3,45	6,6	6,1	0,70	0,50	10835	716011	0,0003	8
4	0,2-0,4	0,25	0,21	0,25	106178	3,61	7,4	5,2	0,76	0,36	18500	587210	0,0002	9
5	0,1-0,15	0,23	0,45	0,36	140517	3,80	8,7	4,8	0,83	0,75	127001	761099	0,0004	7
6	0,2-0,4	0,30	0,36	0,19	109978	3,10	6,9	4,2	0,46	0,59	137611	805678	0,0002	7
7	0,1-0,2	0,22	0,35	0,44	135047	3,22	7,0	7,1	0,29	0,62	188877	821005	0,0001	9
8	0,2-0,4	0,28	0,38	0,39	121176	3,06	7,5	3,8	0,17	0,33	123500	806666	0,0002	6
9	0,1-0,3	0,34	0,43	0,29	116789	3,09	8,1	4,2	0,68	0,57	17932	795161	0,0004	8
10	0,1-0,2	0,21	0,40	0,17	139101	3,17	6,8	3,2	0,72	0,69	130000	817161	0,0003	7
11	0,1-0,6	0,24	0,47	0,32	127856	3,67	7,3	4,9	0,87	0,43	18131	805677	0,0002	9
12	0,2-0,3	0,29	0,49	0,35	126701	3,28	7,8	5,1	0,70	0,75	18435	823516	0,0001	6
13	0,1-0,3	0,33	0,43	0,27	123565	3,05	8,3	3,3	0,69	0,58	19171	809999	0,0004	8
14	0,1-0,3	0,35	0,31	0,47	143164	3,15	6,3	4,4	0,85	0,40	19532	863367	0,0003	7
15	0,1-0,2	0,27	0,39	0,41	126721	3,03	7,1	3,5	0,41	0,30	13144	795365	0,0002	9
16	0,1-0,2	0,38	0,42	0,21	127856	3,61	7,2	4,1	0,73	0,74	12952	881356	0,0001	6
17	0,2-0,3	0,25	0,33	0,46	107001	3,58	6,9	5,0	0,77	0,42	12763	765100	0,0002	7
18	0,1-0,2	0,28	0,38	0,33	137777	3,81	7,7	4,1	0,72	0,73	13144	704401	0,0003	8
19	0,1-0,2	0,37	0,41	0,40	134471	3,64	7,2	3,4	0,91	0,69	18131	817106	0,0001	9
20	0,1-0,3	0,41	0,44	0,29	157106	3,43	7,9	5,2	0,67	0,65	13144	827865	0,0002	6
21	0,1-0,15	0,44	0,33	0,21	144444	3,33	7,7	5,5	0,77	0,66	11111	888888	0,0001	7



კოეფიციენტთა მნიშვნელობები

$N$	$V^A i$	$V^B 1$	$V(e)^{ob}$	$V(e)^l$	$P(t)$	$\nabla L$	$a$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	12141	263542	248	235	0,39	120	0,85
2	14100	22956	295	285	0,41	110	0,67
3	13798	273141	264	209	0,30	109	0,56
4	12351	276311	289	252	0,35	115	0,70
5	13517	282532	274	215	0,27	100	0,76
6	14150	28431	436	428	0,40	102	0,60
7	15841	27563	407	312	0,38	118	0,63
8	16085	29016	386	315	0,39	119	0,67
9	15908	26955	390	309	0,47	122	0,61
10	12711	24555	384	312	0,51	124	0,77
11	13000	235460	393	386	0,49	125	0,78
12	11735	274971	245	221	0,50	129	0,80
13	13215	283521	284	271	0,55	130	0,76
14	13525	283917	296	210	0,37	100	0,71
15	12777	271110	280	200	0,39	111	0,66
16	13111	200177	288	251	3,33	118	0,64
17	15171	178910	287	255	0,34	117	0,78
18	16192	167018	250	210	0,51	110	0,53
19	18770	187601	241	210	0,41	111	0,60
20	19717	270177	202	197	0,50	187	0,50

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. **ბასილაშვილი ც.** – წყლის რესურსები და მათი გამოყენების ძირითადი საკითხები. I საერთაშორისო კონფერენცია - კოლხეთის დაბლობის წყლის ეკოსისტემები-დაცვა და რაციონალური გამოყენება. შრომათა კრებული. თბილისი-ფოთი, 2011.
2. **Быстраков Ю.И., Колосов А.В.** – Экономика и экология.: М. 1988, 230 стр.
3. **Бобилев С.Н.** – Эффективность природоохранных мероприятий. М.: 1980 , 235 стр.
4. **ვართანოვი მ., სტურუა თ.** – საქართველოს წყლის რესურსები და სარწყავი სისტემების ოპტიმალური მართვა. თბილისი, 2005.
5. **ვართანოვი მ., სტურუა თ.** – ბუნების სარგებლობის ეკონომიკა. თბილისი, 2011.
6. **Вимм М. В.** – Экономические проблемы рекультивации земель. М.: 1980, 161.
7. **Gavardashvili G.V.** – The New Mud-Protective Structures and Their Calculation Methodology. Tbilisi, Republic of Georgia, 1995, 58 p.
8. **Gavardashvili G.V.** – Les Nouvelles Espèces Des Constructions De la Nature. Metsniereba, Tbilisi 1999, 42 p.
9. **გავარდაშვილი გ.ვ.** – ბუნების გამოყენების ეკონომიკა. (მეთოდური მითითება), თბილისი, 2000, 43 გვ.
10. **გავარდაშვილი გ.ვ.** – სტიქია რკინიგზას ემუქრება – გაზ. „თბილისი“, 2004, გვ. 10.
11. **გავარდაშვილი გ.ვ.** – ბუნების გამოყენების ეკონომიკა. (დამხმარე სახელმძღვანელო), თბილისი, 2003, 64.
12. **გავარდაშვილი გ.ვ., გვიშიანი ზ.ჰ.** – სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნაყოფიერების გაზრდის საკითხისათვის. საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული, 1996, თბილისი, გვ. 70-72.
13. **გავარდაშვილი გ.ვ.** – მდ. თეთრი არაგვის ჰიდროეკოლოგიური პრობლემები. გარემოს დაცვის მსოფლიო დღისადმი მიძღვნილი კონფერენციის მასალები. თბილისი, 1997, გვ. 18-20.
14. **გავარდაშვილი გ.ვ.** – ღვარცოფული წყალსადინარებისათვის ძირითადი ჰიდრო-მორფომეტრიული მაჩვენებლების დადგენა. ჟურნ. „მეცნიერება ტექნიკა“, № 7-9 , თბილისი, 1998, გვ. 72-74.
15. **Гавардашвили Г.В.** – Экологическое равновесие селеносных водотоков вдоль Военно-Грузинской дороги. (Методы теорий надежности и риска). Журн. „Инженерная экология“, Москва, №2, 2002, стр. 11-17.
16. **Гавардашвили Г.В., Топуридзе З.Р.** – Оценка надежности горных склонов Грузии в коридоре нефтегазопровода Баку-Супса. Журн. „Инженерная экология“, Москва, №5, 2002, стр. 39-47.
17. **Гавардашвили Г.В.** – Оценка эрозионных процессов горных ландшафтов в „коридоре“ нефтегазопроводов. Журн. „Инженерная экология“, Москва, №6, 2003, стр. 51-57.

18. **Gavardashvili G.V., L. King, M. Schaefer** – Debris Flow at the River Métis Chevy in the Great Caucasus (Georgia) and its Assessment Methods. Center for International Development and Environmental Research. Justus-Liebig University Giessen. №32, August, 2007, p. 15. Germany, Giessen, [www.uni-giessen.de/zeu](http://www.uni-giessen.de/zeu).
19. **გავარდაშვილი გ.ვ.** – მდინარე მლეთის ხევის წყალშემკრებ აუზში ეროზიული კერის საინჟინრო გეოლოგიური შეფასება. სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის შრომათა კრებული, მიძღვნილი ი. ბუაჩიძის დაბადებიდან 100 წლის აღსანიშნავად. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2007. 6 გვ.
20. **გავარდაშვილი გ.ვ., ვართანოვი მ.ვ.** – საქართველოში 2008 წლის აგვისტოში საომარი მოქმედების შედეგად გადამწვარი ტყის მასივების ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალის შეფასება და მთის ფერდობებზე ნიადაგის ეროზიისაგან დამცავი ღონისძიებები. წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული №64. თბილისი, 2009, გვ. 48-59.
21. **Гавардашвили Г.В.** – Защита горных ландшафтов от стихийных явлений некоторых объектов стратегического назначения Грузии. Труды Таврического национального Университета им. В.И. Вернадского. Серия „География“, том 23(62), №3, Симферополь, 2010, Украина, стр. 299-302.
22. **Гавардашвили Г.В.** – Новые природозащитные конструкции и вопросы их надежности. Труды международного симпозиума по проектированию гидротехнических сооружений и проблемы их эксплуатации. ГТУ, Тбилиси, 2000, ст. 152-156.
23. **გავარდაშვილი გ.ვ.** – მდინარე ცხენისწყალზე ცაგერის რაიონის სოფელ ჭალისთავში წყალდიდობის საწინააღმდეგო ღონისძიებები. საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „გარემოს დაცვა და მდგრადი განვითარება“. სტუ, თბილისი, 2010, გვ. 274-276.
24. **გავარდაშვილი გ.ვ.** – ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფებისას მთის ლანდშაფტების უსაფრთხოების ღონისძიებები. თბილისი, გამომცემლობა „უნივერსალი“, 2011, 237 გვ.
25. **Гавардашвили Г.В., Собота Е.** – Обеспечение экологической безопасности сельскохозяйственных угодий на колхидской низменности для улучшения социально-экологических условий местного населения. Сборник трудов I Международной конференции „Водные экосистемы колхидской низменности – Охрана и рациональное использование“. 22-24 июля, 2013, г. Тбилиси-Поти, стр. 108-111.
26. **Gavardashvili G.V.** – Prediction of Flooded Territories In Case Of Possible Breakdown of The Sioni Earth Dam. International Conference on VAIONT – 1963-2013, Thoughts and analyses after 50 years since the catastrophic landslide. Padua, Italy, 8-10 October, 2013, pp. 417-423.
27. **Gavardashvili G.V., Iremashvili I.R.** – The Evaluation of Risk-Factors of Population Safety in Transport Corridor of Georgian Military Road. Proceedings of the Second

International Conference on Vulnerability and Risk Analysis and Management (ICVRAM), 2014, Liverpool, United Kingdom. Vulnerability, Uncertainty, and Risk ©ASCE 2014, pp. 427-435 (pub. ASCE).

28. **Gavardashvili G.V.** – Prediction of the Erosive Processes in the Corridor of Baku-Tbilisi-Ceyhan Oil Pipeline and Development of Methods to Design the New Engineering Environmental Protection Measures. 6<sup>th</sup> International Conference on Contemporary Problems of Architecture and Construction. VSB – Technical University of Ostrava. Ostrava, Czech republic, 24-27 June, 2014, pp. 478 – 483, (publishing scoops).
29. **Gavardashvili G.V.** – The Forecast of Land Reclamation Risk Factors In Georgia Considering Climate Change. 1st International Scientific Conference, „Waterland-2016“, 6-12 June, Kaunas, Lithuania, 2016, p. 14. <http://conferencewaterland.weebly.com/>
30. **გავარდაშვილი გ.ვ.** - შავი ზღვის სანაპირო ზოლის სენსიტიური უბნების კვლევა აჭარის მაგალითზე. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ეროვნულ პრობლემათა შემსწავლელი და დამცველი კომისიის გამსვლელი გაფართოებული სხდომისა და სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენციის მასალები. თბილისი, 2017, გვ.137-150.
31. **გავარდაშვილი გ.ვ.** – ტყის ხანძრებისაგან დაცვის მეთოდური რეკომენდაციები. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2017, 82 გვ.
32. **გავარდაშვილი გ.ვ.** – ირიგაცია, დრენაჟი, ეროზია (მეორე გამოცემა), გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2018, 410 გვ.
33. **გავარდაშვილი გ.ვ.** – მდინარე დურუჯის ეკოლოგიური პრობლემები და გარემოსდამცავი ინოვაციური ღონისძიებები. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2018, 260 გვ.
34. **Gavardashvili G.V.** – Forecasting the Security of the Local People in Village Nakra of Mestia Region (Georgia) Against Floods and Mudflows. // Environments, ITS, [www.itspoa.com/jurnal/envi](http://www.itspoa.com/jurnal/envi), UK, 2018, pp. 13-24.
35. **Gavardashvili G.V., Bziava K., Guguchia M.** – Innovative Combined Drainage System And It’s Technical-Economical Approval. International Workshop on Improving the Water Use Efficiency and Productivity within Water Energy Food Nexus (CROP). 3<sup>rd</sup> World Irrigation Forum (ICID), Bali, Indonesia, 1-7 September, 2019, pp. 22-29.
36. **Гавардашвили Г.В.** – Оценка Рыска мелиорации в Грузии с учетом изменения климата. Сборник Материалов Международной научно-практической конференции - «Актуальные Научно-Технические и Экологические Проблемы Мелиорации Земель», посвященной 100-летию мелиоративного образования в Горках. Горки, Беларусь, 2019, с. 76-79.
37. **Gavardashvili G.V.** - Disasters Resilience of Infrastructure to Natural and Human-Caused Hazards. Innovations in Minimization of Natural and Technological Risks. Abstracts of the First Eurasian Conference “Risk – 2019”. 22 – 24 May 2019, Baku, Azerbaijan, pp. 94.

38. გავარდაშვილი გ., სუპატაშვილი თ., კუხალაშვილი ე., ნატროშვილი გ. ქუფარაშვილი ი., ირემაშვილი ი., ზზიავა კ. – ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში წყლით დატბორილი ტერიტორიების რისკის ზონების დადგენა და საგანგებო სიტუაციაში მოსახლეობის ქცევის წესების შეფასება. ბუკლეტი გამოიცა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის №FR17–615 „მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების შეფასება მოსალოდნელი კატასტროფების ფორმირებისას“ ფინანსური მხარდაჭერით. გამომცემლობა „საჩინო“, თბილისი, 2019, 63 გვ.
39. გავარდაშვილი გ., სუპატაშვილი თ., კუხალაშვილი ე., ნატროშვილი გ. ქუფარაშვილი ი., ირემაშვილი ი., ზზიავა კ. – მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების შეფასება ჟინვალის მიწის კაშხლის მოსალოდნელი კატასტროფის ფორმირებისას და სარისკო ზონებში მცხოვრები მოსახლეობის ეკოლოგიური განათლების ამღლება. ბუკლეტი გამოიცა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის №FR17–615 „მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების შეფასება მოსალოდნელი კატასტროფების ფორმირებისას“ ფინანსური მხარდაჭერით. გამომცემლობა „საჩინო“, თბილისი, 2020, 70 გვ.
40. Gavardashvili G.V. Vartanov M.V. – Methods To Calculate The Social-Economic Damage Caused By Floods. Collection of Scientific works of Odesa National Marine University – „Development of Management and Entrepreneurship Methods on Transport“. №3(72), Odessa, Ukraine 2020, pp. 5 – 11. DOI 10.31375/2226 - 1915-2020-3-5—11. <https://www.daemmt.odessa.ua/index.php/daemmt/article/view/324/275>.
41. გიგაური გ., სუპატაშვილი ა., გიგაური გ. (უმცროსი) – საქართველოს ტყეების საკურორტო რეკრეაციულ-ტურისტული მნიშვნელობა და მათში მეურნეობის გაძღოლის საფუძვლები. თბილისი, 2007, 252 გვ.
42. Gurgenidze D., Gavardashvili G., Aliyev V., Ujma A. – Dam Break and Flash Flood Prediction Case Study: Zhinvali Dam, Georgia. Abstract Book of the Second Eurasian RISC-2020 Conference and Symposium. Tbilisi, (April 12-19, 2020), in Tbilisi, Georgia, Tbilisi, pp. 98 - 99. [www.eurasianrisk2020.ge](http://www.eurasianrisk2020.ge) doi: <https://doi.org/10.21467/abstracts.93.55>
43. Иорданишвили И., Гавардашвили Г., Иремашвили И., Вартанов М., Иорданишвили К. – Кадастр водных запасов Грузии. Издательство „Универсал“, Тбилиси, 2018, 260 с.
44. Иорданишвили И., Гавардашвили Г., Иремашвили И., Вартанов М. – Влияние изменения климата на водные ресурсы бассейна р. Куры (в пределах республики Грузия). Вестник Брестского государственного технического университета – „Водохозяйственного строительства, теплоэнергетика и геоэкология“, Брест, 2020, №2, с. 10-14. <https://journal.bstu.by/index.php/icbte>
45. Лемешев М.Я. и др. – Региональное природопользование на пути к гармонии. М.:

1986, 262 стр.

46. **Магазинчиков Т.П.** – Земельный кадастр. Львов, 1987, 423 с.
47. **Мелихов Н.С.** – Природа леса и лесные пожары. Архангельск: ОГНЗ, 1947.
48. **Мирицхулава Ц.Е.** – Об одном подходе прогнозирования крупных лесных пожарных опасностей, уязвимости и их повторяемости. //Экологические системы и приборы, №5, 2006. с. 39-50.
49. **Mirtskhulava Ts., Tevzadze V., Gavardashvili G. and other** – Natural disasters. (Memorable). Science, Tbilisi, 1992, 20 p.
50. **Мирицхулава Ц.Е.** – Экологические нарушения. Тбилиси, 1993, 433 стр.
51. **Mirtskhulava Ts.** – „Hazards and Risk (at some water and other systems. Types, Analysis, Assessment)“. 2 Books. Tbilisi, „Metsniereba“, 2003, 807 p. (in Russian).
52. **Nanitashvili M., Gurgenedze D., Inashvili I.** – Origin and Classification of Debris Flow. 5<sup>th</sup> International Conference of Debris flow: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Tbilisi, Georgia, 2018, стр. 639-642.
53. **Натишвили О.Г., Урушадзе Т.Ф., Гавардашвили Г.В.** – Влияние Волнообразного Движения Склонового Стока на Интенсивность Эрозии Почв. Сборник Научных Трудов Института Водного Хозяйства, Грузии, №69, Тбилиси, 2014, 8 стр.
54. **Natishvili O.G., Gavardashvili G.V.** – Dynamics of Gully-Formation by Considering the Wave Motion of Flow. American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences. (ASRJEST), Vol. 55, №1, 2019, pp. 17-26.  
*[http://asrjtsjournal.org/index.php/American\\_scientific\\_Journal/issue/view/81](http://asrjtsjournal.org/index.php/American_scientific_Journal/issue/view/81)*.
55. **Natishvili O.G., Gavardashvili G.V.** – Some Hydraulic Properties of Cohesive Mudflows. Polish journal of Science, №29, vol. 1, 2020, Warsaw pp. 27-30. *<http://www.polish.com>*
56. **Несторов А.П., Несторов П.М.** – Экономика природопользования и охрана природы. М.: 1994, 316 стр.
57. **Несторов А.П., Несторов П.М.** – Экономика природопользования и рынок. М.: 1997, 412 стр.
58. **Рабинович Б. М.** – Экономическая оценка земельных ресурсов и эффективности инвестиций. М., Филин, 1997.
59. **Соковин В.И.** – Воздушная среда городов и ее защита от загрязнения. Ташкент, 1989, 156 стр.
60. **ჩეკურიშვილი რ.ო., გავარდაშვილი გ.ვ., ნადარაია მ. ნ.** – მეთოდური მითითება – მთის ლანდშაფტის კადასტრის შედგენა აეროკოსმოსური მეთოდების გამოყენებით. თბილისი, 1994, 48 გვ.
61. **Харари Ф.** – Теория графов. Издательство „Мир“, Москва, 1973, 300 с.

Georgian Technical University

Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of  
Georgian Technical University

FUNDAMENTALS OF THE ECOLOGICAL-ECONOMIC THEORY  
OF INTEGRATED NATURAL RESOURCE MANAGEMENT

Davit GURGENIDZE,  
Dr., Professor

Givi GAVARDASHVILI  
Dr., Profesor

The monograph is dedicated to the 100<sup>th</sup> anniversary  
of Georgian Technical University

Tbilisi  
2022

რედაქტორი მ. ლუღუშაური

გადაეცა წარმოებას 06.04.2022. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 18.02.2022. ქალაქის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 14,5. №3375.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant.  
scripta manent



