

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

რევაზ სამუკაშვილი

**კავკასიის ტერიტორიის
რადიაციული რეჟიმი და
ჰელიოენერგეტიკული
რესურსები**



გამომცემლობა „უნივერსალი“

თბილისი 2015

უაკ 551.521.12

ნაშრომში გაანალიზებულია კავკასიის ტერიტორიის რადიაციული რეჟიმი და ჰელიოენერგეტიკული რესურსები. ჩატარებულია საკვლევო რეგიონის დარაიონება ჰელიოენერგეტიკული რესურსების დონით. ნაჩვენებია, რომ მის აღმოსავლეთ რაიონებში პერსპექტიულია ნებისმიერი ტიპის ჰელიოსისტემების ეფექტური ექსპლუატაცია.

რედაქტორი: ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა
დოქტორი, პროფესორი
კ. თავართქილაძე.

რეცენზენტები: გეოგ. მეც. დოქტორი, პროფესორი
ე. ელიზბარაშვილი
ფიზ.-მათ მეცნ. აკადემიური დოქტორი
ჯ. ვაჩნაძე

© რ. სამუკაშვილი, 2015

გამომცემლობა „**უნივერსალი**“, 2015

თბილისი, 0179, ი. ჯავახიშვილის გამზ. 19, ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30
E-mail: universal@internet.ge

ISBN 978-9941-22-594-9

REVAZ SAMUKASHVILI

**RADIATION REGIME AND SOLAR
ENERGY RESOURCES OF THE
CAUCASUS TERRITORY**



Publishing House **“UNIVERSAL”**

Tbilisi 2015

UDC 551.521.12

Present state of investigations on the radiation regime and solar energy resources of the Caucasus territory is discussed and prospects of their efficient use are estimated.

Editor Dr. of Physics and Mathematics **K. Tavartkiladze**

Reviewers: Dr. of Geography, professor – **E. Elizbarashvili**
Dr. of Physics and Mathematics – **J. Vachnadze**

© **R. Samukashvili, 2015**

Publishing House “**UNIVERSAL**”

19, I. Chavchavadze Ave., 0179, Tbilisi, Georgia ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30
E-mail: universal@internet.ge

ISBN 978-9941-22-594-9

РЕВАЗ САМУКАШВИЛИ

РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ И
ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ
ТЕРРИТОРИИ КАВКАЗА



Издательство „Универсал“

Тбилиси 2015

УДК 551.521.12

В монографии проанализованы радиационный режим и гелиоэнергетические ресурсы территории Кавказа. Проведено её районированные по уровню гелиоресурсов. Показано, что восточные районы региона особенно перспективны для эффективной эксплуатации гелиосистем любого типа.

Редактор: Доктор физико-математических наук,
профессор **К. Таварткиладзе**

Рецензенты: Доктор геогр. наук, профессор –
Э. Элизбарашвили,
Акад. доктор Физ-мат. наук – **В. Вачнадзе**

© Р. Самукашвили, 2015

Издательство “УНИВЕРСАЛ”, 2015

Тбилиси, 0179, пр. И. Чавчавадзе №19, ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30
E-mail: universal@internet.ge

ISBN 978-9941-22-594-9

შინაარსი

შესავალი	9
თავი 1. კავკასიის ტერიტორიის რადიაციული რეჟიმის მახასიათებლების შესწავლის თანამედროვე მდგომარეობა	24
თავი 2. კავკასიის ტერიტორიის მზის სხივური ენერჯიის ინტენსივობის და რეჟიმული მახასიათებლების განმსაზღვრელი ფაქტორების ანალიზი	35
2.1 კავკასიის ტერიტორიის ფიზიკურ-გეოგრაფიული და ოროგრაფიული პირობები.....	35
2.2. ატმოსფეროს ფიზიკური მდგომარეობის მახასიათებლების ანალიზი.....	36
2.3 ღრუბლიანობის და მზის ნათების რეჟიმი.....	49
თავი 3. ჰორიზონტალური ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული ბალანსისა და მისი კომპონენტების ცვლილების კანონზომიერებები.....	59
3.1. მზის პირდაპირი რადიაცია	59
3.2 გაბნეული რადიაცია	68
3.3 ჯამური რადიაცია	79
3.4 არეკლილი რადიაცია და ალბედო	95
3.5 ეფექტური გამოსხივება და რადიაციული ბალანსი	108
თავი 4. გეომორფოლოგიური ფაქტორის გავლენა რადიაციული ბალანსისა და მისი კომპონენტების ფორმირებაზე	130
4.1 ჯამური რადიაცია ფერდობებზე.....	131
4.2 გაბნეული რადიაცია და ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი რადიაცია ფერდობებზე.....	161
4.3 მზის პირდაპირი რადიაცია ფერდობებზე.....	184
4.4. ბუნებრივი ფერდობების რადიაციული ბალანსი	196

თავი 5. მზის სხივური ენერჯის სპექტრალური ნაკადები	206
5.1 ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაცია ჰორ იზონტალურ ზედაპირზე და ფერდობებზე.....	206
5.2 ახლო ინფრანითელი რადიაცია.....	230
თავი 6. მზის სხივური ენერჯის პრაქტიკული გამოყენების პერსპექტივები	247
6.1 ნაგებობების შემომზღუდავი კონსტრუქცი- ების სითბური რეჟიმის რადიაციული ფაქტორების დახასიათება.....	249
6.2 კავკასიის ტერიტორიის ჰელიოენერჯე- ტიკული რესურსები.....	269
ქირითადი დასკვნები	308
ლიტერატურა	325

შესავალი

მზის რადიაციის შესწავლას, მისი რაოდენობრივი და თვისებრივი ცვლილებების კანონზომიერებების დადგენას ატმოსფეროში, ჰიდროსფეროში და ხმელეთის ზედაპირზე დიდი მეცნიერული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. მზის რადიაცია, როგორც დედამიწის სითბური ენერჯის ძირითადი წყარო, უაღრესად დიდ როლს ასრულებს ატმოსფეროში, ჰიდროსფეროში, ლითოსფეროს ზედა ფენებში, საერთოდ ბიოსფეროში მიმდინარე ბუნებრივ სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვან პროცესებში. იგი ითვლება აგრეთვე იმ ერთ-ერთ ძირითად კლიმატწარმომქმნელ ფაქტორად, რომელიც განაპირობებს ჩვენს პლანეტაზე მიმდინარე მეტეოროლოგიური პროცესების ხასიათს.

კავკასიის ტერიტორიაზე მზის რადიაციაზე დაკვირვებები დაიწყო ჩვენი საუკუნის დასაწყისში. მაგალითად, საქართველოში პირველი დაკვირვებები მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობაზე ორგანიზებული იქნა 1904 წელს თბილისის ფიზიკურ (1925 წლიდან გეოფიზიკურ) ობსერვატორიაში. მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ, ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე ორგანიზებული იქნა აქტინომეტრიული სადგურების ქსელი, სადაც დღემდე ტარდება სისტემატური დაკვირვებები (ან რეგისტრაცია) რადიაციულ ბალანსზე და მის მდგენელებზე. მაგრამ შედარებით მცირერიცხოვან და რიგ შემთხვევებში არარაციონალურად განლაგებულ აქტინომეტრულ სადგურებზე მიღებული ინფორმაცია აღმოჩნდა არასაკმარისი, როგორც დაბლობი, განსაკუთრებით კი მთიანი რაიონების რადიაციული რეჟიმის ობიექტურად შესაფასებლად. ამის შედეგად აუცილებელი გახდა რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების სიდიდეების კლიმატოლოგიური გამოთვლების მეთოდის გამოყენება, რომელიც დამუშავდა მ. ბუდიკოს ხელმძღვანელობით ა. ვოეიკოვის სახელობის მთავარ გეოფიზიკურ ობსერვატორიაში. აღსანიშნავია, რომ აქვე დამუშავდა და შემდგომში სერიულ წარმოებას გადაეცა აქტინომეტრული აპარატურა, ხოლო აქტინომეტრიული ქსელისათვის მომზადდა დაკვირვებების წარმოების და ინფორმაციის დამუშავების მეთოდური სახელმძღვანელოები, რის შედეგად შესაძლებელი გახდა მო-

ნაცემების ობიექტური ანალიზი და მისი კლიმატოლოგიური განზოგადება. ამჟამად კავკასიის ტერიტორიისათვის დაგროვილია აქტინომეტრიული დაკვირვებების საკმაო ხანგრძლივობის ინფორმაცია, რომელიც კლიმატოლოგიური გამოთვლების შედეგად მიღებულ მასალასთან ერთად იძლევა იმის საშუალებას, რომ დადგინდეს რადიაციული ბალანსისა და მისი კომპონენტების ნორმები, მდგრადობის ხარისხი და სტრუქტურული თავისებურებები, დროში და სივრცეში მათი განაწილების კანონზომიერებები.

აღსანიშნავია, რომ ამიერკავკასიის რადიაციული კლიმატის მახასიათებლების შესწავლას მიძღვნილი აქვს გამოკვლევათა განსაზღვრული ციკლი. კერძოდ, კავკასიის რეგიონის ამ ნაწილის რადიაციული რეჟიმის მახასიათებლების კვლევაზე მუშაობდნენ (და დღემდე მუშაობს ზოგიერთი მათგანი) შ. მოსიძე (67-68), ი. ცუცქირიძე (158-161), ე. შიხლინსკი (164), ა. კოტარია (58), რ. კარტაშიანი (48), ნ. გვასალია (27), ვ. გაგუა (137), კ. თავართქილაძე (145-148) და სხვები. ამ ავტორების შრომებში განხილულია ამიერკავკასიის ცალკეული ადმინისტრაციული და გეოგრაფიული რაიონების რადიაციული კლიმატის მახასიათებლები. რაც შეეხება მთლიანად კავკასიის რეგიონს (ჩრდილოეთი კავკასია, ამიერკავკასია, დიდი და მცირე კავკასიონი მთიანი სისტემები) მისთვის რადიაციული კლიმატის ანალიზი გეომორფოლოგიური ფაქტორის გათვალისწინებით (ფერდობების ორიენტაცია, დახრილობა) და პოტენციალური ჰელიორესურსების კადასტრული შეფასება დღემდე არ არის შესრულებული.

პრობლემის აქტუალობა. პრაქტიკულად კავკასიის რეგიონის სახალხო მეურნეობის თითქმის ყველა დარგი როგორც დაბლობი, ასევე მთიანი და მაღალმთიანი რაიონების შემთხვევაში გარკვეული სახით საჭიროებს ინფორმაციას კლიმატის რადიაციული მახასიათებლების შესახებ, რომელთა ერთობლივი სინქრონული მოქმედების შედეგად ყალიბდება ბუნებრივი პროცესების ენერგეტიკული ბაზა და ზონალური გეოგრაფიული კომპონენტების განვითარების ინტენსივობა.

პრობლემის აქტუალობა განისაზღვრება იმითაც, რომ ბუნებრივი გარემოს ამოუწურავი ეკოლოგიურად სუფთა ალდეგნადი ენერგეტიკული რესურსების სახეობებიდან

მნიშვნელოვან როლს თამაშობს მზის სხივური ენერჯია. აღსანიშნავია, რომ ენერგეტიკული კრიზისის და გარემოს ანთროპოგენული აეროზოლებით განპირობებული პროგრესული დაჭუჭყიანების პროცესის საგანგაშო სიმპტომების თავიდან აცილების მიზნით, რომლებიც იძენენ გლობალურ ხასიათის ნიშნებს, კლიმატის ცვლილებებში მოსალოდნელი ნეგატიური შედეგებით განსაკუთრებით აქტუალური ხდება სახალხო მეურნეობის რიგი დარგების სტაბილურ და ეკოლოგიურად სუფთა ენერგეტიკულ ბაზაზე გადაყვანა (21-23, 60, 137, 162, 166, 184, 187, 189), რაც მეტყველებს ენერგეტიკის ახალი სახეობების, მათ შორის, ჰელიოენერგეტიკის განვითარების აუცილებლობაზე.

კავკასიის და კერძოდ, საქართველოს პირობებში მზის ენერჯიის პრაქტიკული გამოყენების საკითხების ფართო სპექტრიდან არსებული ენერგეტიკული კრიზისის მწვავე პირობებში დროული ყურადღების ღირსია თუნდაც პროტატიული მცირეგაბარიტიანი, ავტონომიური ჰელიოდანადგარების მასიური წარმოება და მათი დანერგვა ყოველდღიური ყოფითი პრობლემების (ცხელი წყლით მომარაგება, საჭმლის მომზადება და სხვა) გადაჭრის მიზნით. მითუმეტეს, რომ დეტალურად დამუშავებულია სპეციალური ჰელიოსტატებით აღჭურვილი მზის სხივური ენერჯიის კონცენტრატორების კონსტრუქციული გათვლების მეთოდის და სხვა სახეობების ჰელიოდანადგარების სერიული წარმოების ორგანიზაცია და მათი ყოველდღიურ პრაქტიკაში ფართო დანერგვა საშუალებას იძლევა განსაზღვრულად შემცირდეს ენერგეტიკული კრიზისით განპირობებული ყოფითი პრობლემების სიმწვავე და შენარჩუნებული იქნეს გარემოს ნორმალური ეკოლოგიური პირობები, კერძოდ მხედველობაშია ტყის მასივების, განსაკუთრებით რელიქტიური სახეობების და მრავალწლიანი მიზნობრივი დანიშნულების, მათ შორის ქარსაცავი და სანიტარულ-გამაჯანსაღებელი ნარგავების მასიურად გაჩეხვა-მოსპობის არსებული რეალობა.

კავკასიის ტერიტორია, როგორც რეკრეაციული სისტემა, ხასიათდება ძვირფასი ბალნეოლოგიური და კლიმატური რესურსებით (ფართოპროფილიანი მინერალური წყლების სიუხვე, თერმიულად ხელსაყრელი მზიანი დღეების მნიშვნელოვანი რაოდენობა, ინტეგრალური, ულტრაიისფე-

რი და ახლოინფრანთელი რადიაციის მაღალი დონე, თბილი ნყალსატევეების და პოპულარული მთიანი სისტემების (აქტიური დასვენების, ტურიზმის, ალპინიზმის, სამთო-სათხილამურო სპორტული ბაზებით) ერთობლიობა, რომლებიც ფართო გამოყენებას პოულობენ მოსახლეობის კლიმატოთერაპიაში (28). მაგრამ, აღსანიშნავია ისიც, რომ კავკასიის ტერიტორია განლაგებულია საკმარისი (ჩ.გ-ის 42°20'-მდე) და ჭარბი (ჩ.გ-ის 42°20'-ის სამხრეთით) ულტრაიისფერი გამოსხივების ორ ზონაში. კავკასიის მთიანი რაიონები ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატების სინქრონულად ინტეგრალური, ულტრაიისფერი და ახლოინფრანთელი გამოსხივების ინტენსივობის ზრდის შედეგად, ასევე განეკუთვნებიან მზის სპექტრის ამ ორი არის ჭარბი გამოსხივების რაიონებს. სამხუხაროდ, ამ ფაქტორებს იმ მოსახლეობის კლიმატოთერაპიის ორგანიზაციაში, რომელიც ჩრდილოეთის ულტრაიისფერი დეფიციტის რაიონებიდან (ჩ.გ.-ის 57°30'-ზე ჩრდილოეთით მდებარე) აქ სამკურნალოდ და დასასვენებლად ჩამოდის მზის რადიაციის და ჰაერის აბაზანების დიფერენცირებული დოზირების ოპტიმალური ვარიანტების დადგენის თვალსაზრისით ადამიანის ორგანიზმის ფიზიკურ მდგომარეობაზე დამოკიდებულებით განსაკუთრებით მთიან და მაღალმთიან რაიონებში, არასაკმარისი ყურადღება ეთმობა (71), რაც როგორც მოწმობენ ადამიანის კანის ონკოლოგიურ დაავადებათა გამომწვევი მიზეზების კვლევის შედეგები (დადგენილია საკმაოდ მჭიდრო კორელაცია ადამიანის კანის კიბოს სიხშირესა და ულტრაიისფერი რადიაციის სიჭარბეს შორის) წარმოგადგენს ამ მძიმე და ჯერ კიდევ ხშირ შემთხვევებში განუკურნავი დაავადების ეფექტურ პროფილაქტურ საშუალებას, რითაც აიხსნება ჰელიოთერაპევტების, ონკოლოგების ჰიგიენისტების დიდი ინტერესი კავკასიის რეგიონში ულტრაიისფერი და ახლოინფრანთელი რადიაციებისადმი.

კავკასიის ტერიტორიის ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება მოითხოვს მისი რეკრეაციული პოტენციალის გულდასმით შეფასებას, რაც გულისხმობს ბიოკლიმატური მახასიათებლების განსაზღვრასაც, რომლებიც წარმოადგენენ ადამიანის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე გარემოს მეტეოროლოგიური ფაქტორების გავლენის ინდი-

კატორს. ამ მიზნით ბიოკლიმატურ მახასიათებელში (მხედველობაშია ნორმალური ექვივალენტური-ეფექტური ტემპერატურა, რომელიც დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურაზე, ფარდობით ტენიანობაზე და ქარის სიჩქარეზე) აუცილებლად უნდა იყოს გათვალისწინებული მზის პირდაპირი რადიაცია, რომელიც განსაკუთრებით მთიან და მაღალმთიან რაიონებში დაბალი თერმული დონის პირობებში თამაშობს მნიშვნელოვან როლს ბიოკლიმატის ოპტიმალური და კომფორტული პირობების ფორმირებაში.

ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის სიდიდეების შესახებ შრომაში მიღებული და გაანალიზებული ინფორმაცია, როგორც ჰორიზონტალური ზედაპირის ასევე ფერდობების შემთხვევაში ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე, ექსპოზიციასზე და დახრილობის კუთხეზე ვეგეტაციური პერიოდის (წელიწადის სეზონების) განმავლობაში შეიძლება გამოყენებული იქნეს აგროფიტოციტოზების გავრცელების არეალის, როგორც ოპტიმიზაციის, ასევე მათი ზედა საზღვრის (მთიან რაიონებში) შემდგომი ამალღების რეალიზაციის თვალსაზრისით. კავკასია და კერძოდ საქართველო ითვლება სოფლის მეურნეობის სპეციალიზირებული დარგების მევენახეობის, მეჩაიეობის, მეხილეობის, მეციტრუსეობის და ძვირფასი ტექნიკური კულტურების (კეთილშობილი დაფნა, თამბაქო, ტუნგო) რეგიონად. ყურძნის დამწიფების და გემოვნებითი თვისებების ფორმირების პერიოდში მისი ძირითადი ხარისხობრივი მაჩვენებლები-სიმჟავე და შაქრიანობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მზის ინტეგრალური და ფოტოსინთეზურად აქტიური პირდაპირი და გაბნეული რადიაციის ჯამების და მათი შეფარდებების სიდიდეებზე. კეთილშობილი დაფნის ფოთლებში დაგროვილი ეთეროვანი ზეთის რაოდენობა, ტუნგის კრონის ფორმირება, თამბაქოს ზრდა-განვითარება და ნედლეულის ხარისხი დიდად არის დამოკიდებული მზის რადიაციით დასხივების ხარისხზე, რის გამოც ამ კულტურების პლანტაციების გაშენებისას უპირატესობა ენიჭება სამხრეთის ექსპოზიციის ფერდობებს, ვაზის შემთხვევაში კი სპეციალური ჯიშების რეგიონში განლაგების ოპტიმალური ვარიანტების შერჩევას ლოკალური რადიაციული მახასიათებლების მაქსიმალური გათვალისწინებით კონკრეტული გემოვნებითი თვისებების მაღა-

ლი ხარისხის ღვინოების წარმოების მიზნით. რადიაციული მახასიათებლების კანონზომიერებების დადგენა აუცილებელია რიგი ბუნებრივი პროცესების შესწავლის თვალსაზრისითაც მაგალითად, მთიანი მყინვარების აბლიაცია, მყინვარული კვების მთის მდინარეების ჯამური ჩამონადენის ფორმირებაში მყინვარული მდგენელის სეზონური ცვლილების კანონზომიერებები, მთიანი რეგიონის რელიეფის ელემენტების ექსპოზიციაზე დამოკიდებულებით სეზონური თოვლის საფარის განაწილება, თოვლის საფარში მიმდინარე სტრუქტურული ცვლილებების თავისებურებები, ინსოლაციური და სუბლიმაციური დიაფტორეზის ტიპის თოვლის ზედაპირის პროგნოზი და სხვა.

როგორც ცნობილია, ჩვენი პლანეტის კლიმატი განისაზღვრება მის მიერ მიღებული და დაკარგული ენერჯის ბალანსით. კლიმატის რყევების და ცვლილების პრობლემატიკის შესწავლის პროცესში ინდიკატორად გამოიყენება ჰაერის ტემპერატურისა და ატმოსფერული ნალექების ცვლილებები, მაგრამ იმ მიზეზების ანალიზისა და დადგენისათვის, რომლებიც განაპირობებენ ამ მეტეოელემენტების ცვლილებებს აუცილებელია მზის სხივური ენერჯის რაოდენობრივი და თვისობრივი კანონზომიერებების დადგენა ატმოსფეროს ოპტიკურად აქტიური მდგენელების (აეროზოლი, ღრუბლიანობა) და ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური მდგომარეობის თავისებურებების გათვალისწინებით. კლიმატის ცვლილებების ტენდენციების და რაოდენობრივი მახასიათებლების დადგენის მიზნით აქტუალურია ქვეფენილი ზედაპირის ენერგეტიკისა და ქვეფენილ ზედაპირსა და ატმოსფეროს შორის ენერგეტიკული ურთიერთქმედების მექანიზმის გათვალისწინება.

კვლევის მიზანს წარმოადგენს კავკასიის ტერიტორიისათვის, როგორც განსაზღვრული ფიზიკურ-გეოგრაფიული რეგიონისათვის, რადიაციული ბალანსისა და მისი კომპონენტების მრავალწლიური საშუალო მნიშვნელობების (ნორმების) დროში და სივრცეში რაოდენობრივი ცვლილებების კანონზომიერებების დადგენა ატმოსფეროს ფიზიკური თვისებების, ასტრონომიული, ფიზიკურ-გეოგრაფიული, მეტეოროლოგიური და გეომორფოლოგიური (ფერდობების ექსპოზიცია, დახრილობა, აბსოლუტური სიმაღლე) ფაქტორე-

ბის გათვალისწინებით. მზის სხივური ენერჯის სპექტრის ფოტოსინთეზურად აქტიური და ახლო ინფრანთელი არეების წლიური მსვლელობის კანონზომიერებების დადგენა მორფოლოგიურ ფაქტორზე, აბსოლუტურ სიმაღლეზე და ატმოსფეროს ფიზიკურ თვისებებზე დამოკიდებულებით. მიღებული კანონზომიერებების რეგიონში მზის სხივური ენერჯის ინტეგრალური და სპექტრალური ნაკადების პრაქტიკული გამოყენების რეალიზაციის გზების დასაადგენად სახალხო მეურნეობის რიგ დარგებში, კერძოდ, მზის სხივური ენერჯის კადასტრული მახასიათებლების სტატისტიკურ-ალბათური ანალიზის საფუძველზე რეგიონის ჰელიოენერგეტიკული რესურსების შეფასება. კვლევა დაკავშირებულია ფართო სპექტრის რიგი მნიშვნელოვანი საკითხების გადაჭრასთან, დანყებული აქტინოკლიმატოლოგიის ზოგადი მეთოდური პრობლემებით და დამთავრებული რეგიონის სახალხო მეურნეობის რიგ დარგებში ჰელიოენერგეტიკული რესურსების პრაქტიკული გამოყენების ასპექტებით. კერძოდ, ჯამური რადიაციის გამოთვლის მეთოდიკა მთაგორიანი რაიონებისთვის, ფერდობებისა და ვერტიკალური ზედაპირებისათვის მოკლევადიანი რადიაციის – ჯამური, გაბნეული რადიაცია და რადიაციული ბალანსის გამოსათვლელი ემპირიული სახის გამოსახულებები, ფერდობებზე განლაგებული ბუნებრივი და აგროფიტოცენოზებისათვის პროდუქტიულობის გამოსათვლელი ფორმულები და სხვა. პრაქტიკაში დამკვიდრებული ტრადიციული მეთოდიკისაგან განსხვავებით, რომლის თანახმად კავკასიის (კერძოდ ამიერკავკასიის) მთიანი რაიონების რადიაციული რეჟიმის შეფასება ხდებოდა სხვადასხვა აბსოლუტურ სიმაღლეებზე განლაგებულ ჰორიზონტალურ ზედაპირებზე მოპოვებული ინფორმაციის განზოგადოებით რელიეფის დანარჩენ ფორმებზე და ყურადღების გარეშე რჩებოდა გეომორფოლოგიური ფაქტორი (ფერდობების ორიენტაცია და დახრილობა), შრომაში, ხაზგასმულია ამ პრობლემის კომპლექსური განხილვის აუცილებლობა. კავკასიის მთიანი რაიონების რადიაციული კლიმატის მახასიათებლების შესწავლის პრინციპულად ახალი მეთოდური მიდგომის საფუძველზე არსებითად დაზუსტდა არსებული შედეგები და შეუდარებლად გაიზარდა მათი ინფორმატიულობის დონე, რამაც გადამწყვეტი როლი უნდა

ითამაშოს ტერიტორიის რადიაციული რეჟიმის ლოკალური თავისებურებების გამოვლენის და დეტალიზაციის თვალსაზრისით.

აღსანიშნავია, რომ მთიანი და მაღალმთიანი რაიონების რადიაციული რეჟიმის ექსპერიმენტალურად შესწავლის აქტუალობა ფერდობების ექსპოზიციის და დახრილობის კუთხის გათვალისწინებით არაერთხელ აღინიშნა ყოფილი საბჭოთა კავშირის და სოციალისტური ბანაკის ქვეყნების მიერ ორგანიზებულ აქტინომეტრიულ თათბირებზე და კონფერენციებზე სათანადო დადგენილებებისა და რეკომენდაციების სახით, რაც მიუთითებს იმ ფაქტზე, რომ ეს საკითხი მთიანი რეგიონებისათვის დღემდე რჩება აქტინოკლიმატოლოგიის ერთ-ერთ ძირითად პრობლემად.

მიზნის მისაღწევად საჭირო გახდა შემდეგი საკითხების გადაწყვეტა:

1. მეტეოროლოგიური დაკვირვებების მონაცემების კლიმატოლოგიური დამუშავების მეთოდოლოგიის გამოყენებით დაკვირვებათა რიგების ერთგვაროვნობის ანალიზის ჩატარება და რადიაციულ მახასიათებლების მოკლე რიგების მიყვანა გრძელ პერიოდამდე.

2. რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების ინტენსივობის, დღეღამური, თვიური და წლიური ჯამების ცვალებადობის შეფასება. ძირითადი სტატისტიკური პარამეტრების დროში და სივრცეში ცვლილებების თავისებურებების დადგენა.

3. ატმოსფეროს ფიზიკური მდგომარეობის ანალიზი. აეროზოლის და წყლის ორთქლის წვლილის განსაზღვრა მზის რადიაციის საერთო შესუსტების სიდიდეებში.

4. მოლრუბლულობის რეჟიმის, მზის ნათების ხანგრძლივობის, ცის მოწმენდილი და მოლრუბლული მდგომარეობის ალბათობის, მოწმენდილი და მოლრუბლული ამინდის მდგრადობის კოეფიციენტების დროში და სივრცეში ცვლილებების კანონზომიერებების დადგენა.

5. მოწმენდილი ცისა და მოლრუბლულობის პირობებში რადიაციული ბალანსისა და მისი კომპონენტების დროში და სივრცეში ცვლილებების რაოდენობრივი შეფასება.

6. მთიან რაიონებში რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების წლიური მსვლელობის კანონზომიერებების

ფორმირებაზე ოროგრაფიული ფაქტორის გავლენის რაოდენობრივი შეფასება. ჰორიზონტალური ზედაპირისა და ფერდობებისათვის რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების სიდიდეებს შორის გადამყვანი კოეფიციენტების განსაზღვრა და მათი წლიური მსვლელობის დადგენა, ფერდობებისათვის დახრილობის კუთხეების იმ ოპტიმალური მნიშვნელობების დადგენა, რომლებიც წელიწადის განმავლობაში ღებულობენ მზის ენერჯიის მაქსიმალურ სიდიდეებს.

7. მოწმენდილი ცისა და მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე და ფერდობებზე ფოტოსინთეზურად აქტიური მზის პირდაპირი, გაბნეული და ჯამური რადიაციების სიდიდეების წლიური სვლის თავისებურებების დადგენა.

8. მზის სხივური ენერჯიის სპექტრის ახლოინფრანთელი არის წლიური მსვლელობის თავისებურებების დადგენა ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით.

9. კავკასიის ტერიტორიის ჰელიოენერჯეტიკული პოტენციალის შეფასება და მისი დარაიონება ჰელიორესურსების დონის მიხედვით.

10. ნაგებობების შემომზღუდავი კონსტრუქციების გარე ზედაპირებზე დაცემული რადიაციის მოკლეტალღიანი ნაკადების სიდიდეების რაოდენობრივი შეფასება წელიწადის განმავლობაში. ორიენტაციის, დახრილობის კუთხის და ალბედოს ცვლილებების პირობებში ნაგებობების შემომზღუდავი კონსტრუქციების შუქჭრილების გარე ზედაპირების მიერ შთანთქმული და გატარებული მზის სხივური ენერჯიის სითბური ეფექტის (ტემპერატურის რადიაციული დანამატი) რაოდენობრივი შეფასება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით (რასაც მიყვავართ დღემდე მოქმედ სამშენებლო ნორმებში და წესებში სათანადო კორექტივების შეტანის აუცილებლობამდე). ვერტიკალური შემომზღუდავი კონსტრუქციების გარე ზედაპირების ალბედოს ცვალებადობის არსებული დიაპაზონისათვის რადიაციული ბალანსის სიდიდეების განსაზღვრა ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით და რადიაციული ბალანსის განტოლების კონკრეტული სახეების დადგენა მასში შემავალ რადიაციული მახასიათებლების მაღლივი ცვლილებების თავისებურებების გათვალისწინებით.

1. დღემდე მეტნაკლებად (ძირითადად დაკვირვებათა მოკლეპერიოდიან რიგებზე დაყრდნობით) შესწავლილია კავკასიის სამხრეთი ნაწილის-ამიერკავკასიის რადიაციული რეჟიმის მახასიათებლები, რაც შეეხება მის მეორე ნაწილს ჩრდილოეთ კავკასიას, იგი რჩებოდა თეთრ ლაქად, მიუხედავად იმისა, რომ მის ტერიტორიაზე ფუნქციონირებდა აქტივომეტრიული დაკვირვებების სადგურების ქსელი. გარდა ამისა, ამიერკავკასიის მთიანი რაიონების რადიაციული რეჟიმის დახასიათების მიზნით გამოიყენებოდა სხვადასხვა აბსოლუტურ სიმაღლეებზე განლაგებულ ჰორიზონტალურ ქვეფენილ ზედაპირებზე მოპოვებული აქტივომეტრიული ინფორმაცია, რომელიც შემდეგში ავტომატურად ვრცელდებოდა იდენტურ სიმაღლეებზე არსებული რელიეფის ყველა ელემენტზე მათი ექსპოზიციისა და დახრილობის მიუხედავად, ე.ი. მხედველობაში არ მიიღებოდა ტერიტორიის რთული რელიეფის მრავალსახეობა და მისგან განპირობებული რადიაციული მახასიათებლების ლოკალური ცვლილებები, რასაც ადგილი აქვს მთავორიან რაიონებში ფიქსირებულ აბსოლუტურ სიმაღლეზე ფერდობების ორიენტაციაზე და დახრილობის კუთხეზე დამოკიდებულებით. ბუნებრივია, რომ ამ გზით მიღებულ ინფორმაციას არ შეუძლია სრული წარმოდგენა მოგვცეს რთულ ოროგრაფიულ პირობებში მიმდინარე რადიაციული პროცესების მრავალსახეობაზე და რაოდენობრივ მაჩვენებლებზე, რომლებიც გადამწყვეტ როლს თამაშობენ როგორც მიკრო-მაკრო, და მეზორელიეფის, და ასევე მთლიანად მთავორიანი რელიეფის რადიაციული კლიმატის მახასიათებლების სიდიდეების ფორმირებაში. ამ ხარვეზების შევსების მიზნით დადგინდა კავკასიის, როგორც მთლიანი ფიზიკურ-გეოგრაფიული რეგიონის, რადიაციული კლიმატის მახასიათებლების დროში და სივრცეში ცვლილებების კანონზომიერებები ატმოსფეროს ფიზიკურ თვისებებზე, მეტეოროლოგიურ და ოროგრაფიულ (ფერდობების ექსპოზიცია დახრილობა) ფაქტორებზე დამოკიდებულებით.

2. ატმოსფეროს ფიზიკური მდგომარეობის ანალიზი, გამჭვირვალობის კოეფიციენტის და სიმღვრივის ფაქტორის დროში და სივრცეში ცვალებადობის კანონზომიერებები ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით. მზის

ინტეგრალური რადიაციის შესუსტების კომპონენტების წლიური სვლის რაოდენობრივი შეფასება.

3. მოწმენდილი ცისა და ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში მზის პირდაპირი, გაბნეული, ჯამური, ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი, შთანთქმული რადიაციის და რადიაციული ბალანსის მზის სიმაღლეზე (ატმოსფეროს ოპტიკურ მასაზე) დამოკიდებულებების ანალიზური სახეები.

4. მოწმენდილი ცისა და ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში ჰორიზონტალური ქვეფენილი ზედაპირის შემთხვევაში რადიაციული ბალანსისა და მისი კომპონენტების დროში და სივრცეში ცვლილებების კანონზომიერებები. რადიაციულ ბალანსსა და მის კომპონენტებს შორის კორელაციური კავშირების ანალიზური სახეები. ჯამური რადიაციის კლიმატოლოგიური გამოთვლების ფორმულებში (საგინოვანგსტრემის და თ. ბერლიანდის ფორმულები) შემავალი კოეფიციენტების წლიური მსვლელობის განსაზღვრა.

5. რადიაციული რეჟიმის მახასიათებლების სიდიდეების წლიურ მსვლელობაზე ფერდობების ორიენტაციის, დახრილობის, აბსოლუტური სიმაღლის გავლენის რაოდენობრივი შეფასება, მთიან და მაღალმთიან რაიონებში ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი და ცის თალის მიერ გაბნეული რადიაციის სიდიდეების გამოსათვლელად დიდი დახრილობის ფერდობებისათვის ($\alpha > 30^0$) იზოტროპული მიახლოების ფორმულების გამოყენების მიზანშეუწონლობა. მზის მოკლეტალღიანი ნაკადების (ჯამების) სიდიდეების ჰორიზონტალური ზედაპირიდან ფერდობებისათვის გადამთვლელი კოეფიციენტები და მათი დახრილობის კუთხეზე დამოკიდებულების ანალიზური სახეები.

6. ღრუბლიანობის პირობებში ფერდობებისათვის ($\alpha > 30^0$) ჯამური რადიაციის ჯამების გამოსათვლელი ფორმულა. ვერტიკალურ ზედაპირებზე (კედლებზე) გაბნეული რადიაციის სიდიდეების გამოსათვლელი ფორმულები.

7. მზის პირდაპირი, ჯამური, გაბნეული ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის (ფარ) დროში და სივრცეში ცვლილებების კანონზომიერებები ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე, ღრუბლიანობაზე და მორფოლოგიურ ფაქტორებზე დამოკიდებულებით. ვეგეტაციური პერიოდისათვის

ექსპერიმენტული გზით და გამოთვლების შედეგად მიღებული ფარ-ის ჯამებს შორის კორელაციური კავშირები და მათი ანალიზური სახეები. ფერდობებზე განლაგებული ბუნებრივი და აგროფიტოცენოზებისათვის მშრალი ფიტომასის (ბიოლოგიური მასის) სიდიდის გამოსათვლელი ფორმულები. ვეგეტაციური პერიოდისათვის ჯამური ფარ-ის ჯამების ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების ანალიზური სახეები.

8. მზის გამოსხივების სპექტრის ახლოინფრანითელი არის (0,8-2,0 მკმ) (მედიცინაში ინფრანითელი გამოსხივების პრაქტიკული გამოყენების არე) წლიური ცვალებადობის კანონზომიერებები ატმოსფეროს ფიზიკური თვისებებზე და ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით.

9. მზის რადიაციის, ნათების ხანგრძლივობის, ღრუბლიანობის კადასტრული მახასიათებლების დროში და სივრცეში ცვალებადობის კანონზომიერებები, სტრუქტურული თავისებურებები და სტატისტიკური მახასიათებლები. კავკასიის ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული რესურსების პოტენციალის რაოდენობრივი შეფასება და მისი ტერიტორიული განაწილების ძირითადი თავისებურებები. კავკასიის მთიანი რეგიონისათვის ბრტყელი ტიპის ჰელიოგამათბობლების სითბური ბალანსის განტოლების სახეები.

10. იალბუზის რაიონში განსაზღვრული ტოპოლოგიური მახასიათებლების წინვინ ფიტოცენოზებში რადიაციული ბალანსისა და მისი კომპონენტების, აგრეთვე ფოტოსინთეზურად აქტიური მზის პირდაპირი, გაბნეული, ჯამური რადიაციის ტრანსფორმაციის რაოდენობრივი მაჩვენებლები. ექსპერიმენტული გზით დადგენილი ქვეფენილი ზედაპირის სითბური ბალანსის (მაღალმთიან პირობებში) მდგენელების სიდიდეების სეზონური სვლის კანონზომიერებები.

11. ნაგებობების ვერტიკალური შემომზღუდავი კონსტრუქციების გარე ზედაპირების მიერ შთანთქმული რადიაციის სიდიდეების აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებები, კედლების ზედაპირის მიერ შთანთქმული რადიაციის სიდიდით განპირობებული რადიაციულ-ტემპერატურული ნამატის შთანთქმული რადიაციის სიდიდეზე და ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებების ანალიზური სახეები შემომზღუდავი კონსტრუქციების ორიენტაციის

გათვალისწინებით. ნაგებობების შუქჭრილებში შეღწეული რადიაციის სიდიდის ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებების ანალიზური სახეები, კედლების გარეშე ზედაპირების რადიაციული ბალანსის განტოლებების დაზუსტებული სახეები მათ ორიენტაციაზე და ალბედოზე დამოკიდებულებით.

12. კავკასიის მყინვარული საფარის აბლიაციის და აკუმულაციის ზონების რადიაციული მახასიათებლების (აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით) რაოდენობრივი მაჩვენებლები, აბლიაციის პერიოდში მთის მდინარეების აუზის რადიაციულ მახასიათებლებზე დამოკიდებულებით. გაზაფხულის პერიოდში ზვავსაშიშ ფერდობებზე თოვლის სეზონურ საფარში შეღწეული ინტეგრალური და სპექტრალური რადიაციის სიდიდეების რაოდენობრივი მაჩვენებლები.

კვლევის საწყის ბაზად გამოყენებული იქნა კავკასიის მეტეოროლოგიური და აქტინომეტრიული ქსელის სტანდარტული დაკვირვებების ინფორმაცია, ავტორის მიერ ჩატარებული მრავალწლიური სტაციონარული და საველე გამოკვლევების მასალები, ლიტერატურული წყაროები. მასალის დამუშავების პროცესში გამოყენებული იქნა კლიმატოლოგიური, სტატისტიკურ-ალბათური, გრაფოანალიტიკური და მანქანური დამუშავების მეთოდები.

ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული მეცნიერული დებულებები, რომლებიც ჩამოთვლილია გამოკვლევების შედეგების მეცნიერულ სიახლეთა ნაწილში, დამუშავებულია ავტორის მიერ. ნაშრომის პრობლემემატიკისადმი მიძღვნილი სამეცნიერო პუბლიკაციების 99%-ზე მეტი დაწერილია ავტორის მიერ, ხოლო რამდენიმე თანაავტორობით შესრულებულ სტატიაში ავტორი იყო ინიციატორი, ხელმძღვანელი და აქტიური შემსრულებელი გამოკვლევის ყველა ეტაპზე, ამოცანის დასმის, ინფორმაციის მოპოვების, ანალიზის და სტატისტიკის დაწერის ჩათვლით.

სამუშაოს აპრობაცია და პუბლიკაციები. სამუშაოს შესრულების პარალელურად შედეგები მოხსენებული იქნა მაღალმთიანი გეოფიზიკური ინსტიტუტის სამეცნიერო სესიებზე (ნალჩიკი, სტავროპოლი 1970-1991წ.წ.) თოვლის ფიზიკის, თოვლის ზვავების და მყინვარების საკავშირო კონფერენციაზე (ნალჩიკი 1966წ.) აქტინომეტრიის და ატმოსფე-

როს ოპტიკის VII საკავშირო თათბირზე (ლენინგრადი 1968წ.) ამიერკავკასიის თოვლის საფარის, თოვლის ზვავების და მყინვარების V სამეცნიერო კონფერენციაზე (ბაქო 1972წ.), შუა აზიის რეგიონალური ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის სამეცნიერო სესიაზე (ტაშკენტი 1974წ.), საკავშირო IV გლაციოლოგიურ სიმპოზიუმზე (ტერსკოლი 1978) საქართველოს გეოგრაფიული საზოგადოების სხდომაზე (თბილისი 1992წ.), საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის სესიებზე (თბილისი 1992-1997წ.წ.), საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მ. ნოდის სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტის სემინარზე (თბილისი, 1997წ.).

გამოკვლევის შედეგებმა პრაქტიკული გამოყენება ჰპოვეს ყაბარდო-ბალყარეთის რესპუბლიკის იალბუზის რაიონის ტურიზმისა და ექსკურსიების საბჭოში. სვერდლოვსკის რეზინის ინსტიტუტში, ქ. ნალჩიკის სელექციურ სადგურში, ქ. ტირნიაუზის ვოლფრან-მოლიბდენის სამთო კომბინატში, სტავროპოლის მხარის სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში (ქ. სტავროპოლი), მოსკოვის უნივერსიტეტის იალბუზის საკვლევის ბაზის ღვარცოფების ლაბორატორიაში, დაგეგმარებისა და მშენებლობის რიგ დანესებულებებში, საკურორტო –რეკრეაციული ზონების ორგანიზაციებში. მიღებული შედეგები გამოყენებას ჰპოვებენ ახლო მომავალში საკვლევი რეგიონის და კერძოდ საქართველოს პირობებში ჰელიორესურსების პრაქტიკული ათვისების და კურორტებზე ჰელიოთერაპიის ორგანიზაციის საქმეში და სხვა.

გამოკვლევის შედეგებმა ჰპოვეს ასახვა ქართულ ენაზე თბილისის უნივერსიტეტის მიერ გამოცემული მეტეოროლოგიის და კლიმატოლოგიის სახელმძღვანელოებში, ყაბარდო-ბალყარეთის მიერ გამოცემულ მონოგრაფიაში:

„ყაბარდო-ბალყარეთის ასსრ-ს კონსტრუქციული გეოგრაფია“. ნ. გვასალიას მონოგრაფიაში „საქართველოს სითბური ბალანსი“ და სხვ.

ნაშრომი შედგება ექვსი თავისა, შესავლისა და დასკვნისაგან.

შესავალში დასაბუთებულია პრობლემის აქტუალობა, განსაზღვრულია კვლევის მიზანი და ამოცანები, ნაჩვენებია

მიღებული შედეგების პრაქტიკული მნიშვნელობა და სიახლე, ჩამოყალიბებულია ძირითადი დებულებები.

პირველ თავში განხილული და გაანალიზებულია კავკასიის (ძირითადად ამიერკავკასიის) ტერიტორიის რადიაციული რეჟიმის შესახებ არსებული გამოკვლევები.

მეორე თავი ეძღვნება კავკასიის ტერიტორიაზე მზის სხივური ენერგიის დონის და წლიური სვლის ძირითადი კანონზომიერებების განმსაზღვრელი ფაქტორების ანალიზს; ატმოსფეროს ფიზიკური მდგომარეობა, ღრუბლიანობის და მზის ნათების რეჟიმი, საკვლევი რეგიონის ფიზიკურ-გეოგრაფიული და ოროგრაფიული თავისებურებები.

მესამე თავში განხილულია ჰორიზონტალური ქვაფენილი ზედაპირის რადიაციული ბალანსისა და მისი კომპონენტების დროში და სივრცეში ცვალებადობის ძირითადი კანონზომიერებები.

მეოთხე თავი ეძღვნება კავკასიის პირობებში ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული მახასიათებლების სიდიდეების ფორმირების პროცესზე ოროგრაფიული ფაქტორის გავლენის რაოდენობრივ შეფასებას, გაანალიზებულია მზის, პირდაპირი ჯამური, შთანთქმული რადიაციის, ეფექტური გამოსხივების და რადიაციული ბალანსის წლიური მსვლელობის კანონზომიერებები ფერდობების ორიენტაციაზე, დახრილობის კუთხეზე და ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით.

მეხუთე თავში განხილულია ფოტოსინთეზურად აქტიური (მზის პირდაპირი, გაბნეული, ჯამური) და ახლო ინფრანითელი რადიაცია.

მექექვსე თავი ეძღვნება კავკასიის ტერიტორიის რადიაციული კადასტრის დახასიათებას, აქ არსებული ჰელიოენერგეტიკული რესურსების ანალიზს და მზის სხივური ენერგიის პრაქტიკული გამოყენების პერსპექტივებს. მოცემულია რეგიონის ჰელიოენერგეტიკული რესურსების დონის მიხედვით დარაიონება.

დასკვნაში მოცემულია შრომაში მიღებული ძირითადი შედეგები.

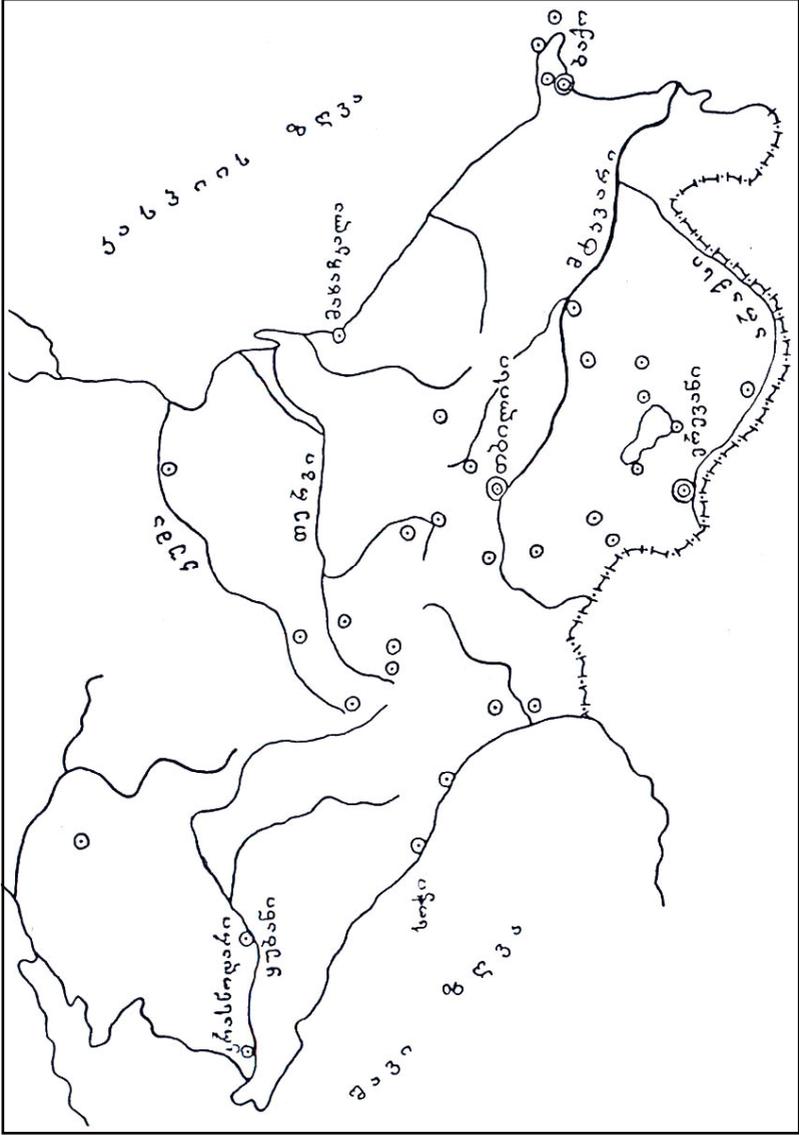
თავი 1.

კავკასიის ტერიტორიის რადიაციული რეჟიმის მახასიათებლების შესწავლის თანამედროვე მდგომარეობა

ამოცანის დასმა: გამოყენებული ინფორმაციის კრიტიკული ანალიზი და საკვლევე რეგიონის ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების გათვალისწინებით რადიაციული ბალანსის მდგენელების კლიმატოლოგიური გამოთვლის მეთოდის ოპტიმალური ვარიანტის დადგენა.

როგორც აღინიშნა, პირველი სტაციონარული დაკვირვებები მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობაზე S ორგანიზებული იქნა თბილისის ფიზიკურ ობსერვატორიაში 1904 წელს, ხოლო სავსე დაკვირვებები – მცირე არარატის და სარდარ-ბულაყის მწვერვალებზე 1907 წელს. 30-იან წლებში იალბუზის რაიონში 3,2 კმ სიმაღლეზე ზაფხულის თვეებში ნ. კალიტინი (45) ატარებდა დაკვირვებებს მზის პირდაპირ, გაბნეულ - D , ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილ - R_0 რადიაციაზე და ეფექტურ გამოსხივებაზე - E_{Σ} . 1937-38 წლების ზაფხულის თვეებში (VII, VIII) ა. გორდოვი იალბუზის რაიონში 2000-4250მ სიმაღლეთა დიპაზონში აწარმოებდა სინქრონულ დაკვირვებებს S , D , Q და E_{Σ} -ზე. რადიაციული ბალანსის მოკლევადიანი მდგენელებზე (S , D , Q) დაკვირვებების მოკლევადიანი რიგების (1949 წლის ზაფხული) ანალიზი იალბუზის სამხრეთი ფერდობისათვის (1,8-4,1კმ) მოცემულია (30)-ში. 1936 წელს მ/მ სადგურზე ყაზბეგი (3657მ) დაიწყო დაკვირვებები რადიაციულ ბალანსზე B და მის მდგენელებზე. ამ პუნქტში მოპოვებული ინფორმაცია გაანალიზებულია რიგ შრომებში, მათ შორის (67, 82, 161)-ში.

60-იანი წლების დასაწყისში კავკასიის ტერიტორიაზე აქტინომეტრიული სადგურების ქსელის (ნახ. 1.1) ორგანიზაციასთან დაკავშირებით დაიწყო რადიაციული ბალანსისა და მისი ცალკეული კომპონენტების რეგისტრაცია პუნქტებში: თბილისი, გიგანტი, სოჭი, ბერმამიტი (შადღუატმაზი), არტიომას კუნძული (კასპიის ზღვის აკვატორია).



ნახ. 1.1. კახეთის ტერიტორიის აქტინომეტრიული სადგურების ქსელი

ცენტრალური კავკასიის ჩრდილოეთ ფერდობზე განლაგებულ რიგ პუნქტებში: ნალჩიკი (450მ), ტერსკოლი (2150მ), ტერსკოლის პიკი (3065მ), ჩეგეთის პიკი (3040მ), ყინულოვანი ბაზა (3750მ), ბაშილისა და ჩეგემის ხეობებში (2000-3800მ) ავტორის ხელმძღვანელობით და უშუალო მონაწილეობით 1960-1989 წლების განმავლობაში სწარმოებდა დაკვირვებები რადიაციულ ბალანსზე და მის მდგენელებზე, პუნქტ ტერსკოლში კი მათი რეგისტრაციაც. ჩატარებული გამოკვლევების ინფორმაცია გაანალიზებულია (84-98, 100-107, 109-112, 121-127, 129-130)-ში. აქტივომეტრიული დაკვირვებების შედეგად მიღებული მონაცემები გამოიყენებოდა ამიერკავკასიის ცალკეული პუნქტებისა და რაიონებისათვის რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების დახასიათების მიზნით. მაგალითად, (67, 68, 82, 158-161, 164, 48)-ში გაანალიზებულია დაკვირვებების მონაცემები ამიერკავკასიის ცალკეული პუნქტების ადა რაიონებისათვის ძალიან მოკლე (84, 164), ანდა შედარებით მოკლე პერიოდებისათვის (67). ცხადია, რომ დაკვირვებების რიგების ასეთი ხანგრძლივობა არ არის საკმარისი რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების საშუალო რეჟიმული მახასიათებლების (ნორმების) დასადგენად. (82)-ში მ/მ ყაზბეგისათვის მოცემულია გაბნეული რადიაციის ინტენსივობის წლიური სვლა და ჯამები, მაგრამ ამ მიზნით გამოყენებული მონაცემები არის რეალურზე 20-40%-ით დაბალი, რადგანაც 1950 წლამდე (ი. იანიშვესკის სისტემის პირანომეტრების სერიული წარმოების დაწყებამდე) გაბნეული რადიაცია იზომებოდა ძველი სისტემის პირანომეტრებით, რომლებიც საგრძნობლად ამცირებდნენ მის ინტენსივობას. (160)-ში მოცემულია იმ პერიოდისათვის არსებული 10-12 წლის დაკვირვებების რიგების ანალიზის საფუძველზე საქართველოს ტერიტორიის რადიაციული (და თერმული) რეჟიმის დახასიათება, მაგრამ გამოყენებული რიგების ხანგრძლივობა ამ მიზნით რეალიზაციისათვის ე.ი. რადიაციული ბალანსისა და მისი კომპონენტების სტაბილური საშუალო მნიშვნელობების განსაზღვრისათვის, არ არის საკმარისი. (164)-ში სითბური და რადიაციული ბალანსის კლიმატოლოგიური გამოთვლების მეთოდის გამოყენებით (24) დადგენილია ამ სიდიდეების მდგენელების წლიური სვლის კანონზომიერებები აზერბაიჯანის ტერიტო-

რისათვის მთიან რაიონებში რადიაციული ბალანსის მთავარი მდგენელის – ჯამური რადიაციის ჯამების გამოსათვლელად მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში გამოყენებულია ვერტიკალური გრადიენტის სიდიდე 0,8კკალ/სმ²წელი 100 მ სიმაღლეზე, რომელიც განისაზღვრა სადგურების ორი წყვილის მონაცემებით: თბილისი-მ/მ ყაზბეგი (1951-1958წ.წ.) და მახაჩკალა მ/მ სულაკი (1958წ.) მ აგრამ დაკვირვების რიგების მოკლე (პირველი წყვილი) და ულტრამოკლე პერიოდების (მეორე წყვილი) გამოყენება განაპირობებს გრადიენტის სიდიდის და გამოთვლების შედეგების დაზუსტების აუცილებლობას გრძელპერიოდიანი რიგების ანალიზის საფუძველზე.

(48)-ში ასევე შედარებით მოკლეპერიოდიანი რიგების ანალიზის საფუძველზე (7 სადგური, დაკვირვების ხანგრძლივობა 4-12 წელი) მოცემულია სომხეთის ტერიტორიის რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების დახასიათება. ინფორმაციის გაზრდის მიზნით ამ შრომაში გამოყენებულია ემპირიული სახის ფორმულები. (27)-ში პირველად საქართველოს ტერიტორიისათვის გამოკვლეულია ქვეფენილი ზედაპირის სითბური ბალანსის გავლენის ასპექტები ადამიანის სითბურ მდგომარეობაზე. ამ შრომაში მიღებულ კანონზომიერებებს ბუნებრივი მცენარეული ზონების განაწილების და მათი მალღივი ცვლილებების შესახებ აქვს, როგორც მეცნიერული, ასევე პრაქტიკული მნიშვნელობაც, (145-147)-ში პირველად ამიერკავკასიის მთიანი რაიონებისათვის დამუშავებულია ეფექტური გამოსხივების გამოთვლის მეთოდიკა. (58)-ში მოცემულია ჯამური რადიაციის ჯამების გამოსათვლელი ფორმულა საქართველოს მთიანი რაიონებისათვის. სითბური ბალანსისა და მისი მდგენელების გამოთვლის მეთოდიკა მთიანი რეგიონის რელიეფის უმარტივესი შემთხვევისათვის (ზეგანი) ოროგრაფიის ძირითადი თავისებურებების გათვალისწინების გარეშე განხილულია ი. ბორზენკოვას მიერ. კავკასიის ტერიტორიისათვის მის მიერ მოცემულ ჯამური რადიაციისა და რადიაციული ბალანსის განაწილების სქემატურ რუკებზე კლიმატური თვალსაზრისით ისეთი განსხვავებული რაიონებისათვის, როგორცაა დასავლეთ საქართველოს ნოტიო სუბტროპიკები და მტკვარ-არაქსის დაბლობის ნახევრადუდაბნო არიდული რაიონები,

რადიაციული ბალანსის წლიური ჯამების სიდიდეები აღმოჩნდა ტოლი (50.0 კკალ/სმ^2), ხოლო დიდი და მცირე კავკასიონის წინამთაში ჯამური რადიაციის წლიური ჯამების შემცირების ნაცვლად (რასაც ადგილი აქვს საერთო ღრუბლიანობის მატების შედეგად) მოცემულია მათი ზრდა, რაც ორივე შემთხვევაში წინააღმდეგობაშია დაკვირვებებით მიღებულ შედეგებთან. ამასთანავე, ჯამური რადიაციის სიდიდეების გამოსათვლელად გამოყენებული ინფორმაციის ხანგრძლივობა არ აღემატება 5 წელიწადს. გარდა ამისა (20)-ში ნახევრად ემპირიული ფორმულების გამოყენებით დიდი და მცირე კავკასიონის ორი ვერტიკალური ჭრილის შემთხვევაში ჩრდილოეთისა და სამხრეთის 10 და 30°-იანი დახრილობის ფერდობებისათვის გამოთვლილია ჯამური და გაბნეული რადიაციის სიდიდეები.

კავკასიის გამყინვარების ზონის ზედაპირის სითბური და რადიაციული ბალანსის სეზონური ცვლილებების კანონზომიერებები აბლიაციის პერიოდში განხილულია რიგ შრომებში, მათ შორის იალბუზის გამყინვარების ზონისათვის (26)-ში. დაკვირვებების შედეგად დადგენილია მთის მყინვარების აბლიაციის პროცესში მზის სხივური ენერჯის პრევალირებული როლი. აღსანიშნავია, რომ მყინვარის ჰორიზონტალურ ზედაპირზე დაკვირვებებით მოპოვებული ინფორმაცია ვერ ახასიათებს აბლიაციის იმ შესაძლო სიდიდეების სპექტრს, რომლებსაც ადგილი აქვს ფიქსირებულ აბსოლუტურ სიმაღლეზე მყინვარის ზედაპირის ორიენტაციაზე და დახრილობის კუთხეზე დამოკიდებულებებით, რაც გადამწყვეტ როლს თამაშობს მყინვარის ზედაპირზე დაცემული მზის სხივური ენერჯის და მყინვარული კვების მდინარეების ჯამურ ჩამონადენში მყინვარული მდგენელის სეზონური სიდიდეების ფორმირებაში. რაც შეეხება მთიანი რაიონების გლაციურ-ნივალური ზონის რელიეფის ისეთ დამახასიათებელ ელემენტებს, როგორცაა მყინვარული მორენების სხვადასხვა სახეობების და აკუმულაციის ზონები (აბლიაციის ზონებისაგან განსხვავებით), მათთვის ანალოგიური სახის დაკვირვებებს აქვს ეპიზოდური ხასიათი.

მთიან და მაღალმთიან რაიონებში აქტინომეტრიული დაკვირვებების ორგანიზაციასთან დაკავშირებული სიძნედეები აიძულებენ მკვლევარებს მიმართონ რადიაციული

პროცესების მოდელირებას (იმიტაციას) და რადიაციული ბალანსის მდგენელების გამოთვლებს როგორც თეორიულად, ასევე კლიმატოლოგიური გამოთვლების მეთოდის გამოყენებით. მაგრამ, რადგანაც ცის თაღის მიერ გაბნეული – D და ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი – R_a რადიაციის სიდიდეების თეორიული გამოთვლა მათი ანიზოტროპულობის შედეგად წარმოადგენს ძნელ და ხშირ შემთხვევაში სასურველი სიზუსტით გადაუჭრელ ამოცანას, რიგი ავტორებისა იზღუდება მხოლოდ მზის პირდაპირი რადიაციის – S სიდიდეების გამოთვლით, რაც განპირობებულია იმითაც, რომ მაღალმთიან რაიონებში ჯამური რადიაციის ფორმირებაში გაბნეული რადიაციის წვლილი მცირდება, პირდაპირი რადიაციისა კი მატულობს. ასეთი სახის გამოთვლებს დიდი მნიშვნელობა აქვს კერძოდ მთიანი გამყინვარების აბლიაციის პროცესში რადიაციის როლის რაოდენობრივი შეფასებისათვის. მაგალითად, (61)-ში ამ გზით მოპოვებული ინფორმაციის გამოყენებით იალბუზის გამყინვარების ზონისათვის რაოდენობრივად შეფასდა სხვადასხვა ორიენტაციის ფერდობებზე თოვლ-ყინულის საფარის დნობის პროცესის ინტენსივობის სეზონური თავისებურებები.

როგორც ცნობილია, რადიაციულ ბალანსზე და მის მდგენელებზე დაკვირვებების ინფორმაციის კლიმატოლოგიური დამუშავების მეთოდიკა შეიცავს ისეთ არსებით მომენტებს, როგორიცაა დაკვირვებების რიგების ერთგვაროვნების დადგენა და საშუალო სტაბილური მნიშვნელობების მისაღებად დაკვირვებების მონაცემების გასაშუალებლის აუცილებელი პერიოდის ხანგრძლივობის განსაზღვრა. კავკასიის ტერიტორიის აქტინომეტრიული სადგურების ქსელისათვის განხილული იქნა დაკვირვებების რიგების ერთგვაროვნება ზოგიერთი მათგანისათვის რიგებში შესაბამისი შესწორებების შეტანით. მოკლეპერიოდის სადგურებისათვის დაკვირვებების რიგების მთლიანობა აღდგენილი იქნა მეტეოროლოგიური დაკვირვებების კლიმატოლოგიური დამუშავების მეთოდების გამოყენებით. გარდა ამისა, გათვალისწინებული იქნა აქტინომეტრიული აპარატურის მოძველებული კონსტრუქციული სახეობების ახალი, სრულყოფილი სახეობებით შეცვლის პროცესის გავლენა ამა თუ იმ რადიაციული მახასიათებლის (S, D, Q, B) დაკვირვებების რიგე-

ბის ერთგვაროვნებაზე სათანადო კოეფიციენტების გამოყენებით.

აქტინომეტრიული დაკვირვებების მონაცემების გასაშუალებების პერიოდის მიზანშეწონილი ხანგრძლივობა ახდენს გადამწყვეტ გავლენას რადიაციული ბალანსისა და მისი კომპონენტების საშუალო მნიშვნელობების სიზუსტის ხარისხზე (66, 25, 32, 24, 40, 41, 74, 76), რამაც თავისი ასახვა ჰპოვა 60-იანი წლების დასაწყისში ამ საკითხზე მიმდინარე დისკუსიებში. (32)-ში S-ის და Q-ს რიგების აუცილებელი ხანგრძლივობის 10%-ზე ნაკლები ცდომილებით გამოთვლის მიზნით გამოყენებულია მათემატიკური სტატისტიკის შესაბამისი ფორმულები. (23, 25, 41)-ში დასმულია საკითხი რადიაციულ ბალანსზე და მის მდგენელებზე დაკვირვებების რიგების მიზანშეწონილი ხანგრძლივობის განსაზღვრის, მასზე რიგების ერთგვაროვნობის ხარისხის და პერიოდის ცვალებადობის გავლენის შესახებ. (23, 24, 74)-ში დაკვირვების რიგების აუცილებელი ხანგრძლივობის გამოთვლის მიზნით გამოყენებულია თანაფარდობა:

$$N_0 = \frac{\sigma^2}{\sigma_0^2} - \quad (1.1)$$

სადაც N_0 არის გასაშუალებების მიზანშეწონილი პერიოდი, σ_0 - საშუალო კვადრატული ცდომილების - σ მეშვეობით გამოხატული არაერთგვაროვნობის მაჩვენებელი, σ საშუალო კვადრატული გადახრა. მიიღო რა ზომიერი განედებისათვის σ_0 -ის მნიშვნელობა 8,38 მჯ/მ²-ის ტოლი ზაფხულის და 4,19მჯ/მ²-ის ტოლი ზამთრის პერიოდისათვის მ. ბუდიკომ გამოთვალა (23) Q-ს და B-ს რიგების მაქსიმალური ხანგრძლივობა (68%-ის ალბათობით) წლის თბილი და ცივი პერიოდებისათვის: 25 და 16 წელი ჯამური რადიაციის ა 12 და 4 წელი რადიაციული ბალანსისათვის. (75, 76, 74)-ში გამოკვლეულია მზის რადიაციის რყევადობა, რადიაციის ველის სტრუქტურა და რიგები, მოცემულია ჯამების დღელამშორისი და წელთაშორისი ცვალებადობა, დადგენილია გასაშუალებების მიზანშეწონილი პერიოდი. საშუალო კვადრატული გადახრის (σ) მაქსიმალური სიდიდე შეადგენს მზის პირდაპირი (S), ჯამური (Q) და შთანთქმული (Q_a) რადიაციები-

სათვის 41,0-83,8 მჯ/მ²-თვეს. გაბნეული რადიაციისა (D), რადიაციული ბალანსის (B) და ეფექტური გამოსხივებისათვის ($E_{0\theta}$) შესაბამისად 20,0; 95,0; და 41,0მჯ/მ²-თვეს. B-სა და მისი მდგენელების თვიური და წლიური ჯამების ამოსავალი რიგების ფარდობითი შემთხვევითი ცდომილება შეადგენს 3-5%-ს წლის თბილ პერიოდში, 8-10%-ს Q და D-სათვის, 15-20%-ს S და B-სათვის წელიწადის ცივ პერიოდში. ამასთანავე Q-ს ჯამები განისაზღვრებიან 1,5-2,0 ჯერ მეტი სიზუსტით B-ს ჯამებთან შედარებით (75,76), ზომიერ განედებში Q-ს საშუალო თვიური ინტენსივობის განსაზღვრის სიზუსტე შეადგენს 3%-ს, ხოლო მოწმენდილი ცის შემთხვევაში მყისიერი ინტენსივობის განსაზღვრის სიზუსტე – 4%-ს. (74)-ში რადიაციის საშუალო წლიური და თვიური ჯამებისათვის 90%-იანი სანდო ალბათობით გამოთვლილი რიგების ხანგრძლივობა შეადგენს 30-35 წელს S, D, Q-სათვის და 15-20 წელს B-სათვის. (40)-ში მოყვანილი მეთოდიკის გამოყენები თ დაკვირვებების რიგების მდგრადობის ხარისხის შემოწმებისას აღმოჩნდა, რომ მათი ხანგრძლივობის შემდგომი ზრდა ფაქტიურად უკვე გავლენას ვერ ახდენს S-სა და Q-ს საშუალო სიდიდეებზე 25-30 წლის, B-ს საშუალო სიდიდეებზე კი 15 წლის შემდეგ.

კავკასიის ზოგიერთი პუნქტისათვის (გიგანტი, პიატიგორსკი, სოჭი, თბილისი) მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში B-სა და მისი მდგენელების თვიური და წლიური ჯამების ცვალებადობის მიზნით გამოთვლილი იქნა მათი სტატისტიკური მახასიათებლები: საშუალო კვადრატული გადახრა – σ , საშუალო მნიშვნელობის ცდომილება – m , ვარიაციის კოეფიციენტი – W . σ -ს თვიური ჯამების ($\sum_{\sigma} S'$, $\sum_{\sigma} D$, $\sum_{\sigma} Q$ და $\sum_{\sigma} B$) შემთხვევაში აქვს განსაზღვრული წლიური მსვლელობა: მაქსიმუმით ზაფხულის, მინიმუმით-ზამთრის თვეებში, მისი სიდიდეები მეტია წლიური და ნაკლებია თვიური ჯამებისათვის. ამ პუნქტებში B-სა და მისი მდგენელებისათვის σ იცვლება: თვიური ჯამების შემთხვევაში 17,5-32,1 (I) და 60,0-71,1 (VII) – $\sum_{\sigma} S'_{\text{ლ}}$, 10,1-13,8 (I) და 26,8-31,8 (VII) $\sum_{\sigma} B$, 25,2-47,8 (I) და 53,7-69,0 (VII) $\sum_{\sigma} Q_{\text{ლ}}$, 19,7-41,5 (I) და

24,7-36,4 (VII) $\Sigma_m D$ მჯ/მ²-ის საზღვრებში, წლიური ჯამების შემთხვევაში: 177,5-235,1 ($\Sigma_p S'_g$), 222,1-356,0 ($\Sigma_p Q_g$), 79,8-151,2 ($\Sigma_p B$), 127,0-205,9 ($\Sigma_p D$) მჯ/მ²-ის ზღვრებში. აღსანიშნავია, რომ ამ პუნქტებისათვის გამოთვლილი σ -ს საშუალო მნიშვნელობების ცვლილების ზღვრები, ახლოა იმ ზღვრებთან, რომლებიც დადგენილია (74,76)-ში. W-ს მაქსიმალური ცვალებადობა აღნიშნულია $\Sigma_m S'_g$ -ს შემთხვევაში: ზამთარში იგი მერყეობს 0,23-0,70, ზაფხულში 0,11-0,200 ზღვრებში. W-ს მინიმალური ცვალებადობით ხასიათდებიან Q, D და B-ს ზაფხულის სეზონური ჯამები. ზაფხულში $\Sigma_m Q_g$ -სათვის W ეცემა 0,05-მდე, ზამთარში მატულობს 0,30-მდე. არამდგრადი თოვლის საფარის რაიონებში W არეკლილი რადიაციის შემთხვევებში იცვლება 100%-ზე მეტად. W-ს მნიშვნელობების მინიმალური ცვალებადობით ხასიათდებიან B-სა და მისი მდგენელების წლიური ჯამები. მათთვის W-ს მნიშვნელობები მერყეობენ 0,04-0,12-ის ზღვრებში. m-ს მაქსიმალურია $\Sigma_m S_g$ და $\Sigma_m Q_g$ -ს, და მინიმალურია $\Sigma_m B_g$ და $\Sigma_m D_g$ -ს შემთხვევაში. ამასთანავე m-ს გააჩნია გარკვეული წლიური მსვლელობა მაქსიმუმით ზაფხული და მინიმუმით ზამთრის თვეებში. იანვრიდან ივლისის ჩათვლით m-ის მნიშვნელობები მერყეობენ შემდეგ ზღვრებში 5,0-11,7 ($\Sigma_m S'_g$), 4,2-12,5 ($\Sigma_m S_g$), 2,1-7,1 ($\Sigma_m B_g$), 4,2-6,7 მჯ/მ² ($\Sigma_m D_g$) m-ის მნიშვნელობები წლიური ჯამებისათვის მეტია ვიდრე თვიური ჯამებისათვის. წლიური ჯამების შემთხვევაში m იცვლება შემდეგ ზღვრებში: 38,1-51,1 მჯ/მ² ($\Sigma_m S'_g$), 57,1 მჯ/მ² ($\Sigma_m Q_g$), 17,6-32,9 მჯ/მ² ($\Sigma_m B_g$), 13,4-33,2 მჯ/მ² ($\Sigma_m D_g$).

B-სა და მისი მდგენელების საშუალო თვიური ინტენსივობის ცვალებადობა მოწმენდილი ცისა და მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში ამავე პუნქტებისათვის ერევნის დამატებით შეფასდა σ და W-ს მნიშვნელობების გამოთვლით 12 სთ და 30 წთ. დაკვირვებების ვადისათვის. σ და W

მაქსიმალურია მოღრუბლული დ მინიმალურია მონმენდილი ცის შემთხვევაში. მონმენდილი ცის შემთხვევაში σ ნელინადის განმავლობაში მერყეობს 0,01-0,06 კვტ/მ²-ის, ხოლო ღრუბლიანობის პირობებში 0,01-0,30 კვტ/მ²-ის ზღვრებში. W-ს მნიშვნელობები შესაბამისად მერყეობენ 0,04-0,30 და 0,03-0,06 კვტ/მ²-ს ზღვრებში.

როგორც ამიერკავკასიის ცალკეული რაიონების რადიაციული რეჟიმისადმი მიძღვნილი ლიტერატურული ნყაროების მოკლე განხილვიდან ჩანს, ყველა მათგანში გაანალიზებულია დაკვირვებების ხანმოკლე რიგები, რომლებიც ვერ აკმაყოფილებენ კლიმატოლოგიური კრიტერიუმების მოთხოვნებს რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების სტაბილური საშუალო მნიშვნელობების მიღების თვალსაზრისით. როგორც აღინიშნა, საშუალო თვიური და წლიური ჯამების 90%-იანი სანდო ალბათობით გამოსათვლელად დაკვირვებების რიგების ხანგრძლივობა უნდა შეადგენდეს B-ს შემთხვევაში 15-20 წელს, S_g, D და Q-სათვის კი 30-35 წელს. ეს პირობა დაცული არ არის ამიერკავკასიის ცალკეული პუნქტებისა და რაიონებისათვის რადიაციული რეჟიმის დასადგენად ადრე გამოყენებული რიგების ხანგრძლივობის თვალსაზრისით (სომხეთისათვის რიგების ხანგრძლივობა მერყეობს 4-12, აზერბაიჯანისათვის 1,5-10 წლის საზღვრებში, საქართველოსათვის იგი შეადგენს დაახლოებით 12 წელს (მხედველობაშია სისტემატური დაკვირვების პერიოდის ხანგრძლივობა აქტინომეტრიული სადგურების ქსელის ორგანიზაციიდან სათანადო შრომების გამოცემის წლამდე).

კავკასიის რეგიონის ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები და აქ არსებული მცირერიცხოვანი აქტინომეტრიული სადგურების ქსელი (განსაკუთრებით მთიან და მაღალმთიან რაიონებში) განაპირობებენ რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების კლიმატოლოგიური გამოთვლის მეთოდის ოპტიმალური ვარიანტის დადგენის აუცილებლობას.

როგორც ცნობილია, აკად. მ. ბუდკოს ხელმძღვანელობით მთავარ გეოფიზიკურ ობსერვატორიაში დამუშავდა ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული და სითბური ბალანსის კლიმატოლოგიური გამოთვლების მეთოდიკა (24), მაგრამ ისეთ ფუნდამენტალურ შრომებში, როგორიცაა „სითბური

ბალანსის ატლასი“ და „დედამინის ზედაპირის სითბური ბალანსი“, მთიანი რაიონებისათვის რადიაციული ბალანსის მდგენელების კლიმატოლოგიური გამოთვლების მეთოდის გამოყენების საკითხები დარჩენილია ღიად, მთიანი რაიონები კი სათანადო რუკებზე თეთრ ლაქად. ამ მეთოდის თანახმად ჯამური რადიაცია Q გამოითვლება საგინოვან-გსტრემის ფორმულით:

$$Q=Q_0[1-(1-K)n], \quad (1.2)$$

სადაც Q და Q_0 არის ჯამური რადიაცია საშუალო მოლ-რუბლულობისა და მონმენდილი ცის პირობებში, K – ღრუბლიანობის კოეფიციენტი (სრული ღრუბლიანობის პირობებში ქვეფენილ ზედაპირზე მოსული ჯამური რადიაციის შეფარდება ღრუბლების ზედა საზღვარზე დაცემულ ჯამურ რადიაციასთან), რომელიც განისაზღვრება ადგილის განედზე დამოკიდებულებით.

ჯამური რადიაციის შედარებით გრძელპერიოდის რიგების გამოყენებით თ. ბერლიანდის (17) მიერ Q -ს გამოსათვლელად დადგენილი იქნა შემდეგი ფორმულა:

$$Q=Q_0[1-(a+bn)n], \quad (1.3)$$

რომელშიც a და b არიან უგანზომილებო კოეფიციენტები. ჯამური რადიაციის (1.2) და (1.3) ფორმულებით გამოთვლებში ჩვეულებრივად სარგებლობენ K და a კოეფიციენტების მუდმივი საშუალო წლიური მნიშვნელობებით, რომლებიც დადგენილია მხოლოდ ადგილის განედზე დამოკიდებულებით. კავკასიის ტერიტორიისათვის განედის ცვლილებების გათვალისწინებით თ. ბერლიანდის თანახმად K იცვლება 0,33-0,36, a კი 0,38-0,40-ის საზღვრებში.

ამრიგად, Q -ს სიდიდეების გამოთვლისას გათვალისწინებული Q_0 , K , a -ს საშუალო გენედური მუდმივი მნიშვნელობები, ე.ი. მხედველობაში არ არის მიღებული მათი ცვალებადობა ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე (Q_0) და ოროგრაფიულ ღრუბლიანობაზე (K, a) დამოკიდებულებით და K, a -ს თითოეული პუნქტისათვის დამახასიათებელი წლიური მსვლელობა, რომელსაც ადგილი აქვს, როგორც ქვემოთ მოყვანილი გამოთვლები გვიჩვენებენ, მთიან და მაღალმთიან რაიონებში. როგორც მ. ბუდიკო აღნიშნავს (23), K დამოკიდებული უნდა იყოს მზის სიმაღლეზე, ღრუბლიანობის ოპტიკურ თვისებებზე და

ქვეფენილი ზედაპირის ალბედოზე, მას უნდა გააჩნდეს განსაზღვრული წლიური და დღიური მსვლელობა, რის შედეგად მისი მნიშვნელობები უნდა განსხვავდებოდნენ ერთ განედზე განლაგებული რაიონებისათვისაც. ყოველივე ამის გათვალისწინებით კლიმატოლოგიური გამოთვლების მეთოდიკას გააჩნია საკმაოდ სქემატური ხასიათი და მისი გამოყენება კანონზომიერია მხოლოდ დიდი ფართობის დაბლობი ტერიტორიებისათვის (დაბლობ რაიონებში განლაგებული პუნქტებისათვის), მთიანი და მაღალმთიანი რაიონებისათვის ეს მეთოდიკა იძლევა არადაძაბვით დასაზოგადებელ შედეგებს. ამ რაიონებისათვის (1.2)-(1.3) ფორმულების გამოყენების მიზნით მათში დადგენილი უნდა იქნეს მოწმენდილი ცის შემთხვევაში ჯამური რადიაციის ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების, ხოლო K და Q კოეფიციენტებისათვის ოროგრაფიული ღრუბლიანობის გავლენის შედეგად განპირობებული დღიური და წლიური მსვლელობის კანონზომიერებები.

ამრიგად, დაკვირვებების ერთგვაროვანი, საკმაო ხანგრძლივობის რიგების ანალიზი და კლიმატოლოგიური განზოგადება წარმოადგენს წინასწარ ძირითად პირობას კავკასიის ტერიტორიის რადიაციული რეჟიმის მახასიათებლების დროში და სივრცეში ცვლილებების სტაბილური კანონზომიერებების მისაღებად. ასეთი სახის რიგების გამოყენებამ, კლიმატოლოგიური გამოთვლების მეთოდიკის ოპტიმალური ვარიანტის დადგენამ, ბუნებრივ ფერდობებზე რადიაციული ბალანსისა და მისი კომპონენტების წლიური მსვლელობის კანონზომიერებების შესწავლამ განაპირობა ამიერკავკასიის ტერიტორიისათვის რადიაციული მახასიათებლების დადგენილი წლიური მსვლელობის კანონზომიერებები ხშირ შემთხვევაში ალტერნატიული ინტერპრეტაციის შესაძლებლობა და მათში არსებითი სახის კორექტივების შეტანა. პარალელურად ჩრდილოეთი კავკასიის ტერიტორიისათვის დადგენილი იქნა რადიაციული რეჟიმის ძირითადი მახასიათებლების დროში და სივრცეში ცვალებადობის კანონზომიერებები და კავკასიისათვის, როგორც ერთიანი ფიზიკურ-გეოგრაფიული რეგიონისათვის ოროგრაფიული პირობების გათვალისწინებით ჩამოყალიბდა რადიაციული რეჟიმის კომპლექსური დახასიათება.

თავი 2.

კავკასიის ტერიტორიის მზის სხივური ენერჯიის ინტენსივობის და რაქიმიული მასხასიათაზღაზის ბანმსაზღვრელი ზაქტორების ანალიზი

როგორც ცნობილია, ქვეფენილ ზედაპირზე დაცემული მზის რადიაციის სიდიდე დამოკიდებულია ასტრონომიულ ფაქტორზე (მზის სიმაღლე, დღის ხანგრძლივობა) ატმოსფეროს ფიზიკურ თვისებებზე (გამჭვირვალობა, სიმღვრივე), მასში მიმდინარე ცირკულაციურ პროცესებზე (ღრუბლიანობის რეჟიმი) და ადგილის ოროგრაფიულ-მორფოლოგიურ თავისებურებებზე (ფერდობების ორიენტაცია, დახრილობა, აბსოლუტური სიმაღლე).

2.1 კავკასიის ტერიტორიის ფიზიკურ-გეოგრაფიული და ოროგრაფიული პირობები

საკვლევი რეგიონი შესდგება ჩრდილოეთ კავკასიის, ამიერკავკასიის, დიდი და მცირე კავკასიონის მთიანი სისტემებისაგან (თალიშის მთებთან ერთად). ჩრდილოეთ კავკასიას სტავროპოლის ზეგანი ჰყოფს ყუბან-აზოვისპირა და კასპიისპირა დაბლობებად. დიდი კავკასიონი იყოფა დასავლეთ, ცენტრალურ და აღმოსავლეთ ნაწილებად. ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე დიდი და მცირე კავკასიონის მთიან სისტემებს შორის განლაგებულია მთათაშორისი დეპრესიული ზონა, რომელიც შესდგება კოლხეთის, ალაზან-ავტორანის, მტკვარ-არაქსისა და ლენქორანის დაბლობებისაგან. დიდი და მცირე კავკასიონის მთიანი სისტემები შეერთებულია სურამის ქედით.

აღსანიშნავია, რომ კავკასიის ტერიტორიის დიდი ნაწილი უკავია მთიან რაიონებს. აქ ადგილი აქვს ლანდშაფტური ზონების მრავალსახეობას დაწყებული მშრალი ნახევრადუდაბნო ტრამალებით (კასპიისპირა, მტკვარ-არაქსის, არარატის დაბლობები, ივრის ზეგანი, შირაქის ტრამალი) და დამთავრებული ნოტიო სუბტროპიკებით (კოლხეთისა და ლენქორანის დაბლობები, საქართველოს და კრასნოდარის მხარის შავი ზღვის სანაპირო). კავკასიის მთიან რაიონებში კლი-

მატის და ნიადაგ-მცენარეული საფარის განაწილებაში აღინიშნება ვერტიკალური ზონგლობა. ტერიტორია ხასიათდება კლიმატის მრავალსახეობით მაღალმთიანი ზონების ნივალური კლიმატიდან დაწყებული და შავი ზღვისპირეთის, კოლხეთის, ლენქორანის დაბლობების ნოტიო სუბტროპიკული, აღმოსავლეთ საქართველოს, კასპიისპირეთის, მტკვარ-არაქსის, არარატის დაბლობების ნახევარუდაბნოს არიდული კონტინენტალური კლიმატით დამთავრებული. ლანდშაფტური ზონების სიუხვე, როგორც ფიზიკური პირობების სირთულე, მოსაზღვრე წყალსატევების (შავი, კასპიის და აზოვის ზღვების) გავლენა განაპირობებს ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებების მრავალსახეობას, რომელიც რეგიონის ტერიტორიის ენერგეტიკული ბაზის (რადიაციული რეჟიმის) ფორმირებაზე ახდენს უდიდეს გავლენას. ასტრონომიული ფაქტორის და ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების გავლენით კავკასიის ტერიტორიაზე ყალიბდება მზის ნათების საკმარისი ხანგრძლივობა და რადიაციის მაღალი ენერგეტიკული დონე. მზის მაქსიმალური სიმალლე კავკასიის ტერიტორიაზე განედის სიდიდეები (39-46⁰ჩ.გ.) შესაბამისად 22 ივნისს აღწევს 74,3⁰ და 67,3⁰-ს.

2.2. ატმოსფეროს ფიზიკური მდგომარეობის მახასიათებლების ანალიზი

მზის რადიაცია ატმოსფეროში გავლის შედეგად განიცდის არსებით რაოდენობრივ და თვისობრივ ცვლილებებს, რომლებიც განპირობებულია მოლეკულარული გაბნევით, წყლის ორთქლის შთანთქმით და აეროზოლური შესუსტებით. ატმოსფეროს ფიზიკური მდგომარეობის ანალიზის, მისი დროში და სივრცეში ცვლილებების კანონზომიერებების დადგენის მიზნით გამოიყენება გამჭვირვალობის კოეფიციენტი $-P_2$ და ლინკეს სიმღვრივის ფაქტორი $-T_2$. ატმოსფეროს გამჭვირვალობის ცვლილებები დამოკიდებულია ბუნებრივი და ანთროპოგენური ხასიათის მრავალ ფაქტორზე, რომელთა შორის აღსანიშნავია ატმოსფეროს ცირკულაცია, რომელიც ჰაერის მასების ფორმირების რაიონზე და მათ მიმართულებაზე დამოკიდებულებით განაპირობებს ატმოსფე-

როს გამჭვირვალობის მაღალ, ნორმალურ და დაბალ სიდიდეებს. როგორც დაკვირვებების ინფორმაციის ანალიზი გვიჩვენებს, დადებითი ადვექციის პირობებში აღინიშნება, როგორც წესი, დაბალი, უარყოფითი ადვექციის პირობებში კი – მაღალი და ნორმალური გამჭვირვალობა. ატმოსფეროს ფიზიკური მდგომარეობის მახასიათებლების დეტალური ანალიზი მოცემულია (138)-ში. ჩვენს შრომაში (97) კავკასიის ტერიტორიისათვის გაანალიზებულია P_2 და T_2 -ის საშუალო თვიური მნიშვნელობების განაწილების კანონზომიერებები.

როგორც ცნობილია, P განისაზღვრება ბუგერის ფორმულით

$$S_{p_m} = P^m \quad (2.1)$$

სადაც, S_0 არის მზის მუდმივა, S_{p_m} - მზესა და დედამიწას შორის მანძილის საშუალო მნიშვნელობამდე (p) დაყვანილი მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობა, m - ატმოსფეროს ოპტიკური მასების რიცხვი, რომელიც შეესაბამება S -ის გაზომვის მომენტს. ლინკეს სიმღვრივის ფაქტორი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულიდან:

$$T = \frac{\lg P}{\lg P_m} = \frac{\lg S_0 - \lg S_{p_m}}{\lg S_0 - \lg S_m} \quad (2.2)$$

სადაც P და P_m არის რეალური და იდეალური ატმოსფეროს გამჭვირვალობების კოეფიციენტები, S_m - იდეალურ ატმოსფეროში მზის რადიაციის ინტენსივობა, P არის m -ის ფუნქცია, რაც გამორიცხავს სხვადასხვა მასების დროს გამოთვლილი P -ს სიდიდეების შედარებას. P -ს ერთ განსაზღვრულ მასაზე მიყვანის არსებული მეთოდებიდან ყველაზე მარტივი, მოხერხებული და ფიზიკურად დასაბუთებულია ს. სივკოვის მეთოდი (138), რომლის თანახმად ატმოსფეროს ნებისმიერი მასის შესაბამისი S -ის ინტენსივობა მიიყვანება მზის სიმაღლეზე, რომელიც ტოლია 30° -ისა (რაც შეესაბამება ატმოსფეროს ფარდობით მასას $m=2$). ამ შემთხვევაში P_2 -ის გამოსათვლელ ფორმულას აქვს შემდეგი სახე:

$$P_2 = \sqrt{\frac{S_{p,30}}{S_0}} \quad (2.3)$$

სიმღვრივის ფაქტორის T-ს სიდიდის გამოსათვლელად (138) –ში მოცემულ ია ფორმულა:

$$T = 11,5 \lg \frac{S_0}{S_{p,30}} \quad (2.4)$$

რომელიც მიღებულია ფორმულიდან:

$$T = \frac{2,3}{ma_{im}} \lg \frac{S_0}{S_m} \quad (2.5)$$

სადაც a_{im} არის იდეალურ ატმოსფეროში რადიაციის შესუსტების კოეფიციენტი, გამოსახულება $\frac{2,3}{ma_{im}} = 11,5$,

როდესაც $m=2$ და $S_0=1,98$ კალ/სმ²წთ. (138)-ში მოცემულია P_a -ს სიდიდეების გამოსათვლელი ცხრილი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს მთიანი და მაღალმთიანი რაიონებისათვისაც. სხვადასხვა პუნქტებისათვის გამოთვლილი P_a -ს მნიშვნელობების შედარება კანონზომიერია ატმოსფერული წნევის იდენტური სიდიდეების დროს გაზომილი S-ის შემთხვევებში, რასაც ადგილი აქვს ტოლ აბსოლუტურ სიმაღლეებზე. მთიან რაიონებში სხვადასხვა აბსოლუტურ სიმაღლეზე გამოთვლილი P_a -ს სიდიდეების შედარების მიზნით ისინი მიყვანილი უნდა იქნენ ერთ აბსოლუტურ მასაზე $m_a=2$ ფორმულით.

$$m_a = \frac{b}{b_0} m \quad (2.6)$$

ან (138)-ში მოყვანილი სპეციალური ცხრილით. (2.6)-ში b_0 არის ატმოსფეროს ნორმალური წნევა, b – ატმოსფეროს წნევა მოცემულ სიმაღლეზე.

გამოვიყენოთ რა მონმენდილი ცის შემთხვევაში S-ზე მრავალწლიური დაკვირვებების მასალები, ს. სივკოვის მე-

თოდით კავკასიის ტერიტორიისათვის გამოთვლილი იქნა P_a და T_a . P_a -ის საშუალო მნიშვნელობების განსაზღვრის ცდომილება არ აღემატება 0,01-ს, გამოთვლების შედეგების ანალიზიდან ჩანს, რომ P_a -ს მრავალწლიური საშუალო თვიური მნიშვნელობები კავკასიის დაბლობ რაიონებში მერყეობს 0,72-0,82 ზამთარში კი 0,65-0,71 ზაფხულში, რაც განპირობებულია ატმოსფეროს ტენშემცველობის და აეროზოლური სიმღვრივის წლიური მსვლელობის თავისებურებებით. ატმოსფეროს მაქსიმალურ გამჭვირვალობას ადგილი აქვს დეკემბერ-იანვარში, მინიმალურს ივლის-აგვისტოში. P_a -ს ზაფხულის სიდიდეები ზამთრის სიდიდეებთან შედარებით ეცემა აფშერონის ნახევარკუნძულზე, კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობის წინამთაში, კოლხეთის დაბლობზე და სალსკის ტრამალებზე 9%-ით, კასპიისპირა, მტკვარ-არაქსის დაბლობებზე, შავი ზღვის სანაპიროზე, ქართლის ვაკეზე, ალაზნის ველზე 11-12%, არარატის ვაკეზე და ნახჭევანის ქვაბულში 7-8%-ით. მთიან რაიონებში P_a -ს წლიური რყევების ამპლიტუდა დაბლობ რაიონებთან შედარებით მცირდება: ზაფხულის თვეებში P_a -ს საშუალო სიდიდეების შემცირება ზამთრის მნიშვნელობებთან შედარებით შეადგენს მ/მ ყაზბეგზე (3657მ) და ყინულოვან ბაზაზე (3750მ, იალბუზი) 2%-ს ტერსკოლის პიკზე (3100მ) 5%, ბერმამიტზე (2523მ) და ჯვრის უღელტეხილზე (2395მ) 6%-ს. აღმოსავლეთ კავკასიონის და მცირე კავკასიონის მთიან რაიონებში დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით ზაფხულის თვეებში ატმოსფეროს აეროზოლური დაჭუჭყიანების გაძლიერების შედეგად P_a -ს წლიური მსვლელობის ამპლიტუდა იზრდება. მაგალითად, მ/მ სულაკზე (2930მ), სევანის ტბის აუზში (1948მ) და შამქორის გეიგიოლზე (2470მ) იგი აღწევს 8-9%-ს. P_a -ს დღეღამურ მსვლელობაში მაქსიმუმი აღინიშნება დილის, მინიმუმი – შუადღის საათებში, რაც განპირობებულია აბსოლუტური ტენიანობისა და ატმოსფეროს მიწისპირა ფენების გაჭუჭყიანების ზრდით ტურბულენტური პროცესების გაძლიერების შედეგად. მაგრამ, ჰაერის მასების შეცვლის და ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების ლოკალური წყაროების გავლენით P_a -ს მაქსიმუმს შეიძლება ადგილი ჰქონდეს დღის სხვა საათებშიც. მაგალითად ტერსკოლში (იალბუზი, 2150მ) ჩვე-

ნი დაკვირვებების პროცესში (88,97) ხშირად აღინიშნებოდა P_a -ს სიდიდეების დაცემა დღის პირველ ნახევარში ფერდობებზე მიმდინარე ეროზიულ-დენუდაციური პროცესების შედეგად. როგორც სინოპტიკური პროცესების ანალიზი გვიჩვენებს, მთიან რაიონებში P_a -ს მაქსიმუმს ადგილი აქვს ანტიციკლონალური ტიპის ამინდის პირობებში, ხოლო დაბლობ რაიონებში – არქტიკული ცივი ჰაერის მასების შემოჭრისას, როდესაც მათ თან ახლავს ნალექები და ატმოსფეროდან აეროზოლების ინტენსიური გამორეცხვა (3). P_a -ს დღიური მსვლელობის ამპლიტუდის მაქსიმუმი აღნიშნულია მტკვარ-არაქსის და კასპიისპირა დაბლობებში, არარატის ვაკეზე, აღმოსავლეთ საქართველოს ბარში. P_a –ს საშუალო თვიური სიდიდეების განედური ცვლილებები გაცილებით ნაკლებია ადგილის აბსოლუტური სიმაღლით გამონვეულ ცვლილებებზე. მაგალითად, ივნისში ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე 403-3653მ სიმაღლეთა დიაპაზონში P_a იზრდება 18%-ით (68% |დან 86%-მდე), ხოლო განედის სიდიდის ცვლილებით 39-46°-ის ზღვრებში იგი რჩება უცვლელი (72%).

T_a -ს საშუალო თვიური მნიშვნელობები მერყეობენ შემდეგ საზღვრებში: 2,4-4 ,2 აფშერონზე და კასპიისპირა დაბლობზე, 2,5-3,1 ჩრდილოეთ კავკასიის ნინამთაში, 2,2-3,5 კოლხეთის დაბლობზე და შავი ზღვის სანაპიროზე, 2,7 -4,4 ალაზნის ველზე, მტკვარ-არაქსის დაბლობზე და ნახჭევანის ქვაბულში, 2,8-3,7 არარატის ვაკეზე. P_a –ს საშუალო მრავალწლიური სიდიდე კავკასიის ტერიტორიაზე იცვლება 3,31-დან (თბილისი) 1,78-მდე (ყინულოვანი ბაზა, იალბუზი). მზის სიმაღლის მატებისას ატმოსფეროს გამჭვირვალობის კოეფიციენტის - P საშუალო მნიშვნელობები მცირდება, ხოლო სიმღვრივის ფაქტორი - T მატულობს. დამოკიდებულებები $P=f(h_0)$ და $T=f(h_0)$ ანალიზურად წარმოიდგინებიან წრფივი ფუნქციების სახით (ცხრილი 2.2.1).

კავკასიის მთიან რაიონებში ადგილის სიმაღლის H ზრდისას P_a იზრდება, T_a მცირდება. დამოკიდებულებებს $P_a=f(H)$ და $T_a=f(H)$ აქვს შემდეგი ანალიზური სახეები:

ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობი:

$$\text{იანვარი } P_a=0,708+0,086H+0,011H^2 \quad (2.7)$$

$$T_a=2,77-0,317H \quad (2.8)$$

$$\text{აგვისტო } P_a=0,639+0,088H-0,085H^2 \quad (2.9)$$

$$T_a=3,33-0,33H \quad (2.10)$$

ცხრილი 2.2.1.

b და k-ს მნიშვნელობები დამოკიდებულებებში $P=b-kh_0$,
 $T=b+kh_0$

რაიონი, პუნქტი	b		k	
	$P=f(h_0)$	$T=f(h_0)$	$P=f(h_0)$	$T=f(h_0)$
კასპისპირა დაბლობი	0,778	2,46	-0,0018	0,024
შავი ზღვის სანაპირო	0,792	2,26	-0,0018	0,022
კოლხეთის დაბლობი	0,792	2,26	-0,012	0,014
ცენტრალური კავკასიონი მ/მ ყაზბეგი	0,888	1,175	0,00033	0,0025
ცენტრალური კავკასიონი ჯვარის უღელტეხილი (2,4კმ)	0,864	1,400	-0,0004	0,005
აღმოსავლეთი კავკასიონი, მ/მ სულაკი (2,9კმ)	0,850	1,592	-0,0005	0,0058

ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი:

$$\text{იანვარი } P_a=0,664+0,1137H-0,0138H^2 \quad (2.11)$$

$$T_a=3,143e^{-0,241H} \quad (2.12)$$

$$\text{აგვისტო } P_a=0,591+0,113H-0,0105H^2 \quad (2.13)$$

$$T_a=4,56 e^{-0,262H} \quad (2.14)$$

დიდი და მცირე კავკასიონის მთიანი სისტემები ერთად:

$$\text{დეკემბერი } P_a=0,775+0,035H \quad (2.15)$$

$$T_a=2,72+0,03H-0,11H^2 \quad (2.16)$$

$$\text{ივლისი } P_a=0,675+0,045H \quad (2.17)$$

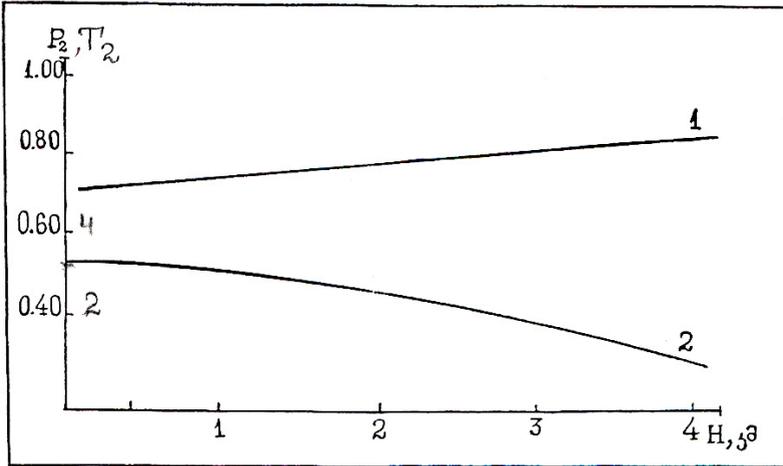
$$T_a=3,88-0,17H-0,11H^2 \quad (2.18)$$

$$\text{ნელინადი } P_a=0,705+0,045H \quad (2.19)$$

$$T_a=3,22-0,040H-0,11H^2 \quad (2.20)$$

დაკვირვების შედეგად მიღებული და (2.7-2,20) ანალიზური დამოკიდებულებით გამოთვლილი P_a და T_a -ის სიდიდეებს შორის განსხვავება უმნიშვნელოა. მაგალითად, წრფივი დამოკიდებულებების შემთხვევაში σ შეადგენს 0,02 ხოლო

მეორე რიგის პარაბოლების შემთხვევაში 0,03-ს. (2,19-2,20) დამოკიდებულებების გრაფიკული სახე წარმოდგენილია ნახ. 2.2.1-ზე.



ნახ. 2.2.1 P_a და T_a -ის საშუალო წლიური სიდიდეების ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებები კავკასიისათვის

P_a მაქსიმუმს აღწევს მაღალმთიან რაიონებში. მაგალითად, იალბუზის უნაგირაზე (5,3კმ) ივლის-აგვისტოში (1970-1984წ.წ.) ჩვენი გაზომვების თანახმად P_a -ის სიდიდე მერყეობდა 0,890-0,935-ის საზღვრებში. ანალოგიური შედეგები მიღებული იყო ადრე (26)-შიც. ჩვენს მიერ მიღებული და (26)-ში მოყვანილი P_a -ის სიდიდეები მცირედ განსხვავდებიან ამ სიმაღლეზე იდეალურ ატმოსფეროში არსებული მნიშვნელობებისაგან. ამ სიმაღლეზე მზის რადიაცია შესუსტებას ძირითადად განიცდის მოლეკულარული გაბნევით. ცენტრალური კავკასიონის მყინვარებზე: კულაკი (3,0კმ), ბაშილი (3,2კმ) და ტერსკოლი (3,8კმ) აბლიაციის პერიოდში ჩვენს მიერ განსაზღვრული P_a -ის საშუალო თვიურმა სიდიდეებმა (V-VIII) სათანადოდ შეადგინა 0,86 და 0,88.

კავკასიის დაბლობ ტერიტორიაზე P_a -ის საშუალო თვიური მნიშვნელობების განაწილება წლის სეზონზე დამოკიდებულებით ხასიათდება შემდეგი თავისებურებებით: იან-

ვარში P_a შეადგენს შავი ზღვის სანაპიროზე, ყუბანისა და კოლხეთის დაბლობებზე 79-81%, კასპიისპირა დაბლობზე (სანაპირო ზოლის ჩათვლით), ჩრდილოეთი კავკასიის მინერალური წყლების რაიონებში 76-79%, მტკვარ-არაქსის დაბლობზე, ქართლის, ალაზან-ავტორანის, არარატის ვაკეებზე და ნახჭევანის ქვაბულში 74-75%, ამრიგად, იანვარში P_a -ის მინიმუმი აღინიშნება მტკვარ-არაქსის დაბლობზე, ქართლის და არარატის ვაკეებზე, ნახჭევანის ქვაბულში. შავი ზღვის სანაპიროზე აეროზოლური სიმღვრივის შემცირების შედეგად P_a რამდენადმე მატულობს. მარტში ატმოსფეროს ტენშემცველობის და აეროზოლური დაჭუჭყიანების შედეგად ატმოსფეროს გამჭვირვალობა ეცემა. ამ თვეში P_a -ის სიდიდეები მერყეობენ შავი ზღვის სანაპირო ზოლში 75-77% (მცირდება სამხრეთისაკენ) კასპიისპირა და მტკვარ-არაქსის დაბლობებზე 69-70%, ჩრდილოეთ კავკასიის მინერალური წყლების რაიონში, ყაბარდოს, ქართლის, არარატის ვაკეებზე და ალაზნის ველზე 74-75%-ის ზღვრებში, ნახჭევანის ქვაბულში P_a -ის სიდიდე შეადგენს 72%. ივლისში ატმოსფეროს გამჭვირვალობა უფრო მეტად ეცემა. P_a -ის სიდიდეები ამ თვეში მერყეობენ შავი ზღვის სანაპიროზე, ჩრდილოეთი კავკასიის მინერალური წყლების რაიონში, კოლხეთისა და ყუბანისპირა დაბლობებში 65-66%, ნახჭევანის ქვაბულში, არარატის ვაკეზე და კასპიის ზღვის სანაპირო ზოლში 68-70%, ქართლის ვაკეზე და ალაზან-ავტორანის ველზე 65-68%-ის ზღვრებში. ივლისში P_a -ის მინიმუმი აღინიშნება კასპიისპირა დაბლობის შავი მინების რაიონში (პუნქტები ყიზლარი, ბაჯიგანი), მტკვარ-არაქსის დაბლობზე, ქართლის ვაკეზე და ალაზან-ავტორანის ველზე.

ოქტომბერში P_a -ის სიდიდეები შესამჩნევად იზრდება. ისინი შეადგენენ შავი ზღვის სანაპიროზე, ყუბანისპირა და კოლხეთის დაბლობზე 76-78%, კასპიისპირა, მტკვარ-არაქსის დაბლობებზე, ალაზნის ველზე და ნახჭევანის ქვაბულში 72-73%, ჩრდილოეთ კავკასიის მინერალური წყლების რაიონში, ქართლისა და არარატის ვაკეებზე 74-75%, კასპიის ზღვის სანაპირო ზოლში 76-72% (P_a ეცემა სამხრეთის მიმართულებით). ოქტომბერში P_a -ის მინიმუმი აღინიშნება კასპიისპირა დაბლობზე (შავი მინების რაიონში), ალაზან-ავტო-

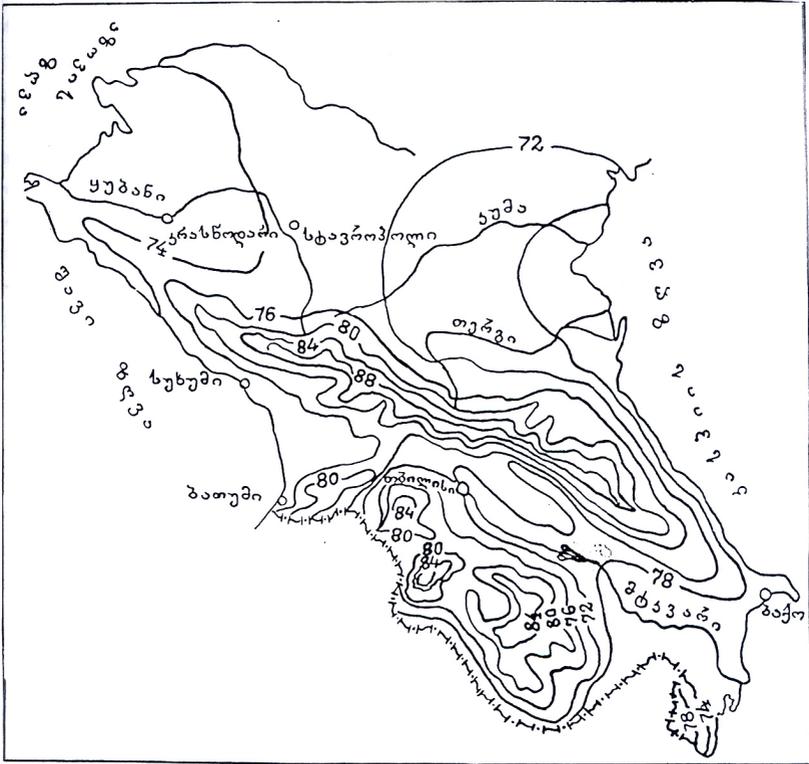
რანის ველზე, მტკვარ-არაქსის დაბლობზე და ნახჭევანის ქვაბულში. P_a -ის საშუალო წლიური მნიშვნელობების განაწილება კავკასიის ტერიტორიაზე მოცემულია ნახ. 2.2.2.

ატმოსფეროს ფიზიკური მდგომარეობის ზოგიერთი მახასიათებელი a_{wd} (ატმოსფეროს სიმღვრივის ოპტიკური სიმკვრივე) და q_{wd} (წყლის ორთქლის და აეროზოლის გამჭვირვალობის კოეფიციენტი) ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობისათვის ჩვენს მიერ გამოთვლილი იქნა (4)-ში მოცემული მეთოდის გამოყენებით. ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდის შემთხვევაში q_{wd} მატულობს, a_{wd} მცირდება. q_{wd} და a_{wd} -ს საშუალო წლიური სიდიდეები შეადგენენ ჩრდილოეთი კავკასიის წინამთის რაიონებში (0,4კმ) 0,783 და 0,101, 2,2 კმ. სიმაღლეზე 0,855 და 0,067, 3,1კმ-ზე 0,880 და 0,054, 3,8 კმ-ზე 0,894 და 0,045., წელიწადის განმავლობაში a_{wd} მაქსიმალურია ზაფხულში, q_{wd} კი ზამთარში. კურორტ სოჭში წელიწადის განმავლობაში a_{wd} იცვლება 0,054(I)-0,116(VII) საზღვრებში (72). ამავე თვეებში ჩვენი მონაცემებით a_{wd} იცვლება შემდეგ საზღვრებში: 0,080-0,121(0,4კმ), 0,052-0,082(2,2კმ), 0,045-0,068 (3,1კმ), 0,041-0,052 (3,8კმ). a_{wd} -ს სიდიდეები კურორტ ნალჩიკში (0,4კმ) მეტია, ვიდრე სოჭში, რაც განპირობებულ ია შავი ზღვის გავლენით.

როგორც ცნობილია, S-ის საერთო შესუსტება ატმოსფეროში - ΔS წარმოიდგინება შემდეგი სახით:

$$\Delta S = \Delta S_m + \Delta S_w + \Delta S_A \quad (2.20)$$

სადაც, ΔS_m , ΔS_w , ΔS_A არიან S-ის შესუსტების კომპონენტები შესაბამისად იდეალურ ატმოსფეროში მოლეკულური გაბნევით (ΔS_m), წყლის ორთქლის შთანთქმით (ΔS_w), აეროზოლებზე გაბნევით და შთანთქმით (ΔS_A). ΔS გვიჩვენებს, თუ დედამიწის ზედაპირზე გაზომილი S-ის ინტენსივობა რა სიდიდით ნაკლებია მზის მუდმივაზე. როდესაც $H_0=30^\circ(m=2)$,



ნახ.2.2.2 გამჭვირვალობის კოეფიციენტი P_2 , ნელინადი.

ცხრილი 2.2.2

ΔS -ის საშუალო მნიშვნელობები მზის სიმაღლეზე დამოკიდებულებით, კვტ/მ²

1	2	3	4	5	6	7	8	9
პუნქტი	H, მ	h_0 გრად.						
		10	20	30	40	50	60	70
ყიზლარი	-5	0.94	0.75	0.66	0.62	0.61	0.59	-
მახაჩკალა	21	0.91	0.74	0.62	0.60	0.57	0.56	0.55
კუნძული არტიომა	-26	0.94	0.75	0.67	0.62	0.60	0.58	0.56
ცხაკაია	40	0.88	0.69	0.60	0.57	0.55	0.51	0.49
გიგანტი	83	0.90	0.71	0.62	0.56	0.55	0.54	-
სოჭი	57	0.87	0.68	0.61	0.57	0.56	0.55	0.54
მინგეჩაური	93	0.96	0.77	0.68	0.63	0.59	0.57	0.56
სოხუმი	116	0.90	0.69	0.59	0.56	0.53	0.52	0.51
ანასეული	158	0.85	0.65	0.55	0.51	0.49	0.48	0.47
თბილისი	403	0.96	0.79	0.69	0.61	0.58	0.56	0.55
ნალჩიკი	450	0.93	0.75	0.61	0.56	0.54	0.53	0.52
თელავი	568	0.89	0.70	0.60	0.58	0.55	0.51	0.50
პიატიგორსკი	537	0.89	0.71	0.61	0.56	0.55	0.54	0.53
ნახჭევანი	875	0.94	0.76	0.64	0.60	0.59	0.57	0.55
ერევანი	942	0.90	0.72	0.62	0.55	0.53	0.52	0.50
წალკა	1457	0.83	0.64	0.53	0.51	0.48	0.46	0.45
ლენინაკანი	1556	0.82	0.62	0.50	0.48	0.47	0.46	0.45
მარტუნი	1945	0.77	0.60	0.48	0.46	0.44	0.42	0.41
ტერსკოლი	2150	0.75	0.57	0.47	0.43	0.40	0.39	0.38
კობჩეკი	2387	0.72	0.52	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36
ჯერის უღელტეხილი	2395	0.71	0.51	0.44	0.41	0.39	0.38	0.37
მ/მ სულაკი	2923	0.68	0.50	0.43	0.40	0.38	0.37	0.36
ტერსკოლის პიკი	3065	0.62	0.46	0.36	0.32	0.30	0.29	0.28
მ/მ ყაზბეგი	3653	0.52	0.40	0.32	0.28	0.26	0.25	0.24
ყინულოვანი ბაზა	3750	0.53	0.38	0.31	0.27	0.25	0.24	0.24

მაშინ ΔS -ის სიდიდე განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით:

$$\Delta S = S_0 - S_{p,30} \quad (2.21)$$

კავკასიის 25 აქტინომეტრიული სადგურებისათვის ჩვენს მიერ გამოთვლილი იქნა ΔS -ის საშუალო მრავალწლიური სიდიდეები მზის სიმაღლეზე დამოკიდებულებით (ცხრილი 2.2.2), როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, h_0 -ს მუდმივი (ფიქსირებული) სიდიდის შემთხვევაში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას ΔS მცირდება და აღწევს მინიმუმს მაღალმთიან რაიონებში. მაგალითად, როდესაც $h_0 = 70^\circ$ ΔS დაბლობ რაიონებში მერყეობს, 0,49-0,56 კვტ/მ²-ის ზღვრებში, მაღალმთიან პუნქტებში (მ/მ ყაზბეგი, ყინულოვანი ბაზა) იგი ტოლია 0,24 კვტ/მ²-ისა. h_0 -ს ზრდისას 10-70⁰-ის საზღვრებში ΔS -ის სიდიდე თანდათან მცირდება და აღწევს მინიმუმს მზის მაქსიმალური სიმაღლეების შემთხვევაში. გარდა ამისა, ΔS -ს გააჩნია მკვეთრად გამოსატყული წლიური მსვლელობა ზაფხულის მინიმუმით, ზამთრის მაქსიმუმით.

წყლის ორთქლის მიერ შთანთქმული რადიაციის სიდიდე - ΔS_w გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:

$$\Delta S_w = 0,184(mw)^{0,270} \quad (2.22)$$

$$\Delta S_w = 0,172(mw)^{0,303} \quad (2.23)$$

რომლებიც იძლევიან ერთმანეთისაგან მცირედ განსხვავებულ შედეგებს. ამ ფორმულებში m არის ატმოსფეროს მასა, W წყლის ორთქლის შემცველობა 1სმ²-ის ტოლი ფუძის ჰაერის სვეტში. W -ს სიდიდე განისაზღვრება ატმოსფეროს რადიოზონდირების შედეგად. ΔS_A გამოითვლება (2.20)-დან:

$$\Delta S_A = \Delta S - \Delta S_m - \Delta S_w \quad (2.24)$$

სადაც $\Delta S_m = S_0 - S_m$, აქ S_0 არის მზის მუდმივა, S_m კი იდეალურ ატმოსფეროში მზის პირდაპირი რადიაციის სიდიდე. როდესაც $m=2$, $\Delta S_m = 0,25$ კვტ/მ². ჩვენს მიერ კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობისათვის (0,4-3,8კმ) ΔS_w -ს სა-

შუალო მნიშვნელობები გამოთვლილი იქნა (2.22) ფორმულით. W -ს სიდიდეები გამოთვლილი იქნა ყაბარდოს ბაბლობზე, მინერალურ წყლებში და იალბუზის რაიონში (2,2კმ) ჩატარებული ატმოსფეროს რადიოზონდირების მასალების გამოყენებით. W -ს სიდიდეები გამოთვლილია ატმოსფეროში ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის ვერტიკალური განაწილების მონაცემებით, შემდეგი ფორმულით:

$$W = \frac{1}{980} \sum_0^{pi} q_{b, \vartheta} \Delta P \quad (2.25)$$

სადაც $q_{b, \vartheta}$ არის მოცემული ფენისათვის ჰაერის ხვედრითი ტენიანობის საშუალო მნიშვნელობა, ΔP -ს ფენის ზედა და ქვედა საზღვრებს შორის წნევათა სხვაობა. როგორც ΔS_w და ΔS_A -ს საშუალო თვიური და წლიური სიდიდეების ანალიზი გვიჩვენებს, კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე წელიწადის განმავლობაში სჭარბობს აეროზოლური შესუსტება. სიმაღლის ზრდასთან ერთად ΔS_w და ΔS_A -ს სიდიდეები სინქრონულად მცირდებიან. ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასა 0,4-3,8 კმ დიაპაზონში ΔS_w და ΔS_A მცირდებიან შესაბამისად დეკემბერში 0,15 და 0,22 კვტ/მ²-დან 0,08 და 0,14 კვტ/მ²-მდე, ივლისში 0,24 და 0,27 კვტ/მ²-დან 0,13 კვტ/მ²-მდე. წელიწადის განმავლობაში საშუალოდ 0,18 და 0,22 კვტ/მ²-დან 0,08-0,13 კვტ/მ²-მდე. ΔS_w და ΔS_A -ს წლიური მსვლელობის მინიმუმი აღინიშნება ზამთრის, მაქსიმუმი ზაფხულის თვეებში რაც დაკავშირებულია წლის თბილ პერიოდში ატმოსფეროს ტენშემცველობის და აეროზოლებით გაჭუჭყიანების ზრდასთან ტურბულენტური პროცესების განვითარების შედეგად. 4კმ და მეტ სიმაღლეებზე ΔS_A წელიწადის განმავლობაში უმნიშვნელოდ იცვლება. დამოკიდებულებები $\Delta S_A = f(H)$ და $\Delta S_w = f(H)$ ანალიზურად წარმოდგინებიან მცირე რიგის პარაბოლას სახით (88). შავი ზღვის სანაპიროზე განლაგებულ პუნქტებში $\Delta S_A < \Delta S_w$ -ზე, წელიწადის განმავლობაში ΔS_A და ΔS_w სი-

დიდეებს შორის სხვაობა მერყეობს ზამთარში 0,07-0,15, ზაფხულში 0,03-0,04 კვტ/მ²-ის საზღვრებში. მსხვილ სამრეწველო ცენტრებში (თბილისი, ბაქო, ერევანი) ΔS_A და ΔS_w ზამთრის პერიოდში ახლოა, ხოლო ზაფხულში ტოლია ერთმანეთისა. ამ ქალაქებში ზაფხულის თვეებში ΔS_A აღწევს 0,03 კვტ/მ²-ს, რაც ძირითადად განპირობებულია ატმოსფეროს ანთროპოგენური აეროზოლებით გაჭუჭყიანებით. შავი ზღვის სანაპიროსაგან განსხვავებით, კასპიის ზღვის სანაპირო ზოლში $\Delta S_A \geq \Delta S_w$ ზაფხულში და $\Delta S_A \leq \Delta S_w$ ზამთარში. მათ შორის სხვაობის სიდიდე მერყეობს ზაფხულში 0,03-0,05 ზამთარში 0,03-0,04 კვტ/მ²-ის საზღვრებში.

2.3 ღრუბლიანობის და მზის ნათების რეჟიმი

ქვეყნილი ზედაპირის რადიაციული ბალანსის და მისი კომპონენტების ფორმირებაზე დიდ გავლენას ახდენს ღრუბლიანობა და მზის ნათების რეჟიმის თავისებურებები. ღრუბლიანობა, როგორც ატმოსფეროს ოპტიკურად აქტიური ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფაქტორი, წარმოადგენს რადიაციული ველის მთავარ რეგულატორს და ასრულებს ორ მნიშვნელოვან ფუნქციას: დღის განმავლობაში ამცირებს მზის ნათების ხანგრძლივობას და სხივური ენერჯიის დონეს (პარალელურად ზრდის დედამიწის პლანეტარულ ალბედოს) ღამის საათებში კი თამაშობს სითბური ეკრანის როლს, იცავს დედამიწის ზედაპირს გაცივებისაგან. რაც შეეხება ღრუბლების რადიაციულ თვისებებს, ექსპერიმენტული და თეორული თვალსაზრისით კარგად შესწავლილია ქვედა და საშუალო იარუსის ფენოვანი ღრუბლები. მათთვის დადგენილია ალბედოს და შთანთქმის უნარიანობის დამოკიდებულებები ოპტიკურ სისქეზე, მიკროსტრუქტურულ პარამეტრებზე და მზის მდებარეობაზე. ზედა იარუსის ყინულოვანი ღრუბლების ოპტიკური თვისებების შესწავლაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება დედამიწის ხელოვნურ თანამგზავრებს.

კავკასიის ტერიტორიის ღრუბლიანობის რეჟიმის კანონზომიერებების დადგენის მიზნით გაანალიზებული იქნა მრავალწლიური საშუალო, საერთო და ქვედა იარუსის მოლრუბლულობა, ცის მონმენდილი და მოლრუბლული მდგომარეობის ალბათობა, მონმენდილი და მოლრუბლული ამინდის მდგრადობის კოეფიციენტები K_a , K_p საერთო და ქვედა იარუსის ღრუბლიანობით, რომლებიც მზის ნათების ხანგრძლივობის განაწილებასთან, მონმენდილი, მოლრუბლული და უმზეო დღეების მახასიათებლებთან ერთად იძლევიან ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული ბალანსის ფორმირებაზე მოლრუბლულობის რეჟიმის გავლენის შესახებ ამომწურავ პასუხს. ამჟამად კავკასიის ტერიტორიისათვის მოლრუბლულობაზე სისტემატური დაკვირვების პერიოდი შეადგენს 50 წელზე მეტს, რაც იძლევა ღრუბლიანობის დროში სტაბილური საშუალო მნიშვნელობების დადგენის საშუალებას. კავკასიის ტერიტორიაზე მოლრუბლულობის რეჟიმი ფორმირდება ატმოსფეროში მიმდინარე ზოგად ცირკულაციური პროცესებით და მათზე რეგიონის რთული ოროგრაფიული ფაქტორის გავლენით.

მიკროცირკულაციური პროცესების რეალიზაციის ხარისხზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კავკასიის მთიანი სისტემის რთული ოროგრაფიული სტრუქტურა. კავკასიის მთები, როგორც რელიეფის ძირითადი ქოტურად განლაგებული დიდი რაოდენობის სხვადასხვა ფორმების რთული სისტემა, ხელს უწყობს ცირკულაციის ლოკალური სახეობების წარმოქმნას, რომლებიც ზოგად ცირკულაციურ პროცესებთან მოქმედების შედეგად გარკვეულწილად ცვლიან მათ. მოლრუბლულობის რეჟიმის თავისებურებებზე დიდ გავლენას ახდენს შავი, კასპიისა და აზოვის ზღვების სიახლოვეც. კავკასიის ტერიტორიაზე ზამთარში ამინდი და მოლრუბლულობის რეჟიმი განპირობებულია კავკასიის აღმოსავლეთით (ჩრდილო-აღმოსავლეთით) განლაგებული მაღალი წნევის არის (ციმბირის ანტიციკლონი) სამხრეთ-დასავლეთის პერიფერიაზე (შავ ზღვაზე და მის დასავლეთით) განლაგებული დაბალი წნევის არის სინქრონული მოქმედებით. ასეთი სიტუაციის პირობებში ბარიული გრადიენტები მიმართულია აღმოსავლეთიდან (ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან) დასავლეთის (სამხრეთ-დასავლეთის) მიმართულებით და შესაბამის-

სად წლის ამ სეზონში გაბატონებულია აღმოსავლეთიდან (ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან) შემოსული ცივი ჰაერის მასები, რომლებიც თერგი-კუმას, თერგი-სულაკის, კასპიისპირა დაბლობში, სტავროპოლის მაღლობის აღმოსავლეთ ფერდობზე, აზერბაიჯანისა და აღმოსავლეთ საქართველოს რაიონებში ოროგრაფიული აწევის შედეგად ხდებიან აღმავალი, რასაც თან სდევს ღრუბლიანობის მატება. დასავლეთი წინაკავკასიისა (წინამთის რაიონი, ყუბანისპირა დაბლობი) და დასავლეთ საქართველოსათვის აღმოსავლეთიდან შემოჭრილი ჰაერის მასები მერიდიანული მიმართულებით განლაგებულ სტავროპოლის მაღლობზე და ლიხის ქედზე გადასვლის შემდეგ ხდებიან დაღმავალი და ფიონური მოვლენების განვითარების შედეგად ამ რაიონში ღრუბლიანობა მცირდება. შავი ზღვის გავლენით, რომელიც წლის ცივ პერიოდში არ იყინება, მოღრუბლულობა მატულობს. ზღვისპირა სანაპირო რაიონებში ყუბანისპირა და კოლხეთის დაბლობზე ცის მოღრუბლული მდგომარეობა აღწევს 65-70%-ს. წლის ცივი პერიოდის განმავლობაში კავკასიის ტერიტორიაზე ადგილი აქვს უმეტესად შიდამასიურ ფენა მოღრუბლულობას, რომლის წარმოქმნას განაპირობებდა ჰაერის მიწისპირა ფენის ინვერსიული მდგომარეობა (151,152). ზაფხულის პერიოდში დასავლეთ ევროპის ტერიტორიას იკავებს მაღალი წნევის, ხოლო აზიის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილს – დაბალი წნევის არე. ამ შემთხვევაში კავკასიის ტერიტორიაზე ბარიულ გრადიენტებს აქვს ზამთრის სანინააღმდეგო მიმართულება, რის შედეგად შესაბამის მიმართულებას (დასავლეთიდან, ჩრდილო-დასავლეთიდან, აღმოსავლეთისაკენ, სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ) ღებულობენ ჰაერის მასებიც. წლის ამ პერიოდში ადგილი აქვს ადექვატიურ პროცესებს დასავლეთიდან. ამ პროცესების ოროგრაფიული გამწვავებისას დასავლეთ საქართველოს მთიან ამფითეატრში, სტავროპოლის მაღლობის დასავლეთ ფერდობებზე, ჩრდილოეთ კავკასიის წინამთის რაიონების დასავლეთ ნაწილში თან სდევს ღრუბლიანობის მკვეთრი ზრდა. წლის თბილ პერიოდში ჰაერისა და ქვეფენილი ზედაპირის ტემპერატურის ზრდის და სეზონური თოვლის საფარის გაქრობის შედეგად იქმნება ხელსაყრელი პირობები ჰაერის მასების ტრანსფორმაციის პროცესების განვითარებისა, შიდამასიური ფენოვანი ღრუბ-

ლიანობის მთლიანი საფარის დაშლისა და მისი კონვექტიური ფორმების წარმოქმნისათვის.

საერთო ღრუბლიანობის (N) მრავალწლიური საშუალო თვიური სიდიდეების მაქსიმუმს ჩრდილოეთ კავკასიის ტერიტორიაზე ადგილი აქვს ნელინადის ცივ პერიოდში. იგი აქ მერყეობს 6,2-8,7 აღმოსავლეთ საქართველოს ბარში 5,5-7,6 მტკვარ-არაქსის დაბლობზე 3,3-4,3 არარატის ვაკეზე 2,3-2,7 ბალის ზღვრებში. ამავე პერიოდისათვის ქვედა იარუსის მოღრუბლულობის (n) სიდიდეების მაქსიმუმი მერყეობს ჩრდილოეთ კავკასიის დაბლობ რაიონებში 3,4-7,8 საქართველოს ბარში 3,5-5,8, მტკვარ-არაქსის აუზში 1,1-2,6 არარატის ვაკეზე 1,3-1,5 ბალის ზღვრებში.

მთიან რაიონებში ღრუბლიანობის რეჟიმზე აბსოლუტური სიმაღლის გარდა გადამწყვეტ გავლენას ახდენს რელიეფის ფორმა და მისი ელემენტების ორიენტაცია ნოტიო ჰაერის ნაკადების მიმართ. მოღრუბლულობა მთიანი რელიეფის უარყოფით, ქარებისაგან დაცულ ელემენტებში (ხეობები, ქვაბულები) გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე ღია ადგილზე. მოღრუბლულობის ფორმირების პროცესებზე წლის თბილ დროში განსაზღვრულ გავლენას ახდენს ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე, რომლის მატების შემთხვევაში ჰკმ-მდე, კავკასიის მთიან რაიონებში მოღრუბლულობა საშუალოდ იზრდება.

კავკასიის ტერიტორიაზე მაქსიმალურად ღრუბლიან რაიონებად ითვლებიან სტავროპოლის აღმოსავლეთი ფერდობები, აღმოსავლეთ წინაკავკასიის წინამთის რაიონები მინერალური წყლების ჩათვლით, აჭარის შავი ზღვის სანაპირო, დასავლეთ საქართველოს შავი ზღვისაკენ ორიენტირებული ამფითეატრის ფერდობები და წინამთის რაიონები, სადაც საშუალო წლიური საერთო მოღრუბლულობა მრავალწლიური მონაცემებით აღწევს 7 ბალს.

ქვედა იარუსის მოღრუბლულობის საშუალო წლიური მაქსიმუმი აღნიშნულია ჩრდილოეთ კავკასიაში ყაბარდოს ვაკის სამხრეთ ნაწილში და მინერალური წყლების რაიონში – 5,5 ბალი. საერთო და ქვედა იარუსის საშუალო წლიური ღრუბლიანობის მინიმალური სიდიდეები აღნიშნულია მთიან დაღესტანში (ზემო გუნიბი) 4,8 და 2,7 ბალი და ნახჭევანის ქვაბულში (ჯუღფა) 4,3 და 2,1 ბალი.

N და n -ის აბსოლუტური მაქსიმუმები ჩრდილოეთ კავკასიის რაიონებში აღნიშნულია ზამთარში, მინიმუმები – ზაფხულში, ამიერკავკასიის დაბლობ რაიონებში კი შესაბამისად გაზაფხულზე (მაქსიმუმი) და ზაფხულ-შემოდგომაზე (მინიმუმი). წლის ცივ პერიოდში მეტად ღრუბლიანია დღის პირველი, ნაკლებად-მეორე ნახევარი. თბილ პერიოდში შიდამასიური კონვექტიური მოღრუბლულობის განვითარების შედეგად ადგილი აქვს შებრუნებულ მოვლენას. შავი, აზოვის და კასპიის ზღვების სანაპიროზე ბრიზების გავლენის შედეგად მაქსიმალურად ღრუბლიანია დღის, მინიმალურად – საღამოს საათები. საერთო ღრუბლიანობის შემთხვევაში კავკასიის ტერიტორიაზე ცის მოღრუბლული მდგომარეობის ალბათობის – P მაქსიმუმი აღინიშნება წლის ცივ პერიოდში და იგი მერყეობს დას ავლეთ წინაკავკასიაში 63-77%, აღმოსავლეთ წინაკავკასიაში 78-85%, ამიერკავკასიის დაბლობ რაიონებში 54-69%, კავკასიის მთიან რაიონებში 50-72% ზღვრებში. P -ის მინიმუმს ადგილი აქვს ნელინადის თბილ პერიოდში. კავკასიის დაბლობი რაიონების უმეტესობაში იგი მერყეობს 15-37%- ის, ხოლო არარატის ვაკეზე და ნახჭევანის ქვაბულში 10-16%-ის საზღვრებში. დიდი კავკასიონის მთიან რაიონებში P იცვლება 28-50%, ხოლო სომხეთის მთიანეთში 18-28%-ის საზღვრებში. ქვედა იარუსის ღრუბლიანობის შემთხვევაში ცის მოღრუბლული მდგომარეობის ალბათობის ტერიტორიული განაწილების კანონზომიერებები ანალოგიურია P -ის განაწილებისა: მაქსიმუმით წლის ცივ და მინიმუმით წლის თბილ პერიოდში. კავკასიონის მთიან რაიონებში ამ მაჩვენებლის მინიმუმი აღინიშნება ზამთარში (20-35%), მცირე კავკასიონის მთიან რაიონებში შემოდგომაზე (7-24%), მოღრუბლულ დღეთა რიცხვი (საერთო მოღრუბლულობა) ნელინადში საშუალოდან მერყეობს 65-170-ის ზღვრებში ჩრდილოეთ კავკასიაში და 67-175-ის ზღვრებში ამიერკავკასიაში. მოწმენდილ დღეთა რიცხვი კი შესაბამისად 36-95-ის (ჩრდილოეთ კავკასია) და 35-125-ის ზღვრებში (ამიერკავკასია).

კავკასიის ტერიტორიაზე მოწმენდილი და მოღრუბლული ამინდის მდგრადობის შესახებ წარმოდგენას იძლევიან

კოეფიციენტების K_a , K_{ρ} სიდიდეები, რომლებიც განისაზღვრებიან შემდეგი დამოკიდებულებიდან:

$$K_a = \frac{n_a}{P_{0=a}}, \quad K_{\rho} = \frac{n_{\rho}}{P_{\theta=10}} \quad (2.31)$$

სადაც n_a და n_{ρ} არის მონმენდილი და მოლრუბლული დღეების რიცხვი, $P_{0=a}$ და $P_{\theta=10}$ ცის მონმენდილი და მოლრუბლული მდგომარეობის განმეორებადობა (%-ში). საერთო მოლრუბლულობის შემთხვევაში $K_{\rho} > K_a$ ჩრდილოეთი კავკასიის დაბლობ ტერიტორიაზე სტავროპოლის მაღლობის ჩათვლით სექტემბერ-ივლისის (10 თვე) განმავლობაში, არარატის ვაკეზე ნოემბერ-მაისის (7 თვე) განმავლობაში. კავკასიის მთიან რაიონებში K_{ρ} შეიძლება მეტი იყოს K_a -ზე 6-12 თვის განმავლობაში ადგილის ლოკალურ თავისებურებებზე და აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით. საერთო მოლრუბლულობის პირობებში K_{ρ} -ს სიდიდე შავი ზღვის სანაპიროზე, ცენტრალურ კავკასიონზე, კასპიისპირა დაბლობზე, ალაზან-ავტორანის ვაკეზე მერყეობს 80-88%, ქართლის ვაკეზე იორის ზეგანზე, მტკვარ-არაქსის დაბლობზე კი 70-75% -ის საზღვრებში.

მზის ნათების ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ადგილის განედზე, ჰორიზონტის დახურულობის სიდიდეზე და ღრუბლიანობის რეჟიმზე. მზის ნათების შესაძლებელი ხანგრძლივობა S_{η} გამოითვლება თეორიულად, ან განისაზღვრება სპეციალური ცხრილებით, რომლებშიც მოცემულია შესწორებები ჰორიზონტის დახურულობაზე და ნათების ხანგრძლივობის ჩამწერი ხელსაწყოს მგრძნობიარობაზე. მზის ნათების ასტრონომიულად შესაძლო ხანგრძლივობა განისაზღვრება ადგილის განედის სიდიდით (მზის სიმაღლით). ამ შემთხვევაში მზის ამოსვლისა და ჩასვლის მომენტები გამოითვლებიან შესაბამისი თანაფარდობებით (51).

მზის ნათების ფაქტიური ხანგრძლივობა S_p მთიანი რელიეფის პირობებში მზის ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტებში რელიეფის ელემენტების კუთხურ ზომებზე დამოკიდებულებით იცვლება ფართო ზღვრებში. არსებობს რამდენიმე მეთოდი, რომლებითაც ინსტრუმენტალური რეგისტრაციის გარეშე განისაზღვრება S_p -ს სიდიდეები. კავკასიის ტერიტორიაზე S_p -ს განაწილება ხასიათდება თავისებურებებით, რომლებიც განპირობებულია რეგიონის შედარებით სამხრეთი მდებარეობით, რთული ოროგრაფიით და ღრუბლიანობის რეჟიმით.

S_p -ის აბსოლუტური მაქსიმუმი აღინიშნება ნახჭევანის ქვაბულში (2860სთ). აზოვის ზღვის სანაპიროზე S_p აღწევს 2450, ქვემო ქართლის ვაკეზე 2520, არარატი დაბლობზე 2700, სევანის ტბის აუზში 2780 საათს. S_p -ს მინიმუმს ადგილი აქვს ჩრდილოეთ კავკასიის წინამთაში: დასავლეთ წინაკავკასიის წინამთაში შეადგენს 1780, ხოლო მინერალური წყლების რაიონებში და ყაზარდოს ვაკეზე 1749 საათს. მთიან რაიონებში ღია ადგილებზე განლაგებულ პუნქტებში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად 2,5-3,0კმ-მდე S_p -ის სიდიდეები მატულობენ. მაგალითად, ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე სადგურ ბერმამიტზე (2,6 კმ) S_p შეადგენს 2350 საათს, ტერსკოლის პიკზე (3,1 კმ) – 2470 საათს, ამ სიმაღლეებზე ზევით ადგილის სიდიდის ზრდის სინქრონულად S_p მცირდება: აქვე განლაგებულ ყინულოვან ბაზაზე (3,8კმ) იგი შეადგენს 2120 საათს, ხოლო თერთმეტი ს თავშესაფარში (4,2კმ) 1970 საათს. მთიან რაიონებში რელიეფის უარყოფით ფორმებში განლაგებულ პუნქტებში S_p -ას სიდიდე დამოკიდებულია ჰორიზონტის ეფექტურ ნაწილში არსებული გარემომცველი ქედებისა და მწვერვალების კუთხურ ზომებზე.

კავკასიის ტერიტორიაზე $\frac{S_f}{S_g}$ სიდიდე ძირითადად მე-
ტია 50%-ზე. მინერალური წყლების რაიონში, ცენტრალური
და აღმოსავლეთი კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობის წი-
ნამთაში კი $\frac{S_f}{S_g}$ ნაკლებია 50%-ზე. ამ შეფარდების წლიური

სვლის მრუდს დაბლობი რაიონებისათვის მაქსიმუმი აქვს
ზაფხულის, ხოლო მთიანი და მაღალმთიანი რაიონებისათვის
ზამთრის პერიოდში, რაც აღნიშნულია კერძოდ (160)-შიც.

უმზეო დღეების რიცხვი წელიწადში აღწევს ჩრდილო-
ეთ კავკასიაში 103-ს (კოტლლიარევსკაია), ამიერკავკასიაში
95-ს (ქვედა ნავმისადგომი).

კავკასიის ტერიტორიისათვის გამოთვლილი იქნა მზის
ნათების ხანგრძლივობის შემდეგი სტატისტიკური მახასია-

თებლები: σ - საშუალო კვადრატული გადახრა, $\sigma^1 = \frac{\sigma}{n}$

ნორმის ცდომილება, სადაც n არის დაკვირვების წლების
ფაქტიური რაოდენობა, ვარიაციის კოეფიციენტი $C = \frac{\sigma}{\bar{S}}$,

სადაც \bar{S} არის მზის ნათების ხანგრძლივობის მრავალწლი-
ური საშუალო სიდიდე, $\sigma(\frac{S_f}{S_g})$ - მზის ფაქტიური ნათების

ხანგრძლივობის S_f შესაძლო ნათების ხანგრძლივობასთან
 S_g შეფარდების - $\frac{S_f}{S_g}$ საშუალო კვადრატული გადახრა.

უმზეო დღეთა რიცხვისათვის გამოთვლილი იქნა საშუალო
კვადრატული გადახრა - σ , ნორმის ცდომილება - $\sigma^1(n)$ და
ვარიაციის კოეფიციენტი $C(n)$.

ცხრილი 2.2.3.

მზის ნათების ფაქტიური ხანგრძლივობის S_{Σ} და უმზეო დღეთა რიცხვის n სტატისტიკური მახასიათებლები

მახასიათებელი	ჩრდილოეთი კავკასია			ამიერკავკასია		
	ნელი	XII	VI	ნელი	XII	VI
σ	0.5-1.8	1.5-3.0	0.6-1.8	0.4-2.0	1.3-3.2	0.7-2.0
$\sigma^1 = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	20-3.5	2.0-7.0	4.0-7.0	20-40	3.0-8.0	3.0-8.5
$C - \frac{\sigma}{S}$	0.05-0.09	0.11-0.42	0.08-0.18	0.05-0.10	0.10-0.45	0.05-0.26
$\sigma(\frac{S_g}{S_g})$	3.0-8.5	6.0-15.0	5.0-8.0	3.0-10.0	7.0-16.0	4.5-9.0
$C \frac{\sigma}{S_g}$	0.05-0.20	0.15-0.55	0.10-0.22	0.06-0.20	0.15-0.45	0.10-0.20
$\sigma(n)$	7.0-14.5	2.5-6.0	0.5-2.0	7.0-13.5	2.2-6.5	0.3-2.8
$\sigma^1(n)$	1.0-3.0	0.5-1.0	0.10-0.35	1.2-3.0	0.4-1.4	0.07-0.50
$C(n)$	0.10-0.25	0.20-0.78	0.20-0.65	0.10-0.35	0.6-2.5	0.5-3.5
σ_p	90-135	10-30	25-38	105-190	15-40	15-42

ამ ცხრილში σ_p არის მზის ნათების ხანგრძლივობის წლიური და თვიური სიდიდეებისათვის საშუალო კვადრატული გადახრა. ცხრილ 2.2.3 მოყვანილი სტატისტიკული მახასიათებლების გამოთვლისას სადგურები შერჩეული იქნა იმ პრინციპის გათვალისწინებით, რომ მაქსიმალურად გამოვლენილიყო საკვლევი ტერიტორიის ფიზიკურ-გეოგრაფიული და კლიმატური თავისებურებების გავლენა მზის ნათების ხანგრძლივობის ცვალებადობაზე, როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, მზის ნათების ხანგრძლივობის წლიური ჯამების საშუალო კვადრატული გადახრა საშუალო მრავალწლიური ჯამებიდან მერყეობს 90-130 საათის ფარგლებში და იშვიათად გამოდის ამ ზღვრებიდან $C(\frac{\sigma}{S})$ სიდიდე არ აღემატება

5-10%-ს. დაკვირვებების გრძელვადიანი რიგების გამოყენებით შესაძლებელი გახდა გათვლილიყო მზის ნათების ხანგრძლივობის საშუალო წლიური ჯამების და მათი სტანდარტული გადახრები შესაბამისად 10-38 (ჩრდილოეთი კავკასია) და 15-42 (ამიერკავკასია) საათის სიზუსტით. აღსანიშნავია, რომ მზის ნათების წლიური ჯამების განაწილება ახლოა ნორმალურ განაწილებასთან და მზის ნათების ხანგრძლივობის რიგები არინ შემთხვევითი თანმიმდევრობები (წევრებს შორის არ არსებობს კავშირი), რაზედაც მეტყველებენ მათთვის დროითი ავტოკორელაციური ფუნქციების გამოთვლის შედეგები (137). მაგალითად, საქართველოს პირობებში მრავალწლიური მონაცემებით დეკემბერ-თებერვალში მზის ნათების ფაქტიური ჯამები შეადგენენ შესაძლო ნათების ჯამებს – 25-40%-ს და მათი შეფარდების სიდიდე ცალკეულ წლებში ღრუბლიანობის რეჟიმის ცვლილებების თავისებურებების გავლენით შეიძლება დაეცეს 20%-მდე, ან გაიზარდოს 60%-მდე. ზაფხულში ჯამების შეფარდება მერყეობს ძირითადად 50-65%-ის ფარგლებში, ცალკეულ წლებში კი მათ შეიძლება მიაღწიონ 70-75%-ს.

თავი 3.

ჰორიზონტალური ქვაფენილი ზედაპირის რადია- ციული ბალანსისა და მის კომპონენტების ცვლი- ლების კანონზომიერებები

3.1 მზის პირდაპირი რადიაცია

მზის პირდაპირი რადიაციის – S სიდიდე დამოკიდებულია ადგილის განედზე (მზის სიმაღლეზე), ატმოსფეროს ფიზიკურ თვისებებზე და ღრუბლიანობის რეჟიმზე. მთიან რაიონებში მის ფორმირებაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე და რელიეფის მორფოლოგია. ყოფილი საბჭოთა კავშირის ცალკეული რაიონებისათვის S -ის ცვლილებების კანონზომიერებები განხილულია რიგ შრომებში, მათ შორის (14, 74, 11, 45, 51, 75, 67, 68, 48, 158-161, 46)-ში. ჩვენს შრომებში (85, 90, 92, 97, 101, 122) მოცემულია S -ის წლიური სვლის ანალიზი მონმენდილი ცისა და ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში კავკასიის ტერიტორიისა, მისი ცალკეულ რაიონებისა და პუნქტებისათვის. დღეისათვის კავკასიის აქტინომეტრიული სადგურების ქსელზე S -ზე სისტემატური დაკვირვებების პერიოდის ხანგრძლივობა აღემატება 40 წელს, რაც იძლევა იმის გარანტიას, რომ დადგენილი იქნეს S და S^1 -ის ინტენსივობის და ჯამების ნორმები, მათი დროში და სივრცეში ცვლილებების სტაბილური კანონზომიერებები ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით მონმენდილი ცის ადა მოლრუბლულობის საშუალო პირობებში.

სხივისადმი ნორმალურ სიბრტყეში მზის პირდაპირი რადიაციის S ინტენსივობის მაქსიმუმი მონმენდილი ცის შემთხვევაში კავკასიის ტერიტორიაზე, აღინიშნება მარტში, ხოლო ჰორიზონტალურ სიბრტყეში – S_0^1 ივნისში. ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ განედის ცვილებისას 7^0 -ის ფარგლებში კავკასიის დაბლობ რაიონებში S_0 -ის მრავალწლიური საშუალო საშუაადლეო სიდიდე (12 სთ 30წთ) მატულობს მარტში $0,92$ კვტ/მ²-დან $0,96$ კვტ/მ²-მდე, S_0^1 -ის სიდიდე კი – ივნისში

0,80 კვტ/მ²-დან 0,90 კვტ/მ²-მდე. ნელინადის განმავლობაში მზის სიმაღლის h_0 -ის (ატმოსფეროს მასის -m) მუდმივი მნიშვნელობების პირობებში S_0 ის სიდიდე განისაზღვრება მხოლოდ ატმოსფეროს ფიზიკური თვისებებით (გამჭვირვალობა, სიმღვრივე). მთიან რაიონებში S_0 , S_0^1 ის სიდიდეები დამოკიდებულია ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H, სადაც უკანასკნელის ზრდის სინქრონულად, h_0 -ს (m-ის) ფიქსირებული მნიშვნელობების შემთხვევაში, ისინი მატულობენ. S_0 -ის საშუალო თვიური მნიშვნელობების მაქსიმუმი h_0, m ის მუდმივი სიდიდის შემთხვევაში აღინიშნება ზამთრის, მინიმუმი – ზაფხულის პერიოდში, რაც განპირობებულია ნელინადის ამ პერიოდში ატმოსფეროს ტენშემცველობის და მისი აეროზოლური დაჭუჭყიანების ზრდით, რომელიც დამახასიათებელია არა მარტო კავკასიისათვის, არამედ მთელი პლანეტისათვისაც (46, 74, 160).

S_0 -ის საშუალო მრავალწლიური სიდიდეების (კვტ/მ²) დამოკიდებულება H-ზე (კმ) ატმოსფეროს მასის მუდმივი მნიშვნელობის პირობებში კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის ანალიზურად წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლას სახით. მაგალითად, მცირე კავკასიონისათვის $S_0=f(H)$ -ს აქვს შემდეგი სახე:

$$m=1.06 \quad S_0=0.783+1.27H+0.010H^2 \quad (3.1)$$

$$m=1.3 \quad S_0=0.759+0.120H+0.010H^2 \quad (3.2)$$

$$m=2 \quad S_0=0.688+0.128H+0.090H^2 \quad (3.3)$$

$$m=4 \quad S_0=0.443+0.173H-0.021H^2 \quad (3.4)$$

$$m=5 \quad S_0=0.398+0.127H+0.011H^2 \quad (3.5)$$

ამ დამოკიდებულებებით გამოთვალვლი და დაკვირვებების მონაცემებით აგებული მრუდებიდან აღებული S_0 -ის მნიშვნელობებს შორის საშუალო კვადრატული გადახრის სიდიდე n მერყეობს 0.02-0.04 კვტ/მ²-ის საზღვრებში.

სინოპტიკურ სიტუაციებზე და S_0 -ზე სინქრონული დაკვირვებების ინფორმაციის ანალიზი გვიჩვენებს (3), რომ კავკასიის ტერიტორიაზე S_0 -ის მაქსიმუმი აღინიშნება არქტიკული კონტინენტურ-პოლარული ჰაერის მასების შემოჭრისას. ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესებსა და S_0 -ის სიდი-

დეებს შორის კავშირი გამოყენებას პოულობს ამინდის პროგნოზების დაზუსტებაში.

S_0 და S_0^1 ის სიდიდეების რაოდენობრივ ცვლილებებს ადგილის სიმაღლეზე დამოკიდებულებით ახასიათებენ ვერტიკალური გრადიენტები – Γ_1, Γ_2 (კვტ/მ² 1000მ). S_0 -ისათვის Γ_1 იცვლება 0,007-0,014 (კვტ/მ²100მ) საზღვრებში კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე და მცირე კავკასიონის მთიან რაიონებში, 0,007-0,021 კვტ/მ² 100 მ საზღვრებში კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე. ატმოსფეროს მასის m ზრდისას Γ_1 მატულობს, ხოლო Γ_2 კლებულობს. m -ის ფიქსირებული მნიშვნელობებისათვის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოუკიდებლად $\Gamma_1 > \Gamma_2$ და მათ შორის განსხვავება მკვეთრად იზრდება m -ის დიდი მნიშვნელობებისათვის დამოკიდებულებებს $\Gamma_1=f(H)$ და $\Gamma_2=f(H)$ m -ის მუდმივი მნიშვნელობების შემთხვევაში აქვს წრფივი ფუნქციის სახე: $\Gamma_1=a_1-b_1H$, $\Gamma_2=a_1-b_2H$. a_1 და b_1 მნიშვნელობები კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობისათვის მოცემულია ცხრილში 3.1.1.

აღსანიშნავია, რომ რეალურ პირობებთან უფრო ახლოა გრადიენტის ის სიდიდეები, რომლებიც გამოითვლებიან თითოეული თვისათვის m და h_0 -ს ფიქსირებული მნიშვნელობების პირობებში. ამ შემთხვევაშიც m -ის ზრდისას Γ_1 მატულობს, ხოლო Γ_2 კლებულობს. დამოკიდებულებებს $\Gamma_1=f(m)$ და $\Gamma_2=f(m)$, აქვს წრფივი ფუნქციის სახე. მაგალითად, კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობის 0,5-1,0 კმ სიმაღლეების დიაპაზონისათვის ამ დამოკიდებულებებს აქვთ შემდეგი სახე:

$$\text{იანვარი} - \Gamma_1=0.0016+0.0031m, \Gamma_2=0.0045-0.0005m \quad (3.6)$$

$$\text{აპრილი} - \Gamma_1=0.00087+0.0038m, \Gamma_2=0.0045-0.0005m \quad (3.7)$$

$$\text{ივნისი} - \Gamma_1=0.0091+1.0006m, \Gamma_2=0.0094-0.0012m \quad (3.8)$$

ჩვენს მიერ კავკასიის მთიანი სისტემებისათვის, გამოთვლილი გრადიენტის სიდიდეები ახლოა იმ სიდიდეებთან, რომლებიც მიღებულია შუა აზიის, ევროპისა და სხვა რეგიონების მთიანი სისტემებისათვის (48, 74, 160).

მონმენდილი ცის შემთხვევაში კავკასიის დაბლობ რაიონებში ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით (გიგანტი - ნახჭევანი) $\sum_{\omega} S_0$, $\sum_{\omega} S_0^1$ იცვლებიან ივნისში 1095.0-

1075.0 მ ჯ/მ² და 750.0-780.0მჯ/მ²-ის, დეკემბერში შესაბამისად 550,0-650,0 მჯ/მ²-ის და 140.0-230.0მჯ/მ²-ის, ხოლო წლიური ჯამები $\sum_{\rho} S_0$, $\sum_{\rho} S_0^1$ იცვლებიან შესაბამისად 10490.0-10600.0 და 5500.0-6200.0 მჯ/მ²-ის საზღვრებში.

ცხრილი 3.1.1.

a_1 b_1 კოეფიციენტების მნიშვნელობები დამოკიდებულებაში $\Gamma_1 = a_1 - b_1 H$ კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობისათვის

რაიონი	m	კოეფიციენტი	
		a_1	b_1
კავკასიონის ჩრდილოეთი	1.1	0.0050	-0.0003
	2.0	0.0100	-0.0006
	3	0.0116	-0.0006
ფერდობი	4	0.0137	-0.0008
	5	0.0153	-0.0010
	6	0.0162	-0.0011

მთიან რაიონებში აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას ადგილი აქვს თვიური და წლიური ჯამების სიდიდის მატებას. კავკასიონის მთიანი სისტემებისათვის დამოკიდებულებებს $\sum_{\rho} S_0 = f(H)$ და $\sum_{\rho} S_0^1 = f(H)$ აქვს მეორე რიგის პარაბოლას სახე

$$\sum_{\rho} S_0 = 10185.94 + 389.57H + 203.24 H^2 \quad (3.9)$$

$$\sum_{\rho} S_0^1 = 5598.08 + 774.5H - 48.86H^2 \quad (3.10)$$

ამ დამოკიდებულებებით გამოთვლილი წლიური ჯამები ს საშუალო სიდიდეების საშუალო კვადრატული გადახრა σ დაკვირვების მონაცემებით აგებული მრუდებიდან შეადგენს 330.6 და 145.8 მჯ/მ²-ს. აღსანიშნავია, რომ მთიანი სისტემების ცალკეული ფერდობებისათვის $\sum_{\rho} S_0^1$ და $\sum_{\rho} S_0$ -ის დამოკიდებულებები ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე წარმოიდგინებიან წრფივი ფუნქციის სახით, რაც განპირობებულია დაკვირვებების პუნქტების რაოდენობის სიმცირით. მაგალითად, კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობისათვის:

$$\sum_{\rho} S_0 = 972.38 + 1189.96H \quad (3.11)$$

$$\sum_{\rho} S_0^1 = 5710.97 + 762.58H \quad (3.12)$$

$\sum_{\rho} S_0$ და $\sum_{\rho} S_0^1$ გრადიენტების საშუალო სიდიდეები კავკასიონის ჩრდილოეთი და სამხრეთი ფერდობებისათვის შეადგენენ 120,0-80,0მჯ/მ², სომხეთის მთიანეთისათვის 165.0 და 110.0 მჯ/მ²-ს. მთიან რაიონებში $\sum S_0$ და $\sum S_0^1$ -ის სიდიდეები დამოკიდებულია ოროგრაფიულ ფაქტორზე: მაგალითად, ღრმა ხეობებში ჰორიზონტის დიდი დახურულობით ჯამების სიდიდეების ფორმირებაზე ოროგრაფიული ფაქტორის გავლენა ფარავს აბსოლუტური სიმაღლის გავლენას, რის შედეგადაც ადგილი აქვს ჯამების შემცირებას სიმაღლის ზრდის პარალელურად. მაგალითად, ნალჩიკში (450მ) $\sum S_0$ შეადგენს 10040.0 მჯ/მ²-ს, ხოლო იალბუხის რაიონის აზაუს ხეობაში განლაგებულ დაბა ტერსკოლში (2150მ)-8880.0მჯ/მ²-ს.

მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობა და ჯამები არსებითად მცირდება. კავკასიის დაბლობ რაიონებში ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით (სალსკის ტრამალი – ნახჭევანის ქვაბული) $\sum_{\rho} S_{\rho}$ და $\sum_{\rho} S_{\rho}^1$ -ის სიდიდეები შესაბამისად იცვლება 4190.0-6580.0 და 2520.0-4070.0მჯ/მ²-ის საზღვრებში $\sum_{\rho} S^1$ -ის აბსოლუტური მინიმუმი აღინიშნება ყაბარდოს ვაკეზე და მინერალურ წყლებზე – 2220.0 მჯ/მ². მთიან რაიონებში $\sum_{\rho} S_{\rho}^1$ -ს სიდიდე $\sum_{\rho} S_{\rho}$ -ს მსგავსად ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად მატულობს. დამოკიდებულება $\sum_{\rho} S_{\rho}^1 = f(H)$ ანალიზურად წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლას სახით:

$$\sum_{\rho} S_{\rho}^1 = 2621.7 + 492.71H - 76.04H^2 \quad (3.13)$$

მთიან რაიონებისათვის (3.13) ფორმულით გამოთვლილი $\sum_{\rho} S_{\rho}^1$ -ს სიდიდეების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მათზე

მოღრუბლულობის გავლენა მეტია ადგილის აბსოლუტური სიმაღლით განპირობებული გავლენასთან შედარებით.

ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით ჯამების სიდიდეები მატულობს, რაც განსაკუთრებით შესამჩნევია ნელინადის ცივ პერიოდში. მაგალითად, დეკემბერში $\sum_{\rho} S_{\rho}^1$ -ს სიდიდეები მერყეობენ ჩრდილოეთი კავკასიის

დაბლობ რაიონებში 60,0-85 მჯ/მ²-ის საზღვრებში. $\frac{\sum_{\rho} S_{\rho}^1}{\sum_{\rho} S_{\rho}}$

შეფარდების სიდიდე კავკასიის ტერიტორიაზე იცვლება 54-62%-ის ფარგლებში მაქსიმუმით ზაფხულის, მინიმუმით ზამთრის თვეებში.

ღრუბლიანობის ცვალებადობის გავლენით მზის რადიაციის ჯამების სიდიდე განიცდის მნიშვნელოვან რყევას. მაგალითად, თბილისში $\sum_{\sigma} S_{\sigma}^1$ -ს სიდიდე იცვლება იანვარში

120.0-300.0, ივნისში 450.0-850.0 მჯ/მ²-ის, $\sum_{\sigma} S_{\sigma}^1$ -ს სიდიდე კი შესაბამისად 50.0-120.0 და 330.0-600.0 მჯ/მ²-ის ზღვრებში. აღსანიშნავია, რომ მზის რადიაციის ჯამების ცვლილებების ასეთი ფართო დიაპაზონი დამახასიათებელია არა მარტო კავკასიისათვის, არამედ სხვა რეგიონებისათვისაც (32, 47, 75, 76, 160).

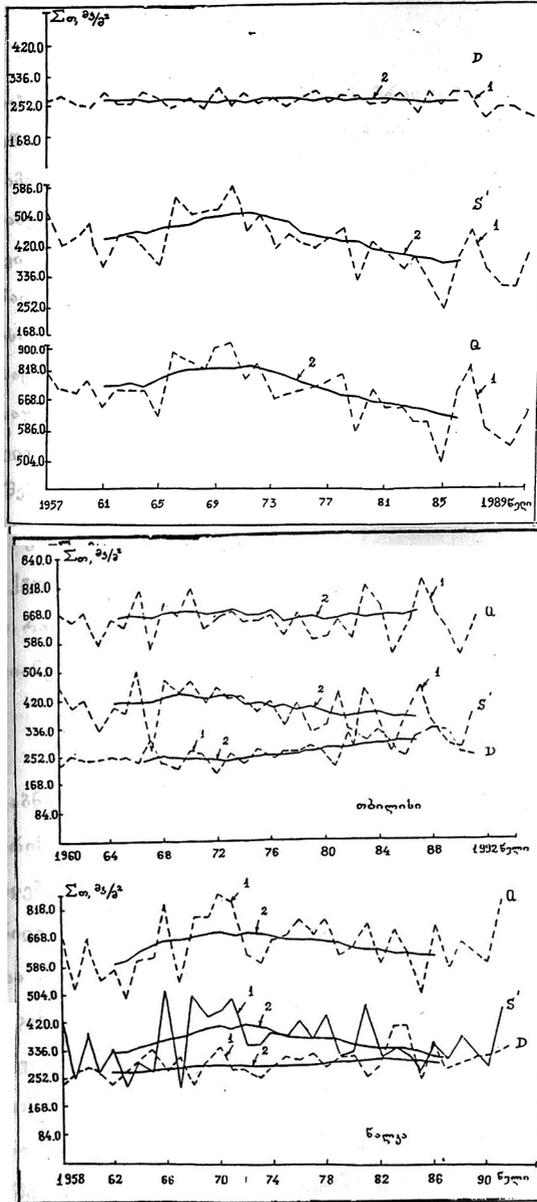
როგორც აღინიშნა, S-ის ინტენსივობა ღრუბლიანობისა და ატმოსფეროს გამჭვირვალობის ცვლილების შედეგად განიცდის განსაზღვრულ რყევებს, რომელთა პარამეტრების (პერიოდი, ამპლიტუდა) სტაბილურობა ან ცვლილებები, გარდა ბუნებრივი ფაქტორებისა დამოკიდებულია ანთროპოგენურ ფაქტორზეც, კავკასიის ტერიტორიაზე ანთროპოგენური წნეხის ქვეშ მყოფი პუნქტის ტიპიურ მაგალითს წარმოადგენს ქ. თბილისი. მოწმენდილი ცის შემთხვევაში თბილისის ობსერვატორიის მონაცემების გამოყენებით (1928-1991 წლები) აგებული იქნა სხივისადმი ნორმალურ სიბრტყეში მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობის საუკუნეობრივი სვლის მრუდი (დაკვირვების ვადა 12 სთ 30წთ) იანვრის თვისათვის. მცოცავ საშუალოთა მეთოდით (10 წლიანი ინტერვალით) გამორიცხული იქნა რადიაციის ინტენსივობის ანომალური მნიშვნელობები ცალკეულ წლებში. 64 წლის გან-

მავლობაში S_0 -ის სიდიდე შემცირდა $0,18\text{კვტ/მ}^2$ -ით ($0,92\text{კვტ/მ}^2$ -დან $0,74\text{კვტ/მ}^2$). აღსანიშნავია ისიც, რომ დროის ცალკეულ მონაკვეთებზე, მაგალითად, 1936-1942 წლებში, ადგილი ჰქონდა S_0 -ის ზრდას $0,91-0,93\text{კვტ/მ}^2$ -ის საზღვრებში.

რადიაციის დღელამშორისი და წელთაშორისი ცვლილებები წარმოადგენენ მოკლეპერიოდიან რყევებს, გრძელპერიოდიანი რყევებისაგან განსხვავებით, რომლებსაც ადგილი აქვს მრავალწლიურ სვლაში. მზის რადიაციის მრავალწლიანი რიგების ანალიზის მიზნით გამოიყენება მცოცავ საშუალოთა მეთოდი, რომელიც გამოყოფს გრძელპერიოდიან რყევებს და ადგენს მათი ცვლილებების ტენდენციას (კლიმატურ ტრენდს). (14,74)-ში გაანალიზებულია მზის პირდაპირ რადიაციაზე დაკვირვებების რიგები შესაბამისად 1960 და 1970 წლამდე ყოფილი საბჭოთა კავშირის აქტინომეტრიული ქსელის მონაცემების გამოყენებით. (11,160)-ში თბილისისა და საქართველოს ზოგიერთი სადგურისათვის S,D,Q,-ს საუკუნოვანი სვლა 1965 წლამდე. ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესების, ანთროპოგენური ფაქტორის და ვულკანური აქტივობის გათვალისწინებით S_0 -ის საუკუნეობრივი რყევადობა $40-62^\circ\text{ჩ.გ.}$ -ის ზოლში განლაგებული გრძელპერიოდიანი აქტინომეტრიული სადგურების მონაცემების გამოყენებით გაანალიზებულია (74)-ში. დადგინდა, რომ 40-იანი წლების ნახევრიდან დაწყებული, როგორც თითოეულ სადგურზე, ასევე მთელ ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში, ადგილი აქვს S_0 -ის შემცირების ტენდენციას (იგი რჩება ნორმაზე დაბლა). S_0 -ის ინტენსივობის ამჟამად მიმდინარე პროგრესიული შემცირების პროცესი არა მარტო მსხვილ ინდუსტრიულ ცენტრებში, არამედ მათგან საკმაოდ დაშორებულ პუნქტებშიც მიუთითებს ატმოსფეროს ანთროპოგენური აეროზოლებით მზარდი დაჭუჭყიანების პერმანენტულ პროცესზე, რომელიც შესაძლოა უკვე იქნეს გლობალური ხასიათის ნიშნებს.

ნახ. 3.1.1. წარმოდგენილია თბილისის, თელავისა და ნალკისათვის მზის რადიაციის მოკლესტალური ნაკადების თვიური ჯამების (VII) საუკუნეობრივი სვლის მრუდები ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში. ციფრი 1-ით აღნიშნულია ყოველწლიური სიდიდეების სვლის მრუდები გასაშუალების გარეშე, S-ით კი მცოცავი საშუალოების მეთოდით (10

ნლიანი პერიოდი) მიღებული საუკუნეობრივი სვლის მრუდე-
 ბი. აღსანიშნავია, რომ ივლისში სამივე პუნქტში $\sum_{\sigma} S_{\rho}$ -ს სა-
 უკუნეობრივ სვლას აქვს დადებითი ტენდენცია (ყველა პუნ-
 ქტზე აღინიშნება მატება). $\sum_{\sigma} S^1$ -ს სამივე პუნქტში 70-იანი
 წლების დამდეგამდე გააჩნია სვლის დადებითი, 70-იანი წლე-
 ბიდან დაწყებული უარყოფითი ტენდენცია (ჯამები მცირდე-
 ბა). ანალოგიური კანონზომიერებებით ხასიათდებიან
 $\sum_{\sigma} S_{\rho}$ -ს საუკუნეობრივი სვლის მრუდები სამივე პუნქტში.
 თბილისში 60-იანი წლების ბოლოს $\sum_{\sigma} S^1$ -ს შემცირება გან-
 პირობებულია საერთო ღრუბლიანობის რაოდენობის და ატ-
 მოსფეროს დაჭუჭყიანების ზრდით 1870-1990 წლების განმავ-
 ლობაში საშუალო წლიურმა ღრუბლიანობამ თბილისში იმატა
 5,3 ბალიდან 6,4 ბალამდე, რამაც გავლენა იქონია $\sum_{\sigma} S^1$ -ს
 სვლის ტენდენციაზე. რაც შეეხება იანვრის (რომლისთვისაც
 მრუდები აქ არ მოგვყავს) ჯამების საუკუნეობრივი სვლა ხა-
 სიათდება თბილისისა და თელავისათვის ნულოვანი ტენდენ-
 ციით, ნალკაში კი ადგილი აქვს $\sum_{\sigma} S$ დადებით და $\sum_{\sigma} S^1$ -ს
 უარყოფით ტენდენციებს. ამ პუნქტში $\sum_{\sigma} D_{\rho}$ -ს ზრდის შე-
 დეგად ხდება $\sum_{\sigma} S^1_{\rho}$ -ს შემცირების კომპენსაცია, რის გამო
 $\sum_{\sigma} Q_{\rho}$ -ს გააჩნია ნულოვანი ტენდენცია. რაც შეეხება
 $\sum_{\sigma} B_{\rho}$ -ს საუკუნეობრივ სვლას თბილისში (მრუდები არ მოგ-
 ვყავს) დაკვირვებების მთელი პერიოდისათვის აღინიშნებოდა
 ჯამების სიდიდეების ზრდა იანვარში და შემცირება ივლისში,
 რაც განპირობებულია პირველ შემთხვევაში გაზრდილი ბუ-
 რუსიანობით, მიწისპირა ჰაერის ფენის ინვერსიული მდგო-
 მარეობით და ეფექტური გამოსხივების შემცირებით, მეორე
 შემთხვევაში კი მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობის
 შემცირებით ღრუბლიანობისა და ატმოსფეროს დაჭუჭყიანე-
 ბის გავლენის შედეგად.



ნახ. 3.1.1. მზის რადიაციის მოკლეტალღიანი ნაკადების ივლისის ჯამების საუკუნეობრივი ცვლა თელავში, თბილისში და წალკაში.

3.2 გაბნეული რადიაცია

გაბნეული რადიაცია – D მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული ბალანსის სიდიდის ფორმირების პროცესში. D-ს სიდიდე დამოკიდებულია მზის სიმაღლეზე, მოლრუბლულობაზე, ატმოსფეროს და ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკურ თვისებებზე. მთიან რაიონებში D არის ფუნქცია აგრეთვე ადგილის აბსოლუტური სიმაღლისა, ფერდობების ორიენტაციისა, დახრილობის კუთხისა და ფერდობებს შორის რადიაციული გაცვლის ინტენსივობისა.

მონმენდილი ცის შემთხვევაში კავკასიის დაბლობ რაიონებში D_0 -ის საშუალო მრავალწლიური სიდიდე აღწევს მაქსიმუმს იენის-ივლისში შუადღის საათებში და იცვლება $0,14$ კვტ/მ²-დან (კოლხეთის დაბლობი, არარატის ვაკე, ნახჭევანის ქვაბული) $0,19$ კვტ/მ²-მდე (კასპიისპირა დაბლობის შავი მიწების რაიონი), დანარჩენ ტერიტორიაზე იგი შეადგენს $0.15-0.16$ კვტ/მ²-ს. D_0 -ის საშუალო მინიმუმი აღინიშნება დეკემბერში: იგი ტოლია $0,07-0,08$ კვტ/მ²-ისა დაბლობი რაიონების უდიდეს ნაწილში, ხოლო არარატის ვაკეზე და ნახჩევანის ქვაბულში აღწევს $0,09-0,10$ კვტ/მ²-ს. მთიან რაიონებში ადგილის სიმაღლის ზრდასთან ერთად D_0 საშუალოდ მცირდება (გარდა იმ შემთხვევებისა, როდესაც რელიეფის ელემენტებს შორის ადგილი აქვს რადიაციული გაცვლის ინტენსიურ პროცესებს). აქ D_0 -ის მეორადი მაქსიმუმი სეზონური თოვლის საფარის გავლენის შედეგად აღინიშნება გაზაფხულის თვეებშიც, ხოლო მინიმუმი – ნოემბერში და იანვარში. ამრიგად, თავისუფალი ატმოსფეროსაგან განსხვავებით მთიან რაიონებში გაბნეული რადიაციის სიდიდე არ არის ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ცალსახა ფუნქცია, აქ უკანასკნელის მატებისას D_0 -ის მოსალოდნელი შემცირების მაგივრად შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს მის ზრდას. მაგალითად, როგორც ჩვენმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა იალბუზის სამხრეთ ფერდობზე სადგურ ყინულოვან ბაზაზე (3750მ, გლაციურ-ნივალური ზონა) გაზომილი D_0 -ის სიდიდეები ძალიან ხშირად აღემატებოდა ტერსკოლის პიკზე (3065მ მაღალმთიანი ტუნდრა) გაზომილ სიდიდეებს. მთიან და დაბლობ რაიონებში არსებული D_0 -ის ზაფხულის მაქ-

სიმუმი არის ატმოსფეროს გამჭვირვალობის საერთო გაუარესების შედეგი ამ პერიოდში, ხოლო გაზაფხულის თვეებში მთიან და მაღალმთიან რაიონებში D_0 -ის მეორადი მაქსიმუმები ატმოსფეროს მაღალი გამჭვირვალობის პირობებში განპირობებულია, როგორც აღინიშნა, სეზონური თოვლის საფარის ალბედოს მაღალი მნიშვნელობებით. კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის ჩვენს მიერ გაანალიზებული იქნა $D_0=f(H)$ დამოკიდებულებების თავისებურებები h_0 -ს დაბალი და მაღალი მნიშვნელობებისათვის. აღმოჩნდა, რომ D_0 -ის შემცირება აბსოლუტური სიმაღლის ზრდის შემთხვევაში h_0 -ს მაღალ ი მნიშვნელობებისათვის მეტია, ვიდრე მეორე შემთხვევაში, რაც განპირობებულია აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოუკიდებლად დახრილი სხივის გზაზე რადიაციის განმბნევი ნაწილაკების რიცხვის უმნიშვნელო შემცირებით. ანალოგიური შედეგი მოყვანილია (51)-ში კ. კონდრატიევის მიერ. D_0 -ის (კვტ/მ²) საშუალო სიდიდეების H –ზე (კმ) დამოკიდებულება h_0 -ს ფიქსირებული სიდიდის შემთხვევაში კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის წარმოდგენილი იქნა კვადრატული ფუნქციის ($D_0=a-bH^2$) სახით. ცხრილში 3.2.1 მოცემულია ამ დამოკიდებულებებში შემავალი a და b კოეფიციენტების სიდიდეები ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთი ფერდობისათვის.

ცხრილი 3.2.1.

a და b კოეფიციენტების მნიშვნელობები დამოკიდებულებაში $D_0=a-bH^2$ მონმენდილი ცის შემთხვევაში

რაიონი	h_0 გრად.	კოეფიციენტი	
		a	b
ცენტრალური კავკასიონის	10	0.054	0.0012
	20	0.0071	0.0012
სამხრეთის ფერდობი	30	0.085	0.0008
	40	0.095	0.0011
	50	0.110	0.0010
	60	0.130	0.0012

კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე (0-4კმ დიაპაზონი) ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა სეზონური თოვლის საფარის

რაოდენობრივი გავლენა გაბნეული რადიაციის სიდიდეებზე მონმენდილი ცის პირობებში. ამ რაიონის 0-4კმ სიმაღლის დიაპაზონში დადგენილი იქნა $D_0=a-bH^2$ დამოკიდებულების სახეები სეზონური თოვლის საფარის არსებობის პირობებში და თოვლის გარეშე. h_0 -ს ფიქსირებული სიმაღლეების შემთხვევაში ქვეფენილი ზედაპირის ორი მდგომარეობის (თოვლის საფარი, საფარის გარეშე) შესაბამის ანალიზურ გამოსახულებებს $D_0=a-bH^2$ შორის სხვაობების სიდიდეები იძლევიან თოვლის საფარის ალბედოს გავლენის რაოდენობრივ მაჩვენებლებს D_0 -ის სიდიდეზე. მაგალითად, როდესაც $h_0=20^{\circ}$ -ს, ამ რაიონში D_0 -ის სიდიდე სეზონური თოვლის საფარის პირობებში გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\Delta D_0 = (0,81-0,0018H^2)-(0.059-0.0015H^2) = 0.022-0.003H \quad (3.14)$$

$\Delta D_0 = f(H)$ გამოსახულებით გამოთვლილი და დაკვირვების მონაცემებით აგებული მრუდებიდან აღებული ΔD_0 სიდიდეებს შორის საშუალო კვადრატული გადახრა σ შეადგენს კავკასიონის სამხრეთი ფერდობისათვის 0,001, მცირე კავკასიონისათვის 0,002 კვტ/მ²-ს აღსანიშნავია, რომ თოვლის ხაზის ზემოთ წელიწადის განმავლობაში ადგილი აქვს რელიეფის ელემენტებს შორის რადიაციული გაცვლის ინტენსიურ პროცესებს, რაც ატმოსფეროში რადიაციის მრავალჯერადი გაბნევის შედეგად საგრძნობლად აღიდეbs D_0 -ის სიდიდეებს. მაგალითად, ჩვენი დაკვირვებების თანახმად ივლის-აგვისტოში მზის სიმაღლის 50-70⁰-ის დიაპაზონში ცვლილებისას იალბუზის უნაგირაზე (5300მ) და ჩრდილოეთ კავკასიის წინამთაში (დოლინსკი, 450) D_0 -ს მნიშვნელობები ძალიან მცირედ განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისაგან, მიუხედავად იმისა, რომ იალბუზის უნაგირას ზემოთ განლაგებულია ატმოსფეროს მასის დაახლოებით მხოლოდ ნახევარი. დამოკიდებულებას $D_0=f(A)$, სადაც A არის ქვეფენილი ზედაპირის ალბედო, აქვს წრფივი ფუნქციის, $D_0=f(h_0)$ -ს კი მეორე რიგის პარაბოლას სახე. მონმენდილი ცის შემთხვევაში განსაზღვრული იქნა D_0 -ს საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობების დამოკიდებულება ატმოსფეროს ოპტიკურ მასაზე ($m=1.06, 1.1; 1.3; 1.5; 2,3,4, 5,6$) $D_0=f(m)$, რომელიც საკ-

მაო სიზუსტით აპროქსიმირდება მაჩვენებელი $D_o = ae^{-bm}$ ფუნქციის სახით. ამ ფუნქციაში შემავალი a და b კოეფიციენტების სიდიდეები მოცემულია ცხრილში 3.2.2 ანალიზური დამოკიდებულებებით გამოთვლილი და ემპირიული მრუდებიდან აღებული D_o -ს სიდიდეებს შორის საშუალო კვადრატული გადახრა σ , მაგალითად, სევანის ტბის აუზისათვის შეადგენს 0,02კვტ/მ²-ს.

ცხრილი 3.2.2.

a და b კოეფიციენტების მნიშვნელობები $D_o = ae^{-bm}$ დამოკიდებულებაში

№	დაკვირვების რაიონი, პუნქტია	კოეფიციენტი	
		a	b
1.	სალსკის ტრამალი	0.1474	-0.2593
2.	შავი ზღვის ჩრდილოეთ კავკასიის სანაპირო	0.1473	-0.2594
3.	კასპიისპირა დაბლობი	0.2438	-0.2801
4.	კასპიის ზღვისპირა ვაკე	0.2181	-0.2636
5.	აფშერონის ნახევარკუნძული	0.1950	-0.2412
6.	მტკვარ-არაქსის დაბლობი	0.1897	-0.1904
7.	კოლხეთის დაბლობი	0.1644	-0.1807
8.	ქართლის ვაკე	0.0832	-0.0327
9.	ალაზან-ავტორანის ვაკე	0.1780	-0.2282
10.	ნახჭევანის ქვაბული	0.2057	-0.2592
11.	იალბუზის უნაგირა	0.2053	-0.4583
12.	მ/მ ყაზბეგი, ყინულოვანი ბაზა (3657-3750მ)	0.1299	-0.2387
13.	არარატის ვაკე	0.1395	-0.1804
14.	სევანის ტბის აუზი (\cong 2000მ)	0.1421	-0.2294

როგორც ცნობილია, დაბლობ რაიონებში გამჭვირვალობის კოეფიციენტის P_a -ს შემცირებისას გაბნეული რადიაციის D_o ინტენსივობა იზრდება და პირიქით. კავკასიის ტერიტორიის რთულ ოროგრაფიულ პირობებში რელიეფის ელემენტებს შორის ინტენსიური რადიაციული გაცვლის და ატმოსფეროში რადიაციის მრავალჯერადი გაბნევის შედე-

გად P_a და D_0 -ის სიდიდეებს შორის ფუნქციონალური დამოკიდებულებების სახე დაბლობ რაიონებთან შედარებით შეიძლება დიამეტრალურად შეიცვალოს. როგორც კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე (ნალჩიკი, ტერსკოლი, ტერსკოლისა და ჩეგეთის პიკები, ყინულოვანი ბაზა, ჩეგეთისა და ბაშილის ხეობები) ჩვენი დაკვირვებების შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, წელიწადის თბილ პერიოდში ყველა სიმაღლეზე P_a -ის ზრდის შემთხვევაში D_0 მცირდება, ხოლო ცივ პერიოდში (თოვლის საფარის არსებობის პირობებში) P_a -ის მუდმივობის ან ზრდის შემთხვევაში D_0 -იც იზრდება. გაზაფხულის თვეებში თოვლის საფარის რღვევის სინქრონულად P_a -ს და D_0 -ის დღიური სვლის მრუდებში ამ პუნქტებისათვის ჩნდება პარალელური სვლის ტენდენციები. ანალოგიურ მოვლენას ადგილი აქვს წელიწადის თბილ პერიოდშიც, იმ ფერდობებზე, რომლებიც მიპირდაპირე მხარეს განლაგებულია მზის სხივებით კარგად განათებული საწინააღმდეგო ორიენტაციის ფერდობი. $P_2 = f(D_0)$ ფუნქციონალურ დამოკიდებულებაში რელიეფის თავისებურებებით და ქვეფენილი ზედაპირის ამრეკლავი უნარიანობის მკვეთრი ცვლილებით განპირობებული ასეთი სახის ვარიაციები დამახასიათებელია კავკასიის სხვა მთიანი რაიონებისათვისაც.

როგორც აღინიშნა, დაბლობი რაიონებისათვის $D_0 = f(h_0)$ დამოკიდებულების შესაბამისი მრუდის სახე განისაზღვრება ატმოსფეროს გამჭვირვალობით. ატმოსფეროს სიმღვრივის ზრდის შემთხვევაში მზის სიმაღლის მატებისას D_0 ის ზრდა ხდება ინტენსიური.

D_0 -ის T_a -ზე დამოკიდებულების ანალიზი ზოგიერთი პუნქტისათვის მოცემულია (13,14)-ში. $D_0 = f(T_a)$ დამოკიდებულების ხასიათი განისაზღვრება ატმოსფეროში ნოტიო და მშრალი სიმღვრივეების სიდიდეთა თანაფარდობით. ეს დამოკიდებულება კავკასიის ცალკეული პუნქტების ადა რაიონებისათვის წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლას სახით:

$$D_0 = a + bT_a + cT_a^2 \text{ მაგალითად, ყაბარდოს ვაკისათვის:}$$

$$D_0 = 0.025 + 0.0028T + 0.0107T^2 \quad (3.15)$$

ალაზან-ავტორანის ვაკისათვის:

$$D_0 = 0.0230 + 0.0004T_a + 0.0104T_2^2 \quad (3.16)$$

შავი ზღვის სანაპიროსათვის:

$$D_0 = 0.057 - 0.0172T_a + 0.0073T_2^2 \quad (3.17)$$

ნახჭევანის ქვაბულისათვის:

$$D_0 = 0.023 - 0.0077T_a + 0.0125T_2^2 \quad (3.18)$$

როგორც ამ დამოკიდებულების ანალიზიდან ჩანს, D_0 -ის სიდიდე ზღვისპირა რაიონებში T_a -ს ზრდის შემთხვევაში მატულობს ნაკლებად კონტინენტალურ სადგურებთან შედარებით, რაც განპირობებულია რადიაციის საერთო შესუსტებაში შთანთქმისა და გაბნევით განსხვავებული სიდიდეებით: ზღვისპირა რაიონებში სინოტივის ზრდისას T_a იზრდება, ხოლო D_0 უცვლელი რჩება. ზღვიდან დაშორებულ სადგურებზე კი აეროზოლური სიმღვრივის ზრდისას T_0 -ს ზრდა განაპირობებს D_0 მატებას. მაგალითად, სოჭში, სოხუმში, ბათუმში რადიაციის შესუსტებაში დიდ როლს თამაშობს წყლის ორთქლის მიერ შთანთქმა, რაც განაპირობებს D_0 -ს ზრდის შენელებას T_0 -ს მატების შემთხვევაში. ექსპერიმენტული მონაცემებით და (3.15-3.18) გამოსახულებებით აგებული $D_0 = f(T_a)$ მრუდების დამთხვევა დამაკმაყოფილებელია. მაგალითად, ყაზარდოს ვაკისათვის მათ შორის საშუალო კვადრატული გადახრის σ სიდიდე შეადგენს $0,003$ კვტ/მ²-ს.

მონმენდილი ცის შემთხვევაში გაბნეული რადიაციის თვიური ჯამების - $\sum_{\sigma} D_0$ მაქსიმუმი კავკასიის დაბლობ რაიონებში აღინიშნება ივნის-ივლისში, მინიმუმი დეკემბერში. მაქსიმუმი მერყეობს $150,0$ (ყაზარდოს ვაკე) - $200,0$ (აფშერონი), მინიმუმი - $50,0$ (შავი ზღვის სანაპირო) - $90,0$ (კუნძული არტიომი) მჯ/მ²-ის საზღვრებში. მთიან რაიონებში სეზონური თოვლის საფარის გავლენის შედეგად - $\sum_{\sigma} D_0$ -ს აბსოლუტური მაქსიმუმი აღინიშნება მაისში, მინიმუმი - დეკემბერში. გაბნეული რადიაციის წლიური ჯამების

$\sum_{\varphi} D_0$ სიდიდე დაბლობ რაიონებში მერყეობს 1200,0 (შავი ზღვის სანაპირო) – 1550,0 მჯ/მ²-ის საზღვრებში (სალსკის ტრამალი, აფშერონი) მთიან რაიონებში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის H ზრდისას გაბნეული რადიაციის წლიური ჯამების სიდიდეები მცირდება. კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის დამოკიდებულება $\sum_{\varphi} D_0 = f(H)$ (სადაც ჯამები მოცემულია მჯ/მ²-ში, სიმაღლე კი კმ-ში) ანალიზურად წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლას სახით:

$$\sum_{\varphi} D_0 = 1362.3 - 68.0H - 3.12H^2 \quad (3.19)$$

0-4 კმ სიმაღლეთა დიაპაზონში $\sum_{\varphi} D_0$ საშუალოდ კლებულობს 23,6%-ით (3.19) გამოსახულებით გამოთვლილ და დაკვირვებების მონაცემით აგებულ $\sum_{\varphi} D_0$ -ს სიდიდეებს შორის საშუალო კვადრატული გადახრის σ სიდიდე შეადგენს 85,0 მჯ/მ²-ს.

კავკასიის დაბლობი რაიონებისათვის $\frac{\sum_{\sigma} D_0}{\sum_{\varphi} D_0}$ -ის ივლისის

მაქსიმუმი მერყეობს 11,5 (ყაზარდოს ვაკე) – 17%-ის საზღვრებში (აფშერონი), დეკემბრის მინიმუმი კი 4,0 (შავი ზღვის სანაპირო) – 6,0%-ის საზღვრებში (აფშერონი). მთიანი

რაიონებისათვის $\frac{\sum_{\sigma} D_0}{\sum_{\varphi} D_0}$ -ის წლიური მსვლელობის

მრუდზე აღინიშნება გაზაფხულის მეორე მაქსიმუმიც, რომლის სიდიდე შეადგენს 10-12%.

ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში ადგილის სიმაღლის ზრდის სინქრონულად გაბნეული რადიაციის სიდიდე მატულობს, რაც განპირობებულია ღრუბლების გამბნევი უნარიანობის მატებით და შესაბამისად შთანთქმის უნარიანობის შემცირებით, აგრეთვე ადგილის სიმაღლის მატებისას სეზონური თოვლის საფარის არსებობის ხანგრძლივობის ზრდით.

ფიზიკური თვალსაზრისით ღრუბლები წარმოადგენენ აეროზოლს, რომელიც შეიცავს წყლის დისპერსიულ ფაზას. ღრუბლებში რადიაციის შთანთქმის და გაბნევის ინტენსივობა დამოკიდებულია მათ წყლიანობაზე და მიკროფიზიკურ თვისებებზე (ნაწილაკების ზომაზე, კონცენტრაციაზე და სპექტრზე). ვინაიდან ღრუბლების ნაწილაკების ზომები გაცილებით მეტია მათზე დაცემული სინათლის ტალღის სიგრძეზე, მის ეფექტის თანახმად, დიდ ნაწილაკებზე გაბნევა უპირატესად ხდება დაცემული რადიაციის მიმართულებით. თხელ ღრუბლებში ადგილი აქვს ერთჯერად, მკვრივ ღრუბლებში კი – მრავალჯერად გაბნევას, რის შედეგად ხდება რადიაციის დიდი ნაწილის უკუგაბნევა, რაც ზრდის ღრუბლების ალბედოს სუფთა თოვლის ალბედოს მნიშვნელობამდე. ანალოგიურ მოვლენას ადგილი აქვს ქვეფენილი ზედაპირის მიერ არეკლილი რადიაციის მკვრივი ღრუბლის ქვედა ზედაპირზე დაცემის შემთხვევაშიც, როდესაც რადიაციის დიდი ნაწილი არეკვლისა და მრავალჯერადი გაბნევის შედეგად უკანვე უბრუნდება ქვეფენილ ზედაპირს, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის გაბნეული რადიაციის ინტენსივობას. გასაგებია, რომ სეზონური თოვლის საფარის არსებობის პირობებში ღრუბლიანობა უფრო მეტ გავლენას ახდენს გაბნეული რადიაციის სიდიდეზე. აღსანიშნავია, რომ ღრუბლების მიერ შთანთქმული რადიაციის სიდიდე უმნიშვნელოა გაბნეული რადიაციის სიდიდესთან შედარებით (19), რის შედეგად მათ ძირითად რადიაციულ მახასიათებლად ითვლება გაბნევის მოცულობითი კოეფიციენტი, რომელიც დაკავშირებულია ღრუბლების ოპტიკურ სიმკვრივესთან τ . ღრუბლებში τ -ს საშუალო შენონილი მნიშვნელობები მერყეობს 49-დან (Cu, Cb) 10-მდე (CS), დანარჩენი ღრუბლებისათვის (St, FS, Sc, Ns, AT, Ac) τ იცვლება უმნიშვნელოდა 25-33-ის ზღვრებში (43), მაშინ როდესაც მოწმენდილი, ძლიერ გაჭუჭყიანებული ცის შემთხვევაში τ -ს სიდიდე იშვიათად აღემატება 0,5-ს.

ღრუბლებში რადიაციის გადატანის ამოცანის თეორიული გზით ამოხსნა მოცემულია (19, 40, 156)-ში. მიღებული რთული ფორმულებით შესაძლებელია გამოითვალოს მოღრუბლული ცის ჯამური რადიაციის სიდიდე, თუ ცნობილია ღრუბლების საფარის ზედა საზღვარზე დაცემული რადიაციის სიდიდე და ღრუბლების ოპტიკური სიმკვრივე. მაგრამ

გამოთვლებისათვის საჭირო პარამეტრები, მოცემული ადგილისა და დროისათვის ჩვეულებრივად უცნობია, რაც გამოორიცხავს ამ ფორმულების გამოყენების შესაძლებლობას კონკრეტულ პირობებში.

მონმენდილი, საშუალო და კონკრეტული იარუსების მთლიანი მოღრუბულობის პირობებში გაბნეული რადიაციის წლიური მსვლელობის და დამოკიდებულების $D_{\rho} = f(h_0)$ ძირითადი თავისებურებები ცენტრალური კავკასიონის პირობებში 0-4კმ სიმაღლეების დიაპაზონში გაანალიზებულია ჩვენს შრომებში (89,96,100,103,112). ანალოგიური საკითხი ჩრდილოეთი კავკასიის მინერალური წყლების რაიონისათვის განხილულია აგრეთვე (151,152)-ში.

გაბნეული რადიაციის მრავალწლიური საშუალო სიდიდეების D_{ρ} (კვტ/მ²) ადგილის სიმაღლეზე H (კმ) დამოკიდებულება კონკრეტული იარუსის ატმოსფერული ღრუბლიანობის პირობებში ცენტრალური კავკასიონისათვის ჩვენი დაკვირვებების მონაცემებით ანალიზურად წარმოიდგინება კვადრატული ფუნქციის სახით.

ამ გამოსახულებაში შემავალი a,b კოეფიციენტების მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრილში 3.2.3.

ცხრილი 3.2.3

დამოკიდებულებაში $D_{\rho} = a+bH^2$ შემავალი a და b კოეფიციენტების სიდიდეები

a	h_0 გრადუსი						
b	10	20	30	40	50	60	70
	ქვედა იარუსი						
a	0.032	0.075	0.118	0.168	0.222	0.259	0.287
b	0.0041	0.0094	0.0131	0.0142	0.0164	0.0178	0.0214
	საშუალო იარუსი						
a	0.059	0.130	0.206	0.268	0.332	0.373	0.410
b	0.0050	0.0092	0.00153	0.0200	0.0214	0.0239	0.0264
	ზედა იარუსი						
a	0.059	0.107	0.173	0.224	0.259	0.289	0.308
b	0.0050	0.0044	0.0050	0.0058	0.0072	0.0083	0.0089

საშუალო კვადრატული გადახრის σ სიდიდე ანალიზური გამოსახულებებით გამოთვლილი და ემპირიული მრუდებიდან აღებულ D_{ρ} -ს სიდიდეებს შორის უმნიშვნელოა: მაგალითად, ქვედა იარუსის შემთხვევაში, როდესაც $h_0 = 30, \sigma = 0.01$ კვტ/მ²-ს.

ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე გამოკვლეული იქნა $D_{\rho} = f(N)$ (სადაც N არის ღრუბლიანობის რაოდენობა ბალებში) დამოკიდებულების მალღივი სვლის თავისებურებები. დადგინდა, რომ სიმაღლის ცვლილებისას 3კმ-მდე ქვედა იარუსის ღრუბლიანობის შემთხვევაში ამ დამოკიდებულების მრუდებზე D_{ρ} -ს მაქსიმუმი აღინიშნება 7-8 ბალის, ხოლო 3კმ-ზე ზევით 10 ბალის შემთხვევაში. კ. კონდრატიევის მიერ გამოთქმული ჰიპოთეზა D_{ρ} -ს ნაკადის მაქსიმუმის ცვლილების ტენდენციების შესახებ ქვედა იარუსის ღრუბლიანობის რაოდენობაზე დამოკიდებულებით ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან დაკავშირებით მთიან რაიონებში (51), მტკიცდება ჩვენი დაკვირვებების შედეგებით: მაღალმთიან რაიონებში ($H > 3$) ღრუბლიანობის იარუსის მიუხედავად, მისი რაოდენობის ზრდასას 10 ბალის ჩათვლით აღინიშნება D_{ρ} -ს ზრდა. ანალოგიურ მოვლენას ადგილი აქვს სხვა მთიან რაიონებში. კავკასიის დაბლობ რაიონებში გამბნევი უნარიანობის მიხედვით პირველ ადგილზეა საშუალო, მეორეზე ზედა და მესამეზე ქვედა იარუსის ღრუბლიანობა, მთიან რაიონებში კი მეორე ადგილი უკავია ქვედა და მესამე ადგილი ზედა იარუსის ღრუბლიანობას მზის გარკვეული სიმაღლეების, რელიეფის ფორმის, ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებების, ღრუბლების სახეობის და რაოდენობის განსაზღვრული პირობების შემთხვევაში D_{ρ} -ს ინტენსივობის სიდიდე შეიძლება გახდეს 0,7 კვტ/მ² და მეტი (151, 46, 160, 89, 190).

ისევე, როგორც მოწმენდილი ცის შემთხვევაში, მოღრუბლულობის პირობებში გაბნეული რადიაციის საშუალო ინტენსივობის დამოკიდებულება ატმოსფეროს ოპტიკურ მა-

საზე $D_{\rho} = f(m)$ ანალიზურად წამოიდგინება მაჩვენებელი ფუნქციების ($D_{\rho} = ae^{-bm}$) სახით, ხოლო დამოკიდებულებები, $D_{\rho} = f(h_o)$ და $D_{\rho} = f(H)$, როგორც ნაჩვენებია (100)-ში მეორე რიგის პარაბოლის სახით.

ამრიგად, მოლრუბლულობის საშუალო პირობებშიც გაბნეული რადიაციის ინტენსივობის სიდიდის მთავარ მაფორმირებელ ფაქტორად რჩება მზის სიმაღლე (ატმოსფეროს ოპტიკური მასა).

მოლრუბლულობის საშუალო პირობებში გაბნეული რადიაციის თვიური ჯამების $\sum_{\sigma} D_{\rho}$ საშუალო მრავალწლიური სიდიდის მაქსიმუმი კავკასიის დაბლობ რაიონებში აღინიშნება მაის-ივნისში, მინიმუმი – დეკემბერში. პირველი მერყეობს 250,0 (კოლხეთის დაბლობი) – 350,0 (მინერალური წყლები) მჯ/მ²-ის, მეორე კი 60,0 (სალსკის, ნოღაეთის ტრამალები) – 120,0 (ნახჭევანის ქვაბული) მჯ/მ²-ის საზღვრებში. მთიან რაიონებში $\sum_{\sigma} D_{\rho}$ -ს მაქსიმუმი აღინიშნება აპრილ-მაისში (მისი სიდიდე აღწევს 480.0 მჯ/მ²-ს მ/მ ყაზბეგზე და ყინულოვან ბაზაზე), ხოლო მინიმუმები, დაბლობი რაიონების მსგავსად, დეკემბერში: მერყეობს 70,0 (მ/მ სულაკი) – 140.0 (ტერსკოლი, მალალმთიანი ხეობა) მჯ/მ²-ის საზღვრებში.

გაბნეული რადიაციის წლიური ჯამების $\sum_{\rho} D_{\rho}$ სიდიდე კავკასიის დაბლობ რაიონებში მერყეობს 1850,0 (კოლხეთის დაბლობი) – 2350,0 (მტკვარ-არაქსის დაბლობი) მჯ/მ²-ის საზღვრებში ადგილის სიმაღლის ზრდის შემთხვევაში, როგორც თვიური, ასევე წლიური ჯამების სიდიდეები მატულობენ. დამოკიდებულება $\sum_{\rho} D_{\rho} = f(H)$, (სადაც ჯამები მოცემულია მჯ/მ²-ში, ხოლო H კმ-ში) კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის ანალიზურად წარმოიდგინება კვადრატული ფუნქციის სახით:

$$\sum_{\rho} D_{\rho} = 2162.04 + 62.86H^2 \quad (3.20)$$

(3.19) და (3.20) გამოსახულებებით შეიძლება რაოდენბრივად შეფასდეს ღრუბლიანობის გავლენის როლი გაბნეუ-

ლი რადიაციის წლიური ჯამების სიდიდეზე ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის.

აღსანიშნავია, რომ წელიწადის ცივ პერიოდში კავკასიის დაბლობ ტერიტორიაზე გაბნეული რადიაცია ასრულებს რადიაციული ბალანსის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტის როლს (მისი თვიური ჯამები მეტია პირდაპირი რადიაციის თვიურ ჯამებზე) დაბლობი რაიონების დიდი ნაწილისათვის 6-7 თვის განმავლობაში (X, XI, -III, IV), შავი ზღვის სანაპიროსათვის ეს პერიოდი შეადგენს 3 თვეს (XI-I), მთიან რაიონებში იგი მერყეობს 1 თვიდან 3 თვემდე (სევანის ტბა – მ/მ ყაზბეგი).

3.3 ჯამური რადიაცია

ჯამური რადიაცია $-Q = S^1 + D$ მთავარ როლს თამაშობს ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული ბალანსის – B ფორმირებაში. მისი სიდიდე დამოკიდებულია იმავე ფაქტორებზე, რომლებიც განაპირობებენ S^1 და D -ს ფორმირებისა და ცვალებადობის კანონზომიერებებს.

კავკასიის დაბლობ რაიონებში მოწმენდილი ცის შემთხვევაში Q_0 -ის საშუალო მრავალწლიური ინტენსივობის მაქსიმუმი აღინიშნება ივნის-ივლისში შუადღის საათებში და მერყეობს 0,90 კვტ/მ² დან. () დაბლობი რაიონებს უმეტესი ნაწილი 1,00 კვტ/მ²-მდე (ნახჭევანის ქვაბული, არარატის ვაკე) ე.ი. ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით Q_0 იზრდება 0,10 კვტ/მ²-ით. მთიან რაიონებში სიმაღლის ზრდის შემთხვევაში Q_0 მატულობს. Q_0 -ის შუადღის საშუალო თვიური სიდიდის დამოკიდებულება H-ზე (კმ) ივნისისა და დეკემბრის თვისათვის წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

$$\text{ივნისი } Q_0 = 0.905 + 0.059 \quad (3.21)$$

$$\text{დეკემბერი } Q_0 = 0.400 + 0.040H \quad (3.22)$$

Q_0 -ის მინიმუმი აღინიშნება დეკემბერში, იგი მერყეობს $0,35$ კვტ/მ²-დან (სალსკის ტრამალი) $0,50$ კვტ/მ²-მდე (არარატის ვაკე, ნახჭევანის ქვაბული). ამრიგად, ივნისში Q_0 -ის განედური ცვლილებების სიდიდე ($0,10$ კვტ/მ²) ნაკლებია მაღლივი ცვლილებების სიდიდეზე ($0,24$ კვტ/მ²), ხოლო დეკემბერში ისინი ახლოს არიან ერთმანეთთან ($0.15-0.16$ კვტ/მ² შესაბამისად).

მთიან რაიონებში Q_0 -ის მაქსიმუმი უმეტეს შემთხვევაში აღინიშნება მაისში და არა ივნისში, რაც განპირობებულია Q_0 -ის სიდიდეებზე სეზონური თოვლის საფარის (რომელიც იწვევს D_0 -ის ზრდას) და ატმოსფეროს მაღალი (ივნისთან შედარებით) გამჭვირვალობის (რის შედეგად S^1 მატულობს) პრევალირებული გავლენით მზის სიმაღლის გავლენასთან შედარებით. დამოკიდებულებას $Q_0 = f(m)$ აქვს მაჩვენებელი ფუნქციის სახე: $Q_0 = ae^{-bm}$, a და b კოეფიციენტების სიდიდეები მოცემულია ცხრილში 3.3.1. რაც შეეხება დამოკიდებულებას $Q_0 = f(h_0)$ იგი წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლას სახით (93,98).

$Q_0 = f(m)$ დამოკიდებულებების ანალიზური გამოსახულებებით გამოთვლილი და დაკვირვებების მონაცემებით აგებული მრუდებიდან აღებულ Q_0 -ის მნიშვნელობებს შორის განსხვავება უმნიშვნელოა: მაგალითად, არარატის ვაკისათვის $\sigma = 0.05$ კვტ/მ². სეზონური თოვლის საფარის შემთხვევაში Q_0 -ის სიდიდე საშუალოდ მატულობს. ქვეფენილი ზედაპირის არეკვლისუნარიანობის $-Q$ -ზე გავლენა მხედველობაში მიიღება სპეციალური კოეფიციენტების K_0 საშუალებით. მაგალითად, (51)-ის მიხედვით, კოეფიციენტი K_0 -ს გამოსათვლელ ფორმულას აქვს შემდეგი სახე:

$$K_0 = \frac{1}{1 - 0.2A} \quad (3.23)$$

სადაც A არის ქვეფენილი ზედაპირის ალბედო ერთეულის ნაწილებში. A-ს ცვლილებების დროს 0.10-0.80 ფარგლებში K_0 იცვლება 1.02-1.19 საზღვრებში.

ცხრილი 3.3.1.

$Q_0 = ae^{-bm}$ დამოკიდებულებაში შემავალი კოეფიციენტების მნიშვნელობები

№	დაკვირვების რაიონი, პუნქტი	a	b
1.	სალსკის ტრამალი	1.542	-0.545
2.	ჩრდილოეთ კავკასიის შავი ზღვის სანაპირო	1.516	-0.511
3.	ზღვისპირა ვაკე (კასპიის ზღვა)	1.570	-0.534
4.	კასპიისპირა დაბლობი	1.550	-0.528
5.	მტკვარ-არაქსის დაბლობი	1.526	-0.
6.	აფშერონის ნახევარკუნძული	1.571	-0.533
7.	სევანის ტბის აუზი	1.758	-0.500
8.	ნახჭევანის ქვაბული	1.622	-0.541
9.	კოლხეთის დაბლობი	1.548	-0.489
10.	ალაზნის ველი, ქართლის ვაკე	1.557	-0.528
11.	არარატის ვაკე	1.624	-0.548
12.	ცენტრალური კავკასიონი, ჯვრის უღელტეხილი, 2,4კმ მ/მ ყაზბეგი ყინულოვანი ბაზა 3,8კმ	1.690 1.712	-450 -0.445
13.	მცირე კავკასიონი 2,5კმ	1.692	-0.486
14.	ყაზარდოს ვაკე	1.490	-0.502

(3.23) გამოსახულებით ჩვენს მიერ გამოთვლილი K_0 -ის სიდიდეები კავკასიის ტერიტორიისათვის სეზონური თოვლის საფარის პირობებში მერყეობენ შემდეგ საზღვრებში: 1,05-1,10 სალსკის ტრამალი, 1,06-1,09 არარატის ვაკე და კასპიისპირა დაბლობი, 1,05-1,709 ქართლის ვაკე, 1,08-1,10 ნახჭევანის ქვაბული, 1,04-1,05 ალაზან-ავტორანის ველი, 1,10-1,716 კავკასიონის მაღალმთიანი რაიონი, 1,06-1,15 სომხეთის მთიანეთი.

ამრიგად, Q_0 -ის სიდიდის მაქსიმალური ზრდა თოვლის საფარის შემთხვევაში კავკასიის ტერიტორიაზე შეადგენს 12-15%-ს.

მონმენდილი ცის შემთხვევაში დაბლობ რაიონებში თვიური ჯამების $\sum_{\sigma} Q_0$ ივნისის მაქსიმუმი მერყეობს 860,0 (ყუბანისპირა დაბლობი) – 960,0 მჯ/მ²-ის (არარატის ვაკე) ფარგლებში, დეკემბრის მინიმუმი – 190,0 (ყუბანისპირა დაბლობი) – 300,0 (ნახჭევანის ქვაბული) – საზღვრებში. წლიური ჯამები $\sum_{\rho} Q_0$ ჩრდილოეთიდან (სალსკის ტრამალი) სამხრეთის მიმართულებით ნახჭევანის ქვაბული მატულობს 6800,0მჯ/მ²-დან 7600,0 მჯ/მ²-მდე. მთიან რაიონებში სიმაღლის ზრდა განაპირობებს თვიური და წლიური ჯამების მატების პროცესს. კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის დამოკიდებულება $\sum_{\rho} Q_0 = f(H)$ წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლას სახით:

$$\sum_{\rho} Q_0 = 6960.4 + 706.5H - 52.0H^2 \quad (3.24)$$

შემოდგომისა და ზამთრისათვის $\sum_{\sigma, \rho} Q_0 = f(H)$ წარმოიდგინება წრფივი, გაზაფხულისა და ზაფხულისათვის კვადრატული ფუნქციის სახით:

$$\text{შემოდგომა: } \sum_{\sigma} Q_0 = 1382.7 + 104.8H \quad (3.25)$$

$$\text{ზამთარი: } \sum_{\rho} Q_0 = 955. + 57.4H \quad (3.26)$$

$$\text{გაზაფხული: } \sum_{\rho} Q_0 = 2283.5 + 45.28H^2 \quad (3.27)$$

$$\text{ზაფხული: } \sum_{\rho} Q_0 = 2612.5 + 49.7H^2 \quad (3.28)$$

(3.28) –ით გამოთვლილ და დაკვირვებებით მიღებულ ჯამებს შორის საშუალო კვადრატული გადახრის სიდიდე შეადგენს 65,8 მჯ/მ²-ს. ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში ადგილი აქვს ჯამური რადიაციის შემცირებას მაქსიმუმით ქვედა (კონვექტიური) და მინიმუმით ზედა იარუსის შემთხვევაში. ღრუბლიანობის გავლენის რაოდენობრივი შეფასება რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების სიდიდეებზე საფუძვლიანად განხილულია (74, 14, 98, 93)-ში. მონ-

მენდილი ცის ანალოგიურად, ღრუბლიანობის პირობებში დამოკიდებულება $Q_{\rho} = f(m)$ როგორც საერთო, ასევე ცალკე იარუსების შემთხვევაში წარმოიდგინება მაჩვენებელი ფუნქციის სახით. მაგალითად, ყაბარდოს ვაკისათვის $Q_{\rho} = f(m)$ აქვს შემდეგი სახე:

$$\text{ქვედა იარუსი } Q_j = 0.3039e^{-4792m} \quad (3.29)$$

$$\text{საშუალო იარუსი } Q_b = 0.7995e^{-0.5713m} \quad (3.30)$$

$$\text{ზედა იარუსი } Q_h = 1.329e^{-8.5147m} \quad (3.31)$$

(3.29)-(3.30) დამოკიდებულებით გამოთვლილ და ექსპერიმენტული მონაცემებით აგებული შესაბამისი მრუდებიდან აღებული Q-ს სიდიდეებს შორის განსხვავება უმნიშვნელოა. მაგალითად, (3,29) გამოსახულებისათვის იგი შეადგენს 0,02 კვტ/მ²-ს. როგორც მონმენდილი ცის, ასევე ღრუბლიანობის პირობებშიც იმ მთავარ ფაქტორად, რომელიც განსაზღვრავს ჯამური რადიაციის ნაკადის დღიური სვლის თავისებურებებს, ითვლება m (ან h_0). რაც შეეხება დამოკიდებულებებს $Q = f(h_0)$, ორივე შემთხვევაში ისინი წარმოიდგინებიან მეორე რიგის პარაბოლას სახით (93,98).

ცენტრალური კავკასიონის პირობებში ღრუბლიანობის დროს მონმენდილ ცასთან შედარებით ჯამური რადიაციის სიდიდე შეადგენს დაბალი იარუსის შემთხვევაში 20-30% დაბლობ და 30-40% მთიან რაიონებში. საშუალო და ზედა იარუსების შემთხვევაში კი შესაბამისად 60-75 და 90-100%-ს.

ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -ს სიდიდეები მერყეობენ ივნისში 600,0 (კოლხეთის დაბლობის მიმდებარე წინამთა) – 850,0 მჯ/მ²-ის (არარატის ვაკე), დეკემბერში 100,0 (ნოღაეთის ტრამალი) – 200,0 მჯ/მ²-ის (ნახჭევანის ქვაბული) საზღვრებში. ზოგიერთ რაიონებში (ყუბანისპირა დაბლობი, ჩრდილოეთი კავკასიის შავი ზღვის სანაპირო, მინერალური წყლები, ნოღაეთის ტრამალი, ნახჭევანის ქვაბული). ღრუბლიანობის გავლენით $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -ს მაქსიმუმს ადგილი აქვს ივლისში ან მაისში (კოლხეთის წინამთა).

წლიური ჯამების $-\sum_{\rho} Q_{\rho}$ საშუალო სიდიდეები კავკასიის დაბლობ რაიონებში მერყეობენ 4400,0 მჯ/მ²-დან (ყაბარდოს ვაკე) 6200,0 მჯ/მ²-მდე (ნახჭევანის ქვაბული). მთიან რაიონებში ადგილი აქვს თვითური და წლიური ჯამების ზრდას. დამოკიდებულება $\sum_{\rho} Q_{\rho} = f(H)$, სადაც ჯამები მოცემულია მჯ/მ²-ში, ხოლო სიმაღლე კმ-ში, კავკასიის მთიან რაიონებისათვის ანალიზურად წარმოდგინება მეორე რიგის პარაბოლას სახით:

$$\sum_{\rho} Q_{\rho} = 4783.7 + 492.2H - 13.18H^2 \quad (3.32)$$

კავკასიის მთიანი სისტემების ცალკეული რაიონებისათვის ამ დამოკიდებულებას აქვს შემდეგი სახე:

კავკასიის ჩრდილოეთი ფერდობი

$$\sum_{\rho} Q_{\rho} = 4708.0 + 136.5H^2 \quad (3.33)$$

კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი

$$\sum_{\rho} Q_{\rho} = 4822.7 - 12.1H + 124.3H^2 \quad (3.34)$$

მცირე კავკასიონის (სომხეთის მთიანეთი)

$$\sum_{\rho} Q_{\rho} = 5719.8 + 237.9H - 1.86H^2 \quad (3.35)$$

მცირე კავკასიონის აზერბაიჯანის ფარგლებში

$$\sum_{\rho} Q_{\rho} = 5317.98 + 95.9H^2 \quad (3.36)$$

აღმოსავლეთ კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობი

$$\sum_{\rho} Q_{\rho} = 5069.1 + 99.86H^2 \quad (3.37)$$

ადგილის სიმაღლის მატებისას ჯამური რადიაციის სეზონური ჯამები გაზაფხულზე, შემოდგომაზე და ზამთარში იზრდებიან, ზაფხულში ოროგრაფიული ღრუბლიანობის გავლენის შედეგად კი 0,25(3,0) კმ სიმაღლეთა დიაპაზონში მცირდებიან 2000,0 მჯ/მ²-დან 1750.0მჯ/მ²-მდე, 2,5-4,0კმ სიმაღლეებზე ისევ მატულობენ 1750.0-დან 2550.0მჯ/მ²-მდე. სომხეთის მთიანეთში ღრუბლიანობის შემცირების შედეგად ზაფხულის ჯამები 0,8-2,5კმ სიმაღლეთა დიაპაზონში საშუალოდ 500,0მჯ/მ²-ით აღემატება მის სიდიდეებს ანალოგიურ სიმაღლეებზე კავკასიის სხვა მთიან რაიონებში. 2,5კმ-ზე

მეტ სიმაღლეებზე კავკასიის ყველა მთიან რაიონში ადგილი აქვს ჯამური რადიაციის ჯამების (გათანაბრების) ნივთიერების ტენდენციას. დამოკიდებულება $\sum_{\rho} Q_{\rho} = f(H)$ ცალკეული იარუსების შემთხვევაშიც წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლების სახით (93).

როგორც ცნობილია, აქტინომეტრიული სადგურების სიმცირით განპირობებული ჯამური რადიაციის ინფორმაციის არასაკმარისი მოცულობის გაზრდის მიზნით სითბური ბალანსის მდგენელების კლიმატოლოგიური გამოთვლების მეთოდის თანახმად $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -სიდიდეების გამოსათვლელად გამოიყენება საგინოვ-ონგსტრემის ფორმულა

$$\sum_{\sigma} Q_{\sigma} = \sum_{\sigma} Q_{\sigma} [1 - (1 - k)n] \quad (3.38)$$

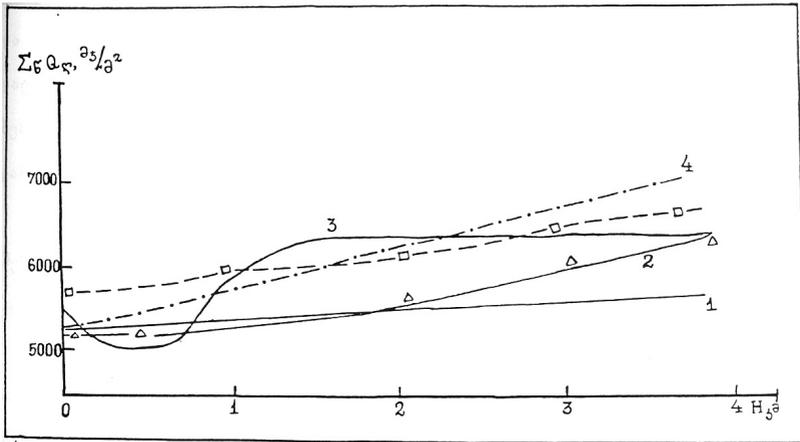
რომელიც დამაკმაყოფილებელ შედეგებს მხოლოდ დაბლობი რაიონებისათვის იძლევა (223,24). ამ ფორმულაში

$\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ არის ჯამური რადიაციის თვიური ჯამი მოწმენდილი ცის შემთხვევაში, K ღრუბლიანობის კოეფიციენტი, n -საერთო ღრუბლიანობა. ამიერკავკასიის ცალკეული რაიონებისათვის საგინოვ-ონგსტრემის ფორმულით (48, 160, 164)-ში

გამოთვლილი $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ -ს სიდიდეების დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე მოცემულია ნახაზზე 3.3.1. აქვე მოცემულია დაკვირვებების ინფორმაციით ჩვენს მიერ მიღებული დამოკიდებულებები კავკასიისა და სომხეთის (ნახჭევანის ჩათვლით) მთიანი რაიონებისათვის. როგორც ნახ 3.3.1-დან ჩანს, ე. შიხლინსკისა და ი. ცუცქირიძის ფაქტიურად ერთი და იგივე რეგიონისათვის და აბსოლუტური სიმაღლეებისათვის გამოთვლილი $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -ს სიდიდეები და მათი

მაღლივი ცვლილებების ტენდენციები (მრუდები 2,3) მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ($850,0 \text{ მჯ/მ}^2$) ერთმანეთისაგან. გარდა ამისა, ნახ. 3.3.1-ზე მოყვანილი მრუდების ურთიერთგანლაგებიდან ჩანს, რომ მიუხედავად აღმოსავლეთ კავკასიონის მთიან რაიონებში არსებული დაბალი მრავალწლიური საერთო და ქვედა იარუსის ღრუბლიანობისა აქ $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -ს ჯამები აღმოჩნდა გაცილებით ნაკლები ვიდრე

ცენტრალურ კავკასიონზე, რაც გამოწვეულია იმით, რომ ჯამების გამოთვლისას ვერ დადგინდა მონმენდილი ცის პირობებში ჯამური რადიაციის ვერტიკალური გრადიენტის სტაბილური სიდიდეები (მოკლეპერიოდური რიგების გამოყენების შედეგად) და ღრუბლიანობის კოეფიციენტების ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების თავისებურებები. როგორც დაკვირვებების გრძელპერიოდური ინფორმაციის გამოყენებით ჩვენი გამოთვლების შედეგები გვიჩვენებენ, ჯამური რადიაციის ვერტიკალური გრადიენტის სიდიდე მონმენდილი ცის შემთხვევაში არ არის მუდმივი, როგორც ეს ნაჩვენებია (164)-ში, არამედ იგი კავკასიონის მთიანი რაიონებისათვის არის აბსოლუტური სიმაღლის ფუნქცია, რომლის ზრდის შემთხვევაში 0-4კმ სიმაღლეთა დიაპაზონში ნლიური ჯამების გრადიენტის სიდიდე 100მ სიმაღლეზე მცირდება 65,5 მჯ/მ²-დან 34,3 მჯ/მ²-მდე.



ნახ. 3.381 დამოკიდებულებები $\sum_{\gamma} Q_{\gamma} = f(H)$: 1- დალესტანი, აზერბაიჯანი (164); 2 - კავკასიონი (164); 3. - საქართველო (160); \square - ცენტრალური კავკასიონი ავტორის მონაცემებით, \square - სომხეთი (48). 4 - სომხეთი, ნახჭევანის რაიონი დაკვირვებების მონაცემებით

მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში კი ვერტიკალური გრადიენტი მატულობს 11,3მჯ/მ²-დან 93,2 მჯ/მ²-მდე კავ-

კასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე, 11.2 მჯ/მ²-დან 85.2მჯ/მ²-მდე სამხრეთ ფერდობზე. ვერტიკალური გრადიენტის ზრდა აღინიშნება აგრეთვე მცირე კავკასიონის მთიან რაიონებშიც. ყოველივე ეს მიუთითებს იმაზე, რომ $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -ს სიდიდეების გამოთვლებში მოკლუპერიოდიანი რიგებზე დაყრდნობით მიღებული ვერტიკალური გრადიენტის მუდმივი სიდიდის გამოყენებას (164) და ამ მიზნით მთიანი რაიონებისათვის K-ს სიდიდეების განსაზღვრას დაბლობი რაიონებისათვის თ. ბერლიანდის მიერ აგებული გრაფიკით (17) მივყავართ რეალურიდან მნიშვნელოვნად განსხვავებულ შედეგებამდე.

მთიანი და მალაღმთიანი რაიონებისათვის ჯამური რადიაციის ჯამების გამოსათვლელად საგინოვ-ონგსტრუმის ფორმულა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ გათვალისწინებული იქნება მასში შემავალი K და $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ -ს ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების წინასწარ დადგენილი სტაბილური კანონზომიერებანი. აღსანიშნავია, რომ თუ დაკვირვებების შედეგად ცნობილია $\sum_{\sigma} Q_{\rho}$, $\sum_{\sigma} Q_{\theta}$ და n-ის სიდიდეები, მაშინ (3.38)-დან მიღებული გამოსახულებიდან:

$$K = 1 - \left(1 - \frac{\sum_{\sigma} Q_{\rho}}{\sum_{\sigma} Q_{\theta}} \right) \quad (3.39)$$

შესაძლებელია ღრუბლიანობის კოეფიციენტის K-ს მნიშვნელობების გამოთვლა (ცხრილი 3.3.2).

როგორც ცხრილში 3.3.2 მოცემული ინფორმაციის ანალიზიდან ჩანს, K-ს საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობები უმეტეს შემთხვევაში შესამჩნევად განსხვავდებიან დაბლობ რაიონებში შესაბამისი განედებისათვის მოცემული სიდიდეებისაგან. K-ს გააჩნია გარკვეული წლიური სვლა, რაც განპირობებულია ღრუბლიანობის ოპტიკური სიმკვრივის და მზის სიმაღლის, და ნათების ხანგრძლივობის სიდიდეების რყევადობით წელიწადის განმავლობაში. კავკასიის იმ დაბლობ რაიონებში, სადაც წელიწადის ცივი პერიოდის განმავლობაში სჭარბობს ქვედა იარუსის ღრუბლიანობა საკმაოდ მაღალი ოპტიკური სიმკვრივით, აღინიშნება K-ს დაბალი სიდიდეები (ყაბარ-

დოს, არარატის ვაკეები, სტავროპოლის მაღლობის აღმოსავლეთი ფერდობი, კასპიისპირა ყუბანისპირა, კოლხეთის დაბლობები, შავი ზღვის სანაპირო ზოლი). K მაქსიმალურია წელიწადის თბილ პერიოდში. კავკასიის მთიან რაიონებში, სადაც ღრუბლიანობის სიდიდეებზე ადვექციური პროცესების გარდა გავლენას ახდენენ ადგილობრივი ცირკულაციური პროცესები (კონვექცია, ფიონები, მთა-ხეობათა და მყინვარების ქარები). K-ს მაქსიმუმი 3კმ სიმაღლემდე აღინიშნება შემოდგომაზე და ზამთარში, 3კმ-ზე ზევით კი ზამთარში და გაზაფხულზე.

ცხრილი 3.3.2

ღრუბლიანობის კოეფიციენტის K-ს საშუალო თვიური და წლიური სიდიდეები

რაიონი პუნქტი	თვე						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
შავი ზღვის სანაპირო	0.34	0.48	0.50	0.48	0.45	0.59	0.60
მინერალური წყლები	0.36	0.51	0.55	0.38	0.45	0.42	0.45
ყაზარდოს ვაკე	0.28	0.41	0.44	0.40	0.41	0.31	0.42
ზღვისპირა ვაკე	0.35	0.44	0.41	0.48	0.66	0.63	0.60
მტკვარ-არაქსის დაბლობი	0.46	0.47	0.51	0.57	0.45	0.56	0.56
კოლხეთის დაბლობი	0.34	0.34	0.36	0.42	0.48	0.48	0.47
ქართლის ვაკე	0.39	0.43	0.43	0.45	0.54	0.55	0.51
ალაზნის ველი	0.30	0.38	0.46	0.48	0.54	0.58	0.57
შავი ზღვის სანაპირო, საქართველო	0.38	0.48	0.44	0.53	0.54	0.60	0.57
არარატის ვაკე	0.32	0.36	0.49	0.57	0.58	0.65	0.63
ყუბანისპირა დაბლობი	0.27	0.31	0.32	0.44	0.51	0.37	0.43
კასპიისპირა დაბლობი	0.33	0.36	0.31	0.47	0.53	0.57	0.59
სევანის ტბა	0.59	0.59	0.60	0.51	0.60	0.62	0.67
ლენინაკანის ტაფობი	0.47	0.42	0.38	0.38	0.34	0.30	0.24

ბერმაიტი, 2,6 კმ	0.78	0.58	0.56	0.46	0.31	0.27	0.28
ჯვრის უღელტეხილი 2 კმ	0.78	0.82	0.70	0.54	0.56	0.53	0.55
მ/მ/ ყაზბეგი 3,7კმ	0.053	0.79	0.60	0.64	0.66	0.53	0.53
ყინულოვანი ბაზა 3,8	0.49	0.60	0.58	0.58	0.62	0.57	0.60

ცხრილი 3.3.2-ის გაგრძელება

რაიონი პუნქტი	თვე					
	VIII	IX	X	XI	XII	წლიური
შავი ზღვის სანაპირო	0.58	0.41	0.50	0.31	0.31	0.50
მინერალური წყლები	0.51	0.49	0.58	0.30	0.350	0.43
ყაზარდოს ვაკე	0.45	0.30	0.28	0.30	0.32	0.38
ზღვისპირა ვაკე	0.54	0.52	0.46	0.36	0.32	0.48
მტკვარ-არაქსის დაბლობი	0.64	0.43	0.50	0.41	0.41	0.50
კოლხეთის დაბლობი	0.46	0.47	0.48	0.27	0.35	0.41
ქართლის ვაკე	0.57	0.44	0.3	0.38	0.31	0.44
ალაზნის ველი	0.54	0.47	0.42	0.34	0.036	0.45
შავი ზღვის სანაპირო, \საქართველო	0.59	0.57	0.47	0.37	0.33	0.49
არარატის ვაკე	0.56	0.56	0.55	0.40	0.29	0.50
ყუბანისპირა დაბლობი	0.39	0.36	0.33	0.21	0.22	0.36
კასპიისპირა დაბლობი	0.40	0.35	0.36	0.29	0.18	0.40
სევანის ტბა	0.65	0.58	0.64	0.61	0.50	0.60
ლენინაკანის ტაფობი	0.26	0.32	0.50	0.59	0.42	0.38
ბერმაიტი, 2,6 კმ	0.25	0.41	0.66	0.39	0.66	0.48
ჯვრის უღელტეხილი 2 კმ	0.43	0.42	0.48	0.76	0.74	0.60
მ/მ/ ყაზბეგი 3,7კმ	0.32	0.23	0.45	0.52	0.55	0.54
ყინულოვანი ბაზა 3,8	0.65	0.57	0.60	0.64	0.56	0.59

ამრიგად, K-ს სიდიდეზე დიდ გავლენას ახდენენ ლოკალური პირობები და მთიან რაიონებში იგი ცალკე უნდა დადგინდეს კონკრეტული პუნქტებისათვის. K-ს საშუალო განედური სიდიდეები კავკასიის დაბლობი რაიონებისათვის მერყეობენ 0,33(4⁰ ჩ.გ.)- 0,34 (46⁰ჩ.გ.) საზღვრებში (23, 24). როგორც ცხრილი 3.3.2-დან ჩანს, რიგ შემთხვევაში დაბლობ რაიონებშიც კი გამოთვლილი და (24)-ში მოცემული K-ს სიდიდეები საგრძნობლად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

(17)-ში მოცემულია $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ -ს სიდიდეების გამოსათვლელი შემდეგი ფორმულა:

$$\sum_{\sigma} Q_{\sigma} = \sum_{\sigma} Q_0 [1 + (a + bn)n] \quad (3.40)$$

სადაც a, b არიან უგანზომილებო კოეფიციენტები. $b = 0.38$, a კი არის განედის ფუნქცია.

(3.39) –დან a განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით:

$$a = \left(1 - \frac{\sum_{\sigma} Q_{\sigma}}{\sum_{\sigma} Q_0}\right) : n - 0.38n \quad (3.41)$$

როგორც გამოთვლები გვიჩვენებენ, a-ს სიდიდეებს (ცხრილი 3.3.3.) გააჩნია განსაზღვრული წლიური სვლა. ზოგიერთი პუნქტისათვის $a=0$, და მათთვის თ. ბერლიანდის ფორმულას აქვს შემდეგი სახე:

$$\sum_{\sigma} Q_{\sigma} = \sum_{\sigma} Q_0 (1 - bn^2) \quad (3.42)$$

ცხრილში 3.3.3 მოყვანილი a-ს საშუალო წლიური მნიშვნელობები, ყაბარდოს, ქართლის, ალაზნის ვაკეებისა და კოლხეთის დაბლობებისათვის ძალიან ახლო არიან (17)-ში შესაბამისი განედებისათვის მოცემულ მნიშვნელობებთან a-ს სიდიდეებში დიდი განსხვავება აღინიშნება ლენინაკანის ტაფობ ისა და ყინულოვანი ბაზის შემთხვევაში.

ცხრილი 3.3.3
კოეფიციენტ a -ს მნიშვნელობები

რაიონი პუნქტი	თვე						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
ყუბანისპირა დაბლობი	0.43	0.39	0.41	0.32	0.26	0.46	0.53
ყაბარდოს ვაკე	0.49	0.29	0.28	0.32	0.32	0.43	0.35
მტკვარ-არაქსის დაბლობი	0.30	0.27	0.22	0.17	0.29	0.25	0.24
კოლხეთის დაბლობი	0.40	0.39	0.34	0.33	0.27	0.30	0.31
ლენინაკანის ტაფობი							

რაიონი პუნქტი	თვე					
	VIII	IX	X	XI	XII	წლიური
ყუბანისპირა დაბლობი	0.44	0.49	0.46	0.54	0.50	0.44
ყაბარდოს ვაკე	0.36	0.47	0.48	0.42	0.38	0.38
მტკვარ-არაქსის დაბლობი	0.33	0.32	0.31	0.34	0.35	0.28
კოლხეთის დაბლობი	0.31	0.34	0.42	0.52	0.43	0.36
ლენინაკანის ტაფობი						

დაკვირვების მონაცემებით, საგინოვ-ანგსტრემისა და თ. ბერლიანდის ფორმულებით, რომლებშიც მხედველობაში იქნა მიღებული $K = f(H)$, $\sum_{\sigma} Q_{\sigma} = f(H)$ დამოკიდებულები და a -ს მნიშვნელობები, გამოთვლილი იქნა $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ და $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -ს სიდიდეები (ცხრილი 3.3.4) დიდი და მცირე კავკასიონისათვის.

ცხრილი 3.3.4

დაკვირვებების მონაცემებით (1), საგინოვ-ანგსტრემისა (3.38) და თ. ბერლიანდის (3.40) ფორმულებით გამოთვლილი $\sum P Q_{\rho}$ -ს სიდიდეები, მჯ/მ² წელი

მეთოდი	H, კმ				
	0	1	2	3	4
დიდი კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობი					
1.	4705.4	4818.5	5208.2	5866.0	6800.4
2.	4692.8	4835.3	5262.6	5947.9	6972.9
3.	4659.3	4785.0	5212.4	5840.9	6766.9
დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი					
1.	4910.7	4961.0	5287.8	5891.1	6771.0
2.	4211.0	4902.3	5593.7	6285.1	6976.4
3.	5069.9	5174.7	5488.9	6012.6	6745.9

მცირე კავკასიონი აზერბაიჯანის და საქართველოს საზღვრებში					
1.	5317.1	5413.5	5702.6	6176.1	6859.0
2.	4993.9	5028.8	5392.6	6054.6	6976.4
3.	5283.6	5371.6	5643.9	6092.3	6725.0
მცირე კავკასიონის სომხეთის საზღვრებში					
1.	5715.2	5932.4	6192.8	6419.1	6637.0
2.	5204.0	5317.1	5652.3	6222.2	7014.0
3.	5832.5	5887.0	6042.0	6326.9	6712.4

როგორც ცხრილი 3.3.4-დან ჩანს, სამივე მეთოდით გამოთვლილი $\sum P Q_{\rho}$ -ს სიდიდეები ახლოა ერთმანეთთან. შე-

ფარდების $\frac{\sum_{\rho} Q_{\rho} - \sum_{\rho} Q_{\rho'}}{\sum P Q_{\rho}}$ სიდიდე დიდი კავკასიონის

ჩრდილოეთი ფერდობისათვის არ აღემატება 3(2) და 1% (3) სამხრეთი ფერდობისათვის იგი შეადგენს 4%-ს. (3) მცირე კავკასიონის მთიანი რაიონებისათვის კი 8%-ს(2) და 2%-ს (3).

ამრიგად, გამოთვლით მიღებული შედეგების ანალიზიდან ჩანს, რომ ისინი დამაკმაყოფილებელია.

მრავლანლიური მონაცემებით $\frac{\sum_{\rho} Q_{\rho}}{\sum_{\rho} Q_0}$ -ის სიდიდე

მერყეობს 80%-დან (არარატის ვაკე, ნახჭევანის ქვაბული) 60%-მდე (მინერალური წყლები, ყაბარდოს ვაკე, სტავროპოლის მაღლობის აღმოსავლეთი ფერდობები, დასავლეთ სა-

ქართველოს წინამთა). $\frac{\sum_{\rho} D}{\sum_{\rho} Q_0}$ -ის მაქსიმუმი 50% აღინიშნე-

ბა სტავროპოლის მაღლობის აღმოსავლეთ ფერდობებზე, მინერალურ წყლებზე, ყაბარდოსა და ჩრდილოეთ ოსეთის ვაკეებზე, მინიმუმი – 35% ნახჭევანის ქვაბულში და არარა-

ტის ვაკეზე. დიდი კავკასიონის მთიან რაიონებში $\frac{\sum_{\rho} Q_{\rho}}{\sum_{\rho} Q_0}$

მცირდება დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით

50%-დან 45%-მდე, $\frac{\sum_{\rho} Q_{\rho}}{\sum_{\rho} Q_0}$ -ის სიდიდე კი იცვლება 56-76%-

ის საზღვრებში. კავკასიის დაბლობ რაიონებში $\frac{\sum_{\rho} S_{\rho}}{\sum_{\rho} Q_{\rho}}$ -ის

სიდიდე მერყეობს 50-68%-ის საზღვრებში. ნახჭევანის ქვაბულში, არარატის ვაკეზე, სევანის ტბის აუზში, ლენინაკანის ტაფობზე $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -ს სიდიდეების ფორმირებაში ძირითა-

დი წვლილი შეაქვს $\sum_{\rho} S'_{\rho}$ -ს, ხოლო სალსკის ტრამალებზე, ყუბანისპირა დაბლობზე, მინერალურ წყლებზე, სტავროპოლის მაღლობის აღმოსავლეთ ფერდობზე, ყაბარდოს ვაკეზე, წინამთის რაიონებში $\sum_{\rho} D_{\rho}$ -ს სიდიდეები ახლოსაა $\sum_{\rho} S'_{\rho}$ -

ს სიდიდეებთან. $\sum_{\rho} S'_{\rho}$ -ს წვლილის აბსოლუტური მაქსიმუმი აღინიშნება ნახჭევანის ქვაბულში (68%), აბსოლუტური მინიმუმი კი – ყაბარდოს ვაკეზე და მინერალურ წყლებზე (50%). მცირე კავკასიონის მთიან რაიონებში $\sum_{\rho} D_{\rho}$ -ს

სიდიდე 20%-ით ნაკლებია $\sum_{\rho} S_{\rho}$ სიდიდეზე, აღმოსავლეთ კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე ამ განსხვავების სიდიდე არ აღემატება 10%-ს. დიდი კავკასიონის დანარჩენ რაიონებში $\sum_{\rho} S_{\rho}$ და $\sum_{\rho} D_{\rho}$ -ს სიდიდეები ახლოსაა ერთმანეთთან. $\frac{\sum_{\rho} S_{\rho}}{\sum_{\rho} Q_{\rho}}$ -ის წლიური სვლის მრუდზე მაქსიმუმი აღინიშნება ზაფხულის, მინიმუმი – ზამთრის თვეებში, როდესაც $\sum_{\rho} D_{\rho}$ -ს წვლილი $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -ს სიდიდეების ფორმირებაში მკვეთრად იზრდება. $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -ს სიდიდეების განაწილება კავკასიის ტერიტორიაზე მოცემულია ნახაზზე 3.3.2.

3.4 არეკლილი რადიაცია და ალბედო

ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი რადიაცია – Ra და ქვეფენილი ზედაპირის ალბედო $A_a = \frac{Ra}{Q}$ (%) დამოკიდებულია მის ფიზიკურ თვისებებზე, მზის სიმაღლეზე და დაცემული რადიაციის სპექტრალურ მახასიათებლებზე. კავკასიის ტერიტორიაზე Ra და A_a -ის განაწილების კანონზომიერებებზე, როგორც ჰორიზონტალური, ასევე ვერტიკალური მიმართულებით მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სეზონური თოვლის საფარის არსებობის ხანგრძლივობა, რომელიც დამოკიდებულია ადგილის განედზე და აბსოლუტურ სიმაღლეზე. ზაფხულში დაბლობ რაიონებში ალბედოს საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები მერყეობენ 16%-დან (ყუბანისპირა დაბლობი) 26%-მდე (ნახჭევანის ქვაბული). წელიწადის ცივ პერიოდში ალბედოსა და არეკლილი რადიაციის სიდიდეებზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სეზონური თოვლის საფარის რეჟიმული მახასიათებლები. ამიერკავკასიის დაბლობ რაიონებში, მთიანი რაიონებისაგან განსხვავებით, თოვლის საფარი არამდგრადია. თუ ჩრდილოეთი კავკასიის დაბლობ რაიონებში ზამთრის ალბათობა არამდგრადი თოვ-

ლის საფართო შეადგენს 40%-ს, შავი ზღვის სამხრეთ სანაპიროზე და კოლხეთის დაბლობზე იგი აღწევს 80-100% (131-134, 151, 152), ნელინადის გარდამავალ პერიოდებში (გაზაფხული, შემოდგომა) თბილი და მდგრადი სეზონური თოვლის საფარის არსებობის პერიოდებისაგან განსხვავებით ალბედოს სიდიდეები მკვეთრ რყევებს განიცდიან. მთიან რაიონებში სეზონური თოვლის საფარის არსებობა ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე და ოროგრაფიულ ფაქტორზე (ფერდობების ორიენტაცია, დახრილობა) დამოკიდებულებით განაპირობებს ალბედოს სიდიდის და მისი სეზონური სვლის თავისებურებებს. აქ ზამთრის პერიოდში სამხრეთის ექსპოზიციის ფერდობებზე აორთქლების ინტენსიური პროცესის, სათბურის ეფექტის (სანაპირო ეფექტთან ერთად) გავლენით ხშირად აღინიშნება თოვლის საფარის ნაწილობრივი გაქრობა (თოვლჭრელის – ლილოს წარმოქმნა), რის შედეგად ფიქსირებულ სიმაღლეზე ფერდობების ორიენტაციასა და დახრილობის კუთხეზე დამოკიდებულებით სინქრონულად აღინიშნება ალბედოს განსხვავებული მნიშვნელობები.

ნელინადის, ზამთრის და ცივი პერიოდისათვის ალბედოს $A_a(\%)$ საშუალო მრავალწლიური სიდიდეების დამოკიდებულება ადგილის სიმაღლეზე – H (კმ) წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლას სახით:

$$\text{ნელინადი: } A_a = 23.0 - 0.3H + 3.1H^2 \quad (3.43)$$

$$\text{ზამთარი: } A_a = 30.7 + 13.7H + 0.05H^2 \quad (3.44)$$

$$\text{ცივი პერიოდი: } A_a = 30.8 + 8.6H + 0.3H^2 \quad (3.45)$$

გაზაფხულისა და შემოდგომისათვის შესაბამისად 0,0-1,5კმ და 0,0-2,0კმ სიმაღლეთა დიაპაზონისათვის $A_a = f(H)$ წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციების, ხოლო 1,5-4,0 კმ და 2,0-4,0 კმ სიმაღლეთა დიაპაზონისათვის მეორე რიგის პარაბოლას სახით (ნახ. 3.4.1).

$$\text{გაზაფხული: } 0,0-1,5\text{კმ } A_a = 22.0 - 1.33H \quad (3.46)$$

$$1,5-4,0\text{კმ } A_a = 67.7 - 29.0H + 8.0H^2 \quad (3.47)$$

$$\text{შემოდგომა: } 0,0-2,0\text{კმ } A_a = 21.0 + H \quad (3.48)$$

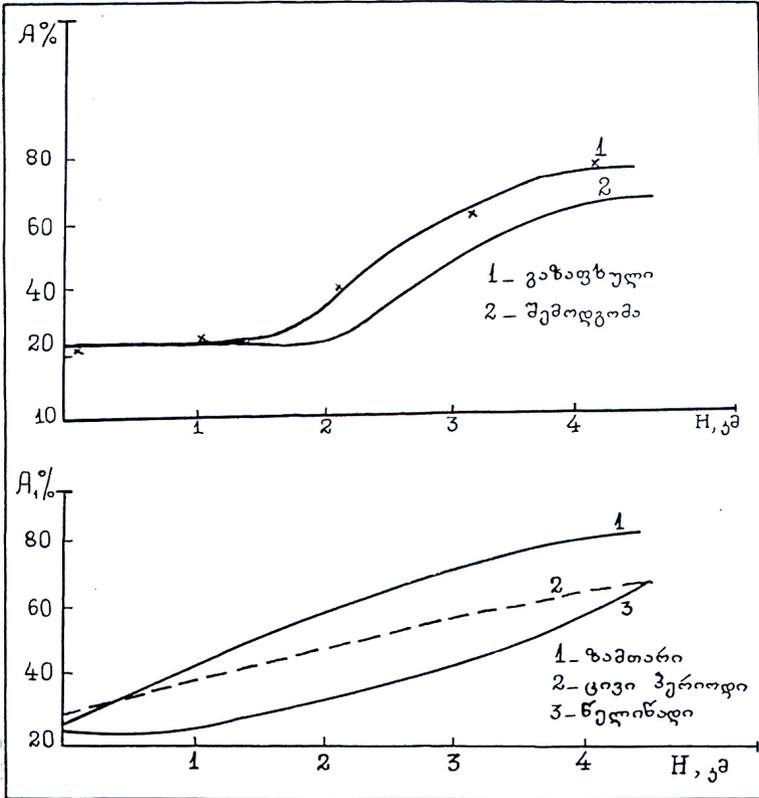
$$2,0-4,0\text{კმ } A_a = 48.1 - 26.0H + 8.0H^2 \quad (3.49)$$

ნახ. 3.4.1-ზე ჯვრებით აღნიშნულია (3.45) გამოსახულებით გამოთვლილი A_a -ს მნიშვნელობები.

კავკასიის დაბლობ რაიონებში ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით ალბედოს საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები კლებულობს ზამთარში 34, ნელინადის ცივი პერიოდში 24, ნელინადის და ზაფხულის განმავლობაში 10, გაზაფხულზე 8%-ით, ე.ი. ალბედოს განედური ცვლილებების სიდიდე მაღლივ ცვლილებებთან შედარებით უმნიშვნელოა (ზაფხულის გარდა, როდესაც სეზონური თოვლის ხაზამდე ადგილი აქვს ალბედოს მინიმალურ მეტნაკლებად მუდმივ მნიშვნელობებს).

აღსანიშნავია, რომ ალბედოს საშუალო თვიური მნიშვნელობების წლიურ სვლაში არსებული ვარიაციები ახასიათებენ სეზონური თოვლის საფარის ფორმირების, გაქრობის (არსებობის) ხანგრძლივობას და სეზონური თოვლის ხაზის სიმაღლის რყევადობას ნელინადის განმავლობაში (109). ქვეფენილი ზედაპირის ალბედოს სიდიდეებში ნელინადის განმავლობაში არსებული მაღლივი ვარიაციებით სეზონური თოვლის საფარის საზღვრის რყევის განსაზღვრა იმ მეთოდის პარალელურად, რომელიც ემყარება მცირერიცხოვანი მთიანი სადგურების მეტეოინფორმაციის ანალიზს და ძნელადმისაწვდომი მთიანი რაიონებისათვის სავსე პირობებში თოვლის სეზონური საფარის რეჟიმულ მახასიათებლებზე სავსე დაკვირვებების შედეგად მოპოვებულ მონაცემებს, იძლევა სეზონური თოვლის საფარის არსებობის მახასიათებლების რაოდენობრივი შეფასების შესაძლებლობას კავკასიის მთიან და მაღალმთიან რაიონებში ძვირადღირებული სპეციალური სავსე ექსპედიციების მოწყობის გარეშე.

კავკასიის მთიანი გამყინვარების ზონა ხასიათდება რადიაციული მახასიათებლების, მათ შორის ალბედოს, არეკლილი რადიაციის სპეციფიკური თავისებურებებით. აღსანიშნავია, რომ მთიანი გამყინვარების აბლიაციის ზონაში ადგილი აქვს ალბედოს დღიური სვლის საერთო კანონზომიერებებს: მზის სიმაღლეზე ალბედოს სიდიდის უკუპროპორ-



ნახ. 3.4.1 დამოკიდებულებები $A_a = f(H)$

ციული დამოკიდებულება, ალბედოს შემცირება დღის მეორე ნახევარში პირველ ნახევართან შედარებით, ქვედა იარუსის ათბალიანი ღრუბლიანობის პირობებში ალბედოს დღიური სვლის ამპლიტუდის შემცირება და ალბედოს მნიშვნელობების მუდმივობა (გაუმჭვირვალე ფორმების შემთხვევაში), სიცივის ადვექციის პირობებში დღის მეორე ნახევარში ალბედოს ზრდა, დღის მეორე ნახევარში ალბედოს შემცირება კერძოდ, (26)-ში ახსნილია მყინვარის დნობის შემთხვევაში მისი ზედაპირის სიხისტის ზრდით და მასზე დაცემული რადიაციის სარკული არეკვლის შეცვლით დიფუზიური არეკვლით, მაგრამ როგორც ჩვენმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა (90, 113) ამ მოვლენაში არცთუ უმნიშვნელო როლს თამაშობს

დნობის შედეგად წარმოქმნილი წყლის მიერ დაცემული რადიაციის სპექტრის ინფრარითელი ნაწილის ინტენსიური შთანთქმა, რომელიც დღის მეორე ნახევარში მზის სიმალის შემცირების სინქრონულად სპექტრის განითლებების შედეგად ძლიერდება. გამყინვარების აბლიაციის ზონაში ალბედო მერყეობს სუფთა მდნარი ყინულის შემთხვევაში 30-40, დაჭუჭყიანებული მდნარი ყინულის შემთხვევაში 15-30, გვერდით, ზედაპირულ, ფრონტალურ მორენებზე 8-20%-ის საზღვრებში (90, 113). იალბუზის უნაგირაზე მშრალი ფირნის და ყინულის შემთხვევაში ალბედო იცვლება 60-75%-ის საზღვრებში. აბლიაციის ზონისაგან განსხვავებით, სადაც მდნარი ყინულის ზედაპირის ალბედოს დღიურ სვლაზე მზის სიმალის გავლენა გადაიფარება დნობის პროცესის გავლენით, აკუმულაციის ზონაში მზის სიმალის ზრდის შემთხვევაში ალბედოს სიდიდე კლებულობს, რაც ტიპიურია გამყინვარების აკუმულაციის ყველა ზონისათვის. დამოკიდებულება $A_a = f(h_o)$ ამ ზონებისათვის ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

$$A_a = 69.0 - 0.3h_o \quad (3.50)$$

სადაც h_o მოცემულია გრადუსებში, A_a კი პროცენტებში.

კავკასიის ტერიტორიის მოსაზღვრე აკვატორიის და შიდა წყლის აუზების ალბედოს დღიური და წლიური სვლის კანონზომიერებების დასადგენად არსებული დაკვირვების მასალები არასაკმარისია და აქვს ეპიზოდური ხასიათი. აქტივობით სადგურ ნავთობიან ქვებზე დაკვირვების შედეგად დადგინდა, რომ კასპიის ზღვის ალბედოს საშუალო თვიური მნიშვნელობები მაქსიმალურია შემოდგომა-ზამთრის (13%) და მინიმალურია ზაფხულის თვეებში (8%), რაც განპირობებულია ძირითად წყლის ზედაპირზე სხივის დაცემის კუთხის ცვალებადობით ნელინადის განმავლობაში (სხივის დაცემის კუთხის ზრდისას ალბედოს სიდიდე იზრდება და პირიქით). თბილისის ზღვაზე ეპიზოდური დაკვირვებების შედეგებიც მიუთითებენ ანალოგიური სახის დამოკიდებულებებზე (160), რომელიც ასევე მიღებული იყო (50)-შიც.

ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი რადიაციის R_a კვტ/მ² დამოკიდებულება ატმოსფეროს ოპტიკურ მასაზე m მონმენდილი ცის შემთხვევაში წარმოიდგინება მაჩვენებელი ფუნქციის - $R_a = ae^{-bm}$ სახით. a და b კოეფიციენტების სიდიდეები შეადგენენ მაგალითად, ალაზნის ველისათვის 0,2217-0,3612-ს, არარატის ვაკისათვის შესაბამისად 0,2385-0,4521-ს.

ატმოსფეროს მასის მუდმივი მნიშვნელობისათვის R_a -ის მაქსიმუმი აღინიშნება ახალი მშრალი თოვლისათვის. თოვლის დაჭყუჭყიანების, დატენიანების და დნობის შემთხვევაში R_a -ის სიდიდე კლებულობს. მაგალითად, ჩვენი დაკვირვებების მონაცემებით ყინულოვან ბაზაზე როდესაც $m = 2$ ($h_0 = 30$) R_a -ის საშუალო სიდიდემ შეადგინა მშრალი თოვლისათვის 0,54, ტენიანი თოვლისათვის 0,45, სველი თოვისათვის 0,34, მდნარი ყინულის ზედაპირისათვის 0,24, შავი ფერი მორენისათვის 0,11, ფირნისათვის 0,34 კვტ/მ². დაბლობ რაიონებში $\sum_{\sigma} R_a$ -ის მაქსიმუმი აღინიშნება ზაფხულში (VI, VII), მინიმუმი – დეკემბერში: პირველი მერყეობს 100,0-220,0 მეორე 60,0-75,0 მჯ/მ²-ის საზღვრებში. მთიან რაიონებში აღინიშნება აგრეთვე გაზაფხულის მეორადი მაქსიმუმები. მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში $\sum_{\sigma} R_a$ -ის ივნის-ივლისის მაქსიმუმი მერყეობს 120,0 (გიგანტი) – 220,0 მეორე 60,0-75,0მჯ/მ²-ის საზღვრებში. მთიან რაიონებში აღინიშნება აგრეთვე გაზაფხულის მეორადი მაქსიმუმები. მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში $\sum_{\sigma} R_a$ -ს სიდიდე დაბლობ რაიონებში მერყეობს 750,0მჯ/მ² (ყუბანისპირა დაბლობი)-დან 160,0მჯ/მ² (ნახჭევანის ქვაბული)-მდე. მთიან რაიონებში სიმაღლის ზრდისას არეკლილი რადიაციის ინტენსივობა და ჯამები მაგულობს, რაც განპირობებულია სეზონური თოვლის საფარს ხანგრძლივობის და ჯამური რადიაციის ზრდით. დამოკიდებულებები $\sum_{\sigma} R_a = f(H)$ და $\sum_{\sigma} R_a = f(H)$, (სადაც ჯამები მოცემულია მჯ/მ²-ში, H კი კმ-ში) წარმოიდგინები ან მეორე რიგის პარაბოლას სახით:

$$\text{წელიწადი: } \sum_{\rho} R_a = 1067.1 - 148.1H + 215.1H^2 \quad (3.51)$$

$$\text{ცივი პერიოდი: } \sum_{\rho} R_a = 168.2 - 114.4H + 266.4H^2 \quad (3.52)$$

ქვეფენილი ზედაპირის მიერ შთანთქმული რადიაციის წლიური ჯამების სიდიდე მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში $\sum_{\rho} Q_{\text{ფ}}$ ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას მცირდება. დამოკიდებულება $\sum_{\rho} Q = f(H)$ წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლას სახით:

$$\text{კავკასიის მთიანი სისტემები} \\ \sum_{\rho} Q_{\text{ფ}} = 371.6 + 450.0H - 228.3H^2 \quad (3.53)$$

როგორც გამოთვლები გვიჩვენებენ, $\sum_{\rho} Q_{\text{ფ}}$ -ის სიდიდე მკვეთრ კლებას განიცდის 2-4 კმ სიმაღლეთა დიაპაზონში, რაც განპირობებულია სეზონური თოვლის საფარის არსებობის ხანგრძლივობის მაქსიმალური ზრდით.

$\frac{\sum_{\rho} Q_{\text{ფ}}}{\sum_{\rho} Q_{\text{ლ}}}$ -ს სიდიდე შავი ზღვის მიმდებარე ტერიტორიაზე მაქსიმალურია სოხუმისათვის და ანასეულისათვის (0,78). მთიან რაიონებში სინქრონულად ამ შეფარდების სიდიდე მცირდება და აღწევს მინიმუმს მუდმივი თოვლის საფარის ზონაში. დამოკიდებულება $\frac{\sum_{\rho} Q_{\text{ფ}}}{\sum_{\rho} Q_{\text{ლ}}} = f(H)$ წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლას სახით:

$$\frac{\sum_{\rho} Q_{\text{ფ}}}{\sum_{\rho} Q_{\text{ლ}}} = 78.4 + 2.5H - 3.6H^2 \quad (3.54)$$

დაკვირვების მონაცემებით მიღებულ და (3,54)-ით გამოთვლილ სიდიდეებს შორის საშუალო კვადრატული გადახრა σ შეადგენს 2,5%-ს. დამოკიდებულებები $Q_{\text{ფ}} = f(h_0)$ მოწმენდილი ცისა და ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებებისაგან დამოუ-

კიდებლად წარმოიდგინებთან მეორე რიგის პარაბოლას სახით (91, 95).

მთიანი რაიონების გამყინვარების აბლიაციის ზონაში ნელინადის თბილ პერიოდში შთანთქმული რადიაციის სიდიდე არის აბსოლუტური სიმალლის კლებადი ფუნქცია. მაგალითად, დიდი კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობის გამყინვარების ზონისათვის (მყინვარები კულაკი, ბაშილი, იალბუზის სამხრეთი ფერდობის და ალიბეკ-ულგენის გამყინვარების ზონები) აბლიაციის პერიოდში მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში შთანთქმული რადიაციის დღიური ჯამების

$$\sum_{\varrho} Q_{\varrho} \text{ და } \frac{\sum_{\varrho} Q_{\varrho}}{\sum_{\varrho} Q_{\varrho}} \text{-ს დამოკიდებულება } H\text{-ზე ადგილის}$$

აბსოლუტურ სიმალლეთა დიაპაზონისათვის 2,2-5,3 კმ. წარმოიდგინება შემდეგი სახით:

$$\sum_{\varrho} Q_{\varrho} = 29539.5 - 3980.0H \quad (3.55)$$

$$\frac{\sum_{\varrho} Q_{\varrho}}{\sum_{\varrho} Q_{\varrho}} = 72.0 - 10.0H \quad (3.56)$$

(3.55) დამოკიდებულებაში $\sum_{\varrho} Q_{\varrho}$ მოცემულია კვ/მ²-ში. (3.55) გამოსახულებით გამოთვლილი და დაკვირვებების მონაცემებით აღებული მრუდიდან $\sum_{\varrho} Q_{\varrho}$ - სიდიდეებს შორის საშუალო კვადრატული გადახრა შეადგენს 15,8 კვ/მ²-ს,

როგორც ცნობილია, ზვავების გენეტიკური კლასიფიკაციის თანახმად (9), ზვავსაშიშ რაიონებში ინსოლაციური ტიპის ზვავების წარმოშობაში მთავარ როლს ასრულებს სეზონური თოვლის საფარში შეღწეული მზის რადიაცია. კავკასიის მთიანი რაიონების ინტენსიურ ათვისებასთან დაკავშირებით მზის სხივური ენერგიის თოვლის საფარში შეღწევის პროცესების შესწავლა ამ სტიქიური მოვლენის პროგნოზირების თვალსაზრისით იძენს დიდ პრაქტიკულ მნიშვნელობას – ინსოლაციური ტიპის ზვავების წარმოქმნის მექანიზმში მზის რადიაციის როლი მდგომარეობს იმაში, რომ იგი თოვლის ფენაში, ფენებს შორის ან ქვეფენილ ზედაპირზე გარდაიქმნება რა სითბურ ენერ-

გიად, ასუსტებს თოვლის ფენის შიგნით, თოვლის ფენების კონტაქტურ ზონაში, ნიადაგისპირა თოვლის ფენასა და ქვეფენილ ზედაპირს შორის თოვლის კრისტალებს შორის შეჭიდულობის ძალებს, რის შედეგადაც ზვავსაშიშ ფერდობზე განლაგებული თოვლის საფარი მთლიანად გადადის არამდგრად მდგომარეობაში და დასანყისს აძლევს ინსოლაციური ტიპის ზვავების წარმოქმნას, რომელთა ჩამოსვლის ალბათობა სამხრეთის ორიენტაციის ზვავსაშიშ ფერდობებიდან (სადაც სახეზეა მზის ნათების მაქსიმალური ხანგრძლივობა და რადიაციის მაღალი ენერგეტიკული დონე) გაცილებით მეტია სხვა ფერდობებთან შედარებით. გარდა ამისა, როგორც ცნობილია,



ნახ. 3.4.3 თოვლის „აქტინომეტრი“

(144) წელიწადის ცივ პერიოდში კავკასიის მთიან რაიონებში სეზონური თოვლის საფარის სითბური ბალანსის ძირითადი კომპონენტის როლს თამაშობს რადიაციული ბალანსი (შელნეული რადიაცია), რომლის უშუალო გავლენით ფორმირდება ტემპერატურის გრადიენტის სიდიდე და მიმართულება, რასაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება თოვლის საფარის (ფენის) სუბლიმაციური დიაფტორეზის პროცესში.

ამრიგად, თოვლის საფარში შელნეული რადიაციის სიდიდის შეფასება აუცილებელია თოვლის სუბლიმაციური გადაკრისტალების შედეგად წარმოშობილი ზვავების პროგნოზშიც.

იალბუზის რაიონში 2,2-2,3 კმ სიმაღლეების დიაპაზონში სეზონური თოვლის საფარის დნობის და ინსოლაციის ტიპის ზვავების აქტივიზაციის პერიოდში (III-IV). ჩვენს მიერ თოვლის საფარში რადიაციის ინტეგრალური და სპექტრალური ნაკადების შელნევის თავისებურებების შესწავლის მიზნით ტარდებოდა დაკვირვებები თოვლქვეშა პირანომეტრებით და მინის შუქფილტრებით (115)-ში მოცემული მეთოდის გათვალისწინებით. სეზონური თოვლის საფარის სისქე მერყეობდა 0,5-1,2 მ-ის ფარგლებში. გარდა ამისა, მზის სხივისადმი ნორმალურ სიბრტყეში განლაგებული თოვლის მონოლითებში რადიაციის შელნევის შესწავლის მიზნით დამზადებული იქნა სპეციალური დანადგარი, ე.წ. „თოვლის აქტინომეტრი“ (ნახ. 3.4.2), რომლის კონსტრუქციული თავისებურებების აღწერა, ექსპერიმენტების ჩატარების მეთოდი, შუქფილტრების დახასიათება და დაკვირვებების ნაწილის პირველადი ანალიზი მოცემულია (87,115) –ში. დაკვირვებებში გამოყენებულ მინის შუქფილტრებს გააჩნია საკმაოდ მდგრადი ოპტიკური დახასიათებლები, რომლებიც თითქმის არ იცვლებიან ისეთ ნოტიო არეშიც კი, როგორც არის თოვლის საფარი. რაც შეეხება დღის განმავლობაში მზის რადიაციის სპექტრალური შემადგენლობის ცვლილებებით განპირობებულ შესწორებებს და მათ გავლენას შუქფილტრების გამჭვირვალობის კოეფიციენტებზე, უნდა აღინიშნოს, რომ მათი სიმცირის შედეგად (დაახლოებით 1%) მზის სპექტრის ფართო არეებისათვის ჩვეულებრივად მხედველობაში არ ღებულობენ. მონაცემების შედარების მიზნით დაკვირვებები ტარდებოდა მზის სიმაღლის ფიქსირებული მნიშვნელობების შემთხვევაში მონმენდილი ცისა და მთლიანი მოლრუბლულობის პირო-

ბებში. როგორც დაკვირვებებმა გვიჩვენა, თოვლში მოთავსებული პირანომეტრი აფიქსირებდა მასში შეღწეული რადიაციის არსებობას 30სმ სიღრმემდე. თოვლის ფენაში გასული რადიაციის $I_{\text{გაბ}}$ (ფარდობით ერთეულში) და შეფარდების

$\frac{I_{\text{გაბ}}}{I_{\text{შეღწეული}}}$ (%) (სადაც $I_{\text{შეღწეული}} = Q - Ra$, Q თოვლის ზედაპირზე

დაცემული რადიაცია, Ra - ზედაპირიდან არეკლილი რადიაცია) დამოკიდებულებები პირანომეტრის ზემოთ განლაგებული თოვლის ფენის სისქისაგან Z (სმ) წარმოიდგინებოდა ექსპონენციალური ფუნქციის სახით.

მაგალითად, მონმენდილი ცის შემთხვევაში:

$$I_{\text{გაბ}} = 0.893e^{-0.0818z} \quad (3.57)$$

$$\frac{I_{\text{გაბ}}}{I_{\text{შეღწეული}} = 0.4149e^{-0.0433z} \quad (3.58)$$

როდესაც $Z = 1$ სმ, $I_{\text{გაბ}} = 0.74 \frac{I_{\text{გაბ}}}{I_{\text{შეღწეული}} - 38\%$, ხოლო რო-

დესაც $Z = 30$ სმ, $I_{\text{გაბ}} = 0.003 \cdot \frac{I_{\text{გაბ}}}{I_{\text{შეღწეული}} = 2\%$ -ს. თოვლის საფა-

რისათვის, როგორც ფიზიკური პარამეტრების განსხვავებული მნიშვნელობების მქონე ფენების ერთობლიობისათვის, მზის რადიაციის ინტეგრალური და სპექტრული ნაკადების შესუსტების კოეფიციენტების - K სიდიდეები გამოითვლება თითოეული ფენისათვის შემდეგი ფორმულით:

$$K = \frac{\lg I_{z_1} - \lg I_{z_2}}{Z_1 - Z_2} \quad (3.59)$$

სადაც I_{z_1} და I_{z_2} არის Z_1 და Z_2 სიღრმეებზე შეღწეული რადიაციის სიდიდეები. მონმენდილი ცის შემთხვევაში K ინტეგრალური ნაკადისათვის იცვლება ფართო დიაპაზონში: 0.090სმ^{-1} -დან მშრალი, 0.500სმ^{-1} -მდე სველი თოვლის შემთხვევაში. ჩვენს მიერ მიღებულ K -ს საშუალო სიდიდემ

შეადგინა 0.350სმ^{-1} . K -ს მკვეთრი ზრდა სველი თოვლის შემთხვევაში აიხსნება მზის სპექტრის ინფრანითელი არის ინტენსიური შთანთქმით წყლის მიერ. მშრალი თოვლის შემთხვევაში ჩვენს მიერ მიღებული K -ს სიდიდეები იცვლებოდა $0.074\text{-}0.197\text{სმ}^{-1}$ -ის საზღვრებში, რაც ძალიან ახლოა გ. სულაქველიძის, ნ. კალიტინის და სხვების მიერ მიღებულ სიდიდეებთან ($0.090\text{-}0.160\text{სმ}^{-1}$),

ამრიგად, იმ შემთხვევაში, როდესაც ფერდობზე სეზონური თოვლის საფარის სისქე მეტია 30სმ -ზე, მასში შეღწეული რადიაცია ასუსტებს შემადგენელ ფენებს შორის კონტაქტურ ზონებში თოვლის კრისტალებს შორის შეჭიდულობის ძალებს და თოვლის საფარზე და ფენა ($Z \leq 30$ სმ) გადადის არამდგრად მდგომარეობაში, ხოლო თოვლის საფარის ნაკლები სისქის ($Z < 30$ სმ) შემთხვევაში შეღწეული რადიაცია ატანს ქვეფენილ ზედაპირამდე და თოვლის საფარი მთლიანად მოდის მოძრაობაში. უნდა აღინიშნოს ის გარემოებაც, რომ კავკასიის მთიან რაიონებში გაზაფხულის პერიოდში თოვლის საფარში მიმდინარე ინტენსიური გადაკრისტალების პროცესების შედეგად თოვლი ლებულობს მარცვლოვან გამჭვირვალე სტრუქტურას, რომელიც მასში შეღწეული რადიაციის ნაკადებს ახალ თოვლთან შედარებით ატარებს მეტ სიღრმეზე.

გაზაფხულის პერიოდში თოვლის დნობის და ინსოლაციური ტიპის ზვავების აქტივიზაციის პროცესებზე გარკვეულ გავლენას ახდენს მისი ზედაპირის დაჭუჭყიანების ხარისხი, რომლის ზრდის შედეგად ძლიერდება მზის რადიაციის შთანთქმა, ინტენსიური ხდება თოვლის საფარში მიმდინარე სტრუქტურული ცვლილებების პროცესი და მატულობს ინსოლაციური ტიპის ზვავების ჩამოსვლის ალბათობა. თოვლის ზედაპირის შავი ფერის ფხვნილი რეაგენტებით (კროქსი, შავი სილა) დაჭუჭყიანების ხარისხის მზის რადიაციის შთანთქმის სიდიდეებზე გავლენის დასადგენად თოვლის აქტინომეტრით ჩატარებული ცდების შედეგად აღმოჩნდა, რომ რეაგენტის (კროქსი) $0,01\text{გ/სმ}^2$ ზედაპირული სიმკვრივის შემთხვევაში თოვლის ალბედო მცირდებოდა საშუალოდ 10-ჯერ , ხოლო $0,02\text{გ/სმ}^2$ სიმკვრივის შემთხვევაში კი 30-ჯერ (ალბედო მერყეობდა 2% -ის ფარგლებში). ზედაპირ

რული სიმკვრივის შემდგომი ზრდა ფაქტიურად უკვე აღარ მოქმედებს ალბედოს სიდიდეებზე და მთელი რადიაცია შთანთქმება რა რეაგენტის მიერ, იგი ახდენს თოვლის საფარის ეკრანირებას რადიაციული დნობის პროცესებისაგან (87) და ამცირებს მასში მიმდინარე სუბლიმაციური დიაფტორების ინტენსივობას.

3.5 ეფექტური გამოსხივება და რადიაციული ბალანსი

ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული ბალანსის - B განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$B = Q(1 - A) + \sigma E_s - E_g = Q(1 - A) - E_0 \quad (3.60)$$

სადაც Q არის ჯამური რადიაცია, A - ალბედო, σE_s - ატმოსფეროს გამოსხივება, E_g - ქვეფენილი ზედაპირის საკუთარი გამოსხივება $E_g = \sigma E_s - E_g$ წარმოადგენს ეფექტურ გამოსხივებას, რადგანაც $E_g > \sigma E_s$ - ზე ეფექტურ გამოსხივებას აქვს უარყოფითი ნიშანი. B დამოკიდებულია იმ ფაქტორებზე, რომლებიც გავლენას ახდენენ მისი კომპონენტების სიდიდეების ფორმირებაზე: ეფექტური გამოსხივება E_0 დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურაზე და ტენიანობაზე, ღრუბლიანობის რეჟიმზე, ატმოსფეროს სტრატოფიკაციაზე, ჰაერის და ქვეფენილი ზედაპირის ტემპერატურების სხვაობაზე (18, 24, 49, 14). მისი სიდიდე განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$E_0 = Q(1 - A) - B = Q_g - B \quad (3.61)$$

სადაც Q_g არის ქვეფენილი ზედაპირის მიერ შთანთქმული რადიაცია. ეფექტური გამოსხივება განისაზღვრება აქტინომეტრიული დაკვირვებების მონაცემებით, თეორიული და ემპირიული სახის ფორმულებით, რადიაციული დიაგრამებით. თავის დროზე ფართო გამოყენება ჰპოვა ეფექტური გამოსხივების გამოსათვლელად ანგსტრემის ცნობილმა

ფორმულებმა მოწმენდილი ცისა (3.62) და ღრუბლიანობის საშუალო პირობებისათვის (3.63).

$$E_0 = \sigma T^4 (A + B1\bar{\theta}^{\gamma e}) \quad (3.62)$$

$$E_n = \sigma T^4 (A + B1\bar{\theta}^{\gamma e})(1 - 0.76n) \quad (3.63)$$

სადაც A, B, γ არის პარამეტრები, T, e - ჰაერის ტემპერატურა და აბსოლუტური ტენიანობა 1,5-2,0 სიმალღეებზე. n საერთო ღრუბლიანობა. ეს ფორმულები იძლევა დამაკმაყოფილებელ შედეგებს იმ შემთხვევაში, როდესაც ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი შეადგენს $0.6^{\circ}/100\text{მ}$ სიმალღეზე. ატმოსფეროს თერმული განშრეგების შემთხვევაში (3.62)-ით ეფექტური გამოსხივების სიდიდის გამოთვლა ხდება მიზანშეუნონელი (51). $E_n = f(n)$ დამოკიდებულების ანალოგიური სახეები მიღებული იქნა აგრეთვე ასკლოფის, ლაუშერის და σ ევფიმოვის მიერ. ბოლცმა და ფრიცმა n -ის ხარისხის მაჩვენებლად მიიღეს 2,5, ხოლო ჩუმაკოვამ იგი წარმოადგინა მეორე ხარისხის მრავალწევრის სახით (49,51).

მოწმენდილი ცის შემთხვევაში E -ს გამოსათვლელად ბრენტის მიერ შემოთავაზებული იქნა შემდეგი ფორმულა:

$$E_0 = \sigma T^4 (A - b\sqrt{e}) \quad (3.64)$$

სადაც a და b ემპირიული პარამეტრებია, σ სტეფან-ბოლცმანის მუდმივა ($\sigma = 8.26 \cdot 10^{11}$ კალ/სმ²წთ გრად⁴). დანარჩენი აღნიშვნები იგივეა, რაც ონგსტრემის ფორმულებში. ბრენტის და სხვა ავტორების ემპირიული ფორმულებით სარგებლობისას განსხვავებულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში აუცილებელია მათში შემავალი ემპირიული კოეფიციენტების სიდიდეების დასაბუთება, რაც ზღუდავს მათი გამოყენების შესაძლებლობას (145). ეფექტური გამოსხივების გამოთვლის თეორიულად დასაბუთებული მეთოდიკა მთიანი რაიონებისათვის დამუშავდა კ. თავართქილაძის მიერ. გრძელტალღიანი გამოსხივების გადატანის მიახლოებითი განტოლებები ამოხსნილი იქნა მთიან პირობებში ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის მიწისპირა სიდიდეებსა და მათ ვერტიკალურ განაწილებას შორის წინასწარ დადგენილი ემპირიული დამოკიდებულებების გამოყენებით. მიღებული

შედეგები წარმოდგენილია ცხრილების სახით, რომლებითაც განისაზღვრება ეფექტური გამოსხივება ტემპერატურის, აბსოლუტური ტენიანობის სიდიდეებზე და ადგილის სიმაღლეზე დამოკიდებულებით (146, 147).

თეორიულ შრომებში ეფექტური გამოსხივების კომპონენტების განსაზღვრა ემყარება გრძელტალღიანი რადიაციის გადატანის განტოლებების ამოხსნას ჰაერის ტემპერატურისა და შთანთქმელი გარემოს სიმკვრივის ვერტიკალური განაწილების ცნობილი კანონზომიერებების გამოყენებით. ემპირიული ფორმულებისაგან განსხვავებით თეორიული ფორმულები, შეიძლება გამოყენებული იქნენ ნებისმიერ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში, მაგრამ გამოთვლების სირთულე და შრომატევადობა, აგრეთვე ატმოსფეროს სპეციალური აეროლოგიური (რადიოზონდირება) გამოკვლევა მნიშვნელოვნად აფერხებს მათ ფართო გამოყენებას კლიმატოლოგიაში. ყოველივე ამის გათვალისწინებით რიგი ავტორების მიერ შემოთავაზებულ იქნა გრაფიკული მეთოდები (რადიაციული დიაგრამები), რომლებიც გამოსადეგია ატმოსფეროს ნებისმიერი სტრატოფიკაციის შემთხვევაში. მაგრამ, რადგანაც ატმოსფეროს სტრატოფიკაცია მისი ზონდირების გარეშე ჩვეულებრივ უცნობია, ამის შედეგად რადიაციული დიაგრამები სგამოყენებაც ძალზე შეზღუდულია (49).

თ. ბერლიანდისა და მ. ბერლიანდის მიერ შემოთავაზებულია ეფექტური გამოსხივების გამოსათვლელად შემდეგი სახის ფორმულები (18):

მონმენდილი ცის შემთხვევაში

$$E_0 = \delta \sigma T^4 (0.39 - 0.058\sqrt{e}) \quad (3.65)$$

მოდრუბლულობის საშუალო პირობებში

$$E_{\varphi} = E_0(1 - Cn^2) + 4\delta\sigma Q^3(Q_w - Q) \quad (3.66)$$

სადაც C არის კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს ღრუბლიანობის გავლენას ეფექტური გამოსხივების სიდიდეზე. Q და Q_w ჰაერისა და ქვეფენილი ზედაპირის ტემპერატურა შესაბამისად. C დამოკიდებულია ღრუბლების ფიზიკურ თვისებებზე და ადგილის განედზე - φ . φ -ის შემცირებისას 75° -დან 0° -მდე C კლებულობს 0,82-დან 0,50-მდე. ამ

ფორმულებმა ფართო გამოყენება ჰპოვეს ეფექტური გამოსხივების გამოთვლებში, რაც განაპირობა გამოთვლილი და დაკვირვებებით მიღებულ სიდიდეებს შორის უმნიშვნელო განსხვავებამ (18). ისინი შედიან სითბური ბალანსის მდგენელების კლიმატოლოგიური გამოთვლების იმ აღიარებულ მეთოდულ კადასტრში, რომელიც დამუშავდა მ. ბუდიკოს ხელმძღვანელობით (24). აღსანიშნავია, რომ ზოგიერთ შრომაში, მაგალითად (67), ეფექტური გამოსხივების სიდიდეები გამოთვლილია (3.62) ფორმულის გამოყენებით.

კავკასიის დაბლობი რაიონებისათვის ეფექტური გამოსხივების თვიური ჯამები მონმენდილი ცის შემთხვევაში გამოთვლილი იქნა (3.64) ფორმულით. წლიური ჯამების $\sum_{\rho} E_{\theta}$ სიდიდე დაბლობ ტერ იტორიაზე მერყეობს 2390,0-2800,0 მჯ/მ²-ის საზღვრებში.

მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში $\sum_{\sigma} E_{\rho}$ -ს მინიმუმი (40.0-50.0 მჯ/მ²) აღინიშნება დეკემბერში მაღალი ღრუბლიანობის რაიონებში (სტავროპოლის მაღლობის აღმოსავლეთი ფერდობი, ჩრდილოეთ კავკასიის აღმოსავლეთი წინამთის რაიონები, კასპიისპირა დაბლობი). ნელინადის ცივი პერიოდში ყუბან-აზოვისპირა დაბლობი და ჩრდილოეთი კავკასიის დასავლეთი წინამთის რაიონები ხასიათდებიან დიდი მონმენდილობით, რაც განაპირობებს თვიური ჯამების ზრდას 60,0-95,0მჯ/მ²-ის საზღვრებში. შავი ზღვის სანაპიროზე და კოლხეთის დაბლობზე ღრუბლიანობის შემცირებისა და ქვეფენილი ზედაპირის ტემპერატურის ზრდის შედეგად დეკემბერ-იანვარში $\sum_{\sigma} E_{\rho}$ აღწევს - 100,0 მჯ/მ²-ს, ეფექტური გამოსხივების შემდგომი ზრდა აღინიშნება ამიერკავკასიის არიდულ, ნახევარუდაბნო რაიონებში (მტკვარ-არაქსის დაბლობი, ნახჭევანის ქვაბული): თებერვალში $\sum_{\sigma} E_{\rho}$ აქ მერყეობს 120,0-130,0 მჯ/მ²-ის ფარგლებში. $\sum_{\sigma} E_{\rho}$ -ის სიდიდეები ივნისში მერყეობენ 110,0-120,0მჯ/მ²-დან (კოლხეთის დაბლობი) 300,00მჯ/მ²-მდე (ნახჭევანის ქვაბული), $\sum_{\sigma} E_{\rho}$ -ის აბსოლუტური მაქსიმუმი (400,0მჯ/მ²) აღინიშნება ივლისში ნახჭევანის ქვაბულში. მთიან რაიონებ-

ში ღრუბლიანობის და სეზონური თოვლის საფარის რეჟიმზე დამოკიდებულებით $\sum_{\sigma} E_{\rho}$ -ის მაქსიმუმს ადგილი აქვს მაის-აგვისტოში. $\sum_{\sigma} E_{\rho}$ -ის მინიმუმი დაბლობი რაიონების ანალოგიურად აღინიშნება დეკემბერ-იანვარში. მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში $\sum_{\sigma} E_{\rho}$ -ის სიდიდე კავკასიის დაბლობ რაიონებში მერყეობს 1260,0-2500,0 მჯ/მ²-ის ფარგლებში მაქსიმუმით ჩრდილოეთ კავკასიის მინერალური წყლების რაიონში და ყაბარდოს ვაკეზე. მთიან რაიონებში ადგილის სიმაღლის ზრდისას $\sum_{\sigma} E_{\rho}$ -ის სიდიდეები საშუალოდ იზრდება. დამოკიდებულება $\sum_{\rho} E_{\rho} = f(H)$, სადაც ჯამები მოცემულია მჯ/მ²-ში, H კი კმ-ში, წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლას სახით:

$$\sum_{\rho} E_{\rho} = 1592.2 + 211.5H - 25.1H^2 \quad (3.67)$$

დამოკიდებულებები $\sum_{\rho} E_{\rho} = f(H)$ ნელინადის ცივი პერიოდისათვის და ზამთრისათვის აპროექსიმირდება მეორე რიგის პარაბოლას, ხოლო თბილი პერიოდისათვის წრფივი ფუნქციის სახით:

თბილი პერიოდი:

$$\sum_{\rho} E_{\rho} = 963.7 + 20.95H \quad (3.68)$$

ცივი პერიოდი:

$$\sum_{\rho} E_{\rho} = 560.1 + 202.0H - 28.5H^2 \quad (3.69)$$

ზამთარი:

$$\sum E_{\rho} = 210.0 + 62.5H^2 \quad (3.70)$$

ზაფხული

$$\sum E_{\rho} = 502.8 + 10.48H \quad (3.71)$$

(3.67-3.71) გამოსახულებებით გამოთვლილ და დაკვირვებებით მიღებულ ჯამებს შორის განსხვავება უმნიშვნელოა. მაგალითად, (3.69)-სათვის $\sigma = 81.8$ (3.70)-სათვის კი $\sigma = 39.4$ მჯ/მ²-ს, მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში,

მონმენდილ ცასთან შედარებით, ეფექტური გამოსხივების ნლიური ჯამები საშუალოდ კლებულობენ სალსკის ტრამალზე, ყუბან-აზოვისპირა დაბლობზე 1000,0მჯ/მ²-ით, მინერალური ნყლები რაიონებში, აღმოსავლეთ ნინაკავკასიის და დასავლეთ საქართველოს ნინამთაში 1150,0 მჯ/მ²-ით, ამიერკავკასიის ნახევარუდაბნო არიდულ დაბლობ რაიონებში 700,0-800,0 მჯ/მ²-ით. ამიერკავკასიის დეპრესიულ ზონაში აღმოსავლეთის მიმართულებით ღრუბლიანობის რაოდენობის შემცირების შედეგად ამ ჯამებს შორის სხვაობის სიდიდე საშუალოდ კლებულობს. ანალოგიურ მოვლენას ადგილი აქვს მთიან რაიონებშიც, სადაც აბსოლუტური სიმაღლის ზრდით განპირობებული ატმოსფეროს სისქის, მისი ტენშემცველობის და ქვედა იარუსის ღრუბლების ოპტიკური სიმკვრივის კლება ინვევს ატმოსფეროს გამოსხივების შემცირებას და ეფექტური გამოსხივების მატებას.

საქართველოს ტერიტორიის 9 პუნქტისათვის $\sum_{\sigma} E_{\sigma}$ და $\sum_{\rho} E_{\rho}$ -ის სიდიდეები (160)-ში გამოთვლილი იქნა (3.65-3.65) ფორმულების დახმარებით, რომლებიც ჩვენს მიერ გამოყენებული იქნა $\sum_{\rho} E_{\rho} = f(H)$ დამოკიდებულებების აგების და მისი აპროქსიმაციის მიზნით, რის შედეგად მიღებული იქნა შემდეგი გამოსახულებები:

ნელინადი

$$\sum_{\rho} E_{\rho} = 1505.4 + 337.36H - 43.47H^2 \quad (3.71)$$

ზამთარი

$$\sum_{\rho} E_{\rho} = 293.3 + 41.9H \quad (3.72)$$

თანახმად (3.71)-ისა 0-4 კმ სიმაღლეების დიაპაზონში $\sum_{\rho} E_{\rho}$ მატულობს 1500,0 მჯ/მ²-დან 2153,7 მჯ/მ²-მდე, ხოლო ჩვენს მიერ გამოყენებული, შედარებით გრძელპერიოდიანი დაკვირვებების რიგების და გამოთვლების მონაცემებით 1466,5 მჯ/მ²-დან 2011,2 მჯ/მ²-მდე. (160)-ის თანახმად

$\sum_{\rho} E_{\rho}$ -ის სიდიდეები დასავლეთ საქართველოს დაბლობ რაიონებში 420,0-460,0 მჯ/მ²-ით ნაკლებია აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობ რაიონებთან შედარებით. ჩვენი მონა-

ცემებით კი მათ შორის განსხვავება მერყეობს 150,0-340,0 მჯ/მ²-ის საზღვრებში. მტკვარ-არაქსის დაბლობზე, ნახჭევანის ქვაბულში და არარატის ვაკეზე აღინიშნება $\sum_{\rho} E_{\rho}$ -ის სიდიდეების შემდგომი ზრდის ტენდენცია. (164)-ში ანალოგიური გზით გამოთვლილი იქნა ეფექტური გამოსხივების ჯამების აზერბაიჯანის ტერიტორიისათვის, დაღესტანსა და საქართველოს რამდენიმე პუნქტისათვის. $\sum_{\rho} E_{\rho} = f(H)$ დამოკიდებულებები შეიძლება აპროქსიმირებული იქნენ წრფივი ფუნქციის სახით:

ნელინადი:

$$\sum_{\rho} E_{\rho} = 2241.65 - 62.85H \quad (3.73)$$

თბილი პერიოდი

$$\sum E_{\rho} = 1340.8 - 54.47H \quad (3.74)$$

ზაფხული

$$\sum E_{\rho} = 712.3 - 29.33H \quad (3.75)$$

ზამთარი

$$\sum E_{\rho} = 419.0 - 20.95H \quad (3.76)$$

სომხეთის ტერიტორიისათვის დამოკიდებულება $\sum_{\rho} E_{\rho} = f(H)$ ასევე წარმოდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

$$\text{ნელინადი } \sum_{\rho} E_{\rho} = 2175.0 - 125.0H \quad (3.77)$$

როგორც ამ გამოსახულებების (3.71-3.77) შედარება გვიჩვენებს ამიერკავკასიის დასავლეთი (საქართველო) და აღმოსავლეთი (სომხეთი, აზერბაიჯანი) ნაწილებისათვის $\sum_{\rho} E_{\rho} = f(H)$ დამოკიდებულებებში ეფექტური გამოსხივების მაღლივი ცვლილებების ტენდენციებს აქვს ურთიერთსაწინააღმდეგო ხასიათი. აბსოლუტური სიმაღლის მატებისას 0-4კმ-ის საზღვრებში $\sum_{\rho} E_{\rho}$ საქართველოს ტერიტორიაზე მატულობს 1470,0მჯ/მ²-დან 2010,0 მჯ/მ²-მდე, აზერბაიჯანში და სომხეთში კი კლებულობს შესაბამისად 2250,0-2050,0 და -2180,0-1680,0მჯ/მ²-ის საზღვრებში. ეს მოვლენა

აიხსნება იმით, რომ ამიერკავკასიის მთათაშორის დეპრესიულ ზონაში შავიზღვისპირეთის ნოტიო სუბტროპიკებიდან აზერბაიჯანის და სომხეთის ნახევარუდაბნო, არიდული დაბლობების მიმართულებით, ქვეფენილი ზედაპირის ტემპერატურის მატების, ატმოსფეროს საერთო ტენშემცველობის და ღრუბლიანობის შემცირების შედეგად $\sum_{\rho} E_{\rho}$ იზრდება 950,0 მჯ/მ²-ით, ხოლო ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას 0-4 კმ-ის საზღვრებში საქართველოში $\sum_{\rho} E_{\rho}$ მატულობს 540,0მჯ/მ²-ით, აზერბაიჯანისა და სომხეთის ტერიტორიაზე კი მცირდება შესაბამისად 200,0 და 500,0 მჯ/მ²-ით. ე.ი. ამიერკავკასიის დასავლეთ ნაწილში პრევალირებს $\sum_{\rho} E_{\rho}$ -ის სიდიდეების მაღლივ-მატებადი, აღმოსავლეთ ნაწილში კი მაღლივ-კლებადი ტენდენცია. ჩრდილოეთ კავკასიის დაბლობ რაიონებში დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით $\sum_{\rho} E_{\rho}$ იზრდება ასევე საშუალოდ 350,0-400,0 მჯ/მ²-ით.

რადიაციული ბალანსი –B, როგორც ქვეფენილი ზედაპირის სითბური ბალანსის ძირითადი მდგენელი, ითვლება ერთ-ერთ ძირითად კლიმატწარმომქმნელ ფაქტორად. B-ს სიდიდეები განისაზღვრება ექსპერიმენტული გზით, ხოლო იმ რაიონებისათვის, სადაც ბალანსური დაკვირვებები არ სწარმოებს-სითბური ბალანსის მდგენელების კლიმატოლოგიური გამოთვლების მეთოდიკით (24). რომელიც ითვლება კლიმატის კვლევის ფუნდამენტალურ მეთოდოლოგიურ საფუძვლად (12, 94, 105, 124, 218, 159, 160, 23).

მონმენდილი ცის შემთხვევაში B₀-ის საშუალო მრავალწლიური მაქსიმუმი აღინიშნება შუადღის საათებში (12სთ 30წთ) ივნის-ივლისში, მინიმუმი – დეკემბერში. დაბლობ რაიონებში B₀ მერყეობს 0,45კვტ/მ²-დან (სალსკის ტრამალი) 0,25კვტ/მ²-მდე (ალაზნის ველი) დეკემბერში B₀-ის სიდიდის ზრდა ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით განპირობებულია მზის სიმაღლის მატებით და სეზონური თოვლის საფარის არსებობის ხანგრძლივობის შემცირებით. მთიან რაიონებში სიმაღლის ზრდისას B₀-ის სიდიდე მკვეთრად ეცემა. მზის მუდმივი სიმაღლის შემთხვევაში ფიქსირებულ აბსოლუტურ სიმაღლეებზე B₀-ის სიდიდე ძირითადად განი-

საზღვრება ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებებით (ალბედო). დამოკიდებულება $B_0 = f(h_0)$ წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლას სახით (94, 105). B_0 -ის დღე-ღამური სვლის მრუდების სახეს განსაზღვრავს მისი კომპონენტების შთანთქმული რადიაციის და ეფექტური გამოსხივების ცვალებადობის თავისებურებები. მრავალწლიური მონაცემებით B_0 -ის დღეღამური ამპლიტუდა დაბლობ ტერიტორიაზე მერიდიონალური მიმართულებით იცვლება დეკემბერში 0,14-0,32, ივნისში 0,65-0,70 კვტ/მ²-ის საზღვრებში.

მონმენდილი ცის შემთხვევაში თვიური ჯამების $\sum_{\sigma} B_0$ სიდიდე მაქსიმალურია ივნისში (აღწევს 630,0 მჯ/მ²-ს), მინიმალურია დეკემბერში (ეცემა 63,0 მჯ/მ²-მდე). ჩრდილოეთ კავკასიის დაბლობ რაიონებში (შავი ზღვის სანაპირო ზოლის გამოკლებით) $\sum_{\sigma} B_0$ -ის სიდიდეები დეკემბერ-იანვარში უარყოფითია, ხოლო ამიერკავკასიის დაბლობ რაიონებში დადებითია. ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით დაბლობ რაიონებში წლიური ჯამების $\sum_{\sigma} B_0$ სიდიდე საშუალოდ მატულობს 2500,0 მჯ/მ²-დან 3780,0 მჯ/მ²-მდე. საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროზე $\sum_{\varphi} B_0$ იცვლება 2100,0-2400,0 მჯ/მ²-ის საზღვრებში. დამოკიდებულება $\sum_{\varphi} B_0 = f(\varphi)$, სადაც φ ადგილის განედია, წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

$$\sum_{\varphi} B_0 = 7123.0 - 93.8\varphi \quad (3.78)$$

განედის ცვლილებებისას 40-50⁰-ის ფარგლებში $\sum_{\varphi} B_0$ მცირდება 840,0 მჯ/მ²-ით. ანალოგიურ ტენდენციას ადგილი აქვს $\sum_{\varphi} B_0$ -ის შემთხვევებშიც. მთიან რაიონებში ადგილის სიმაღლის ზრდისას $\sum_{\varphi} B_0$ და $\sum_{\sigma} B_0$ -ის სიდიდეები მცირდება. მაგალითად, ჩვენი დაკვირვებების მონაცემებით ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე H-ის ზრდისას 0-4კმ ფარგლებში $\sum_{\sigma} B_0$ მცირდება 3520,0 მჯ/მ²-დან

1260.0მჯ/მ²-მდე. კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის დაკვირვებების მონაცემებით აგებული $\sum_{\rho} B_{\rho} = f(H)$ მრუდი შედგება ორი შტოსაგან აღმავალი (ზღვის დონიდან 2 კმ სიმაღლემდე) რომელზეც $\sum_{\rho} B_{\rho}$ საშუალოდ მატულობს 3350,0მჯ/მ²-დან 3780.0მჯ/მ²-მდე, და დაღმავალი შტოსაგან (2-4 კმ) სადაც $\sum_{\rho} B_{\rho}$ მცირდება 3780.0 მჯ/მ²-დან 840,0 მჯ/მ²-მდე. $\sum_{\rho} B_{\rho} = f(H)$ -ის სახე მთიანი რაიონებისათვის არის მოკლეტალღიანი რადიაციის და სეზონური თოვლის საფარის არსებობის ხანგრძლივობის ადგილის სიმაღლეზე დამოკიდებულების ფუნქცია: 2კმ სიმაღლემდე მოკლეტალღიანი რადიაციის ზრდა მეტია შთანთქმული რადიაციის შემცირებაზე, რის შედეგადაც $\sum_{\rho} B_{\rho}$ იზრდება, 2 კმ-ზე ზევით სეზონური თოვლის საფარის ხანგრძლივობის და არეკლილი რადიაციის მნიშვნელოვანი ზრდის შედეგად (მიუხედავად მოკლეტალღიანი რადიაციის შემდგომი ზრდისა), შთანთქმული რადიაცია მკვეთრად ეცემა, რაც იწვევს $\sum_{\rho} B_{\rho}$ -ის შემცირებას. 2 კმ სიმაღლეზე $\sum_{\rho} B_{\rho}$ -ის გრადიენტი იცვლის ნიშანს დადებითიდან უარყოფითზე. რელიეფის უარყოფითი ფორმების შემთხვევაში (ღრმა ხეობები, ჩაკეტილი ქვაბულები) $\sum_{\rho} B_{\rho}$ -ის სიდიდეები 0-2 კმ სიმაღლეთა ზონაში შეიძლება გახდეს ნაკლები 2- კმ ზონაში არსებულ მის სიდიდეებთან შედარებით. მაგალითად, ჩვენი დაკვირვებებით იალბუზის რაიონის მაღალმთიან აზაუს ხეობაში (2,2კმ) $\sum_{\rho} B_{\rho}$ შეადგენს 2133,6მჯ/მ²-ს, ხოლო იალბუზის სამხრეთ ღია ფერდობზე (3,1კმ) -2770,0 მჯ/მ²-ს.

კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის დამოკიდებულებას

$$\frac{\sum_{\rho} B_{\rho}}{\sum_{\rho} Q_{\rho}} = f(H) \text{ აქვს კვადრატული ფუნქციის სახე:}$$

$$\frac{\sum_{\rho} B_{\rho}}{\sum_{\rho} Q_{\rho}} = 0.48 - 0.02H^2 \quad (3.79)$$

ამ გამოსახულებით შეიძლება განისაზღვროს რადიაციული ბალანსის წლიური ჯამების სიდიდე ჯამური რადიაციის წლიური ჯამებით ადგილის სიმაღლეზე დამოკიდებულებით ბალანსური დაკვირვებების გარეშე.

როგორც მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში, ასევე ცალკე იარუსების შემთხვევაშიც, დამოკიდებულება $B = f(h_0)$ წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლას სახით, რაც მიუთითებს B -ს დღიური სვლის ფორმირებაზე მზის სიმაღლის პრევალირებულ გავლენაზე.

ჩვენი დაკვირვებების მონაცემების თანახმად (94,105) ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე H -ის ზრდისას 0-3,1კმ-ის ფარგლებში ათბალიანი მოღრუბლულობის დროს $\sum_{\rho} B_{\rho}$ იზრდება 325,0მჯ/მ²-ით ქვედა იარუსის, მცირდება შესაბამისად 310,0 და 139,0 მჯ/მ²-ით ზედა და საშუალო იარუსების შემთხვევაში. ქვედა იარუსის მოღრუბლულობისას $\sum_{\rho} B_{\rho}$ -ს მაღლივი სვლის ტენდენციაზე გადამწყვეტ გავლენას ახდენს სიმაღლის სინქრონულად ღრუბლების ოპტიკური სიმკვრივის შემცირება, ხოლო საშუალო, მაღალი იარუსების შემთხვევაში – ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებები. მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში კავკასიის დაბლობ რაიონებში B_{ρ} -ს შუადღის მაქსიმუმი (12სთ 30წთ) ივნის-ივლისში მერყეობს 0,45 (სალსკის ტრამალი) – 0,56კვტ/მ²-ის (არარატის ვაკე) საზღვრებში, მინიმუმი დეკემბერში 0,06 (ყუბანისპირა დაბლობი) – 0,15კვტ/მ²-ის (ქართლის ვაკე) საზღვრებში. მთიან რაიონებში ივლის-აგვისტოში ბალანსის ჯამები სეზონური თოვლის ხაზამდე მატულობენ, ხოლო ცივ პერიოდში (თოვლის საფარის შემთხვევაში) კლებულობენ. $\sum_{\rho} B_{\rho}$ -ს სიდიდე დაბლობ რაიონებში მერყეობს 2000,0მჯ/მ²-დან (სალსკის ტრამალი) 2650,0მჯ/მ² (ალაზნის ველი). მთიანი რაიონებისათვის დამოკიდებულება $\sum_{\rho} B_{\rho} = f(H)$ ანალიზურად წარმოიდგინება შემდეგი სახით:

$$\sum_{\rho} B_{\rho} = 2183.1 + 418.77H - 228.3H^2 \quad (3.80)$$

როგორც გამოთვლები გვიჩვენებენ, კავკასიის მთიან რაიონებში 0-4კმ სიმაღლეთა დიაპაზონში რადიაციული ბალანსის ჯამები საშუალო მცირდება ნელინადის განმავლობაში 2183.1 მჯ/მ²-დან 145.4მჯ/მ²-მდე, თბილ პერიოდში 1800.0მჯ/მ²-დან 920,0მჯ/მ²-მდე, ცივ პერიოდში 300.0მჯ/მ²-დან 150,0მჯ/მ²-მდე, ზაფხულში 1000,0მჯ/მ²-დან 750.0მჯ/მ²-მდე, ზამთარში 80,0მჯ/მ²-დან 50,0მჯ/მ²-მდე.

აღსანიშნავია, რომ (160) და (164)-ში მოყვანილი $\sum_{\rho} B_{\rho}$ -ს სიდიდეები ნაკლებია, ჩვენს მიერ გამოთვლილ სიდიდეებზე: განსხვავება მერყეობს პირველ შემთხვევაში 0-20%-ის, მეორე შემთხვევაში 100,0-450,0 მჯ/მ²-ის საზღვრებში აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით.

დამოკიდებულებები $\sum_{\rho} B_{\rho} = f(H)$ მთიანი რაიონებისათვის ანალიზურად წარმოიდგინებინ ასევე მეორე რიგის პარაბოლას სახით:

კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობი

$$\sum_{\rho} B_{\rho} = 1725.3 + 927.92H - 327.3H^2 \quad (3.81)$$

დასავლეთი და ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი

$$\sum_{\rho} B_{\rho} = 2199.26 + 424.41H - 218.19H^2 \quad (3.82)$$

აღმოსავლეთი კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი

$$\sum_{\rho} B_{\rho} = 2366.9 - 82.76H - 84.06H^2 \quad (3.83)$$

მცირე კავკასიონი

$$\sum_{\rho} B_{\rho} = 2346.89H + 493.46H - 238.59H^2 \quad (3.84)$$

მოლრუბლულობის საშუალო პირობებში დამოკიდებუ-

ლება $\frac{\sum_{\rho} B_{\rho}}{\sum_{\rho} Q_{\rho}} = f(H)$ კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის

წარმოიდგინება კვადრატული ფუნქციის სახით:

$$\frac{\sum_{\rho} B_{\rho}}{\sum_{\rho} Q_{\rho}} = 45.5 - 2.31H^2 \quad (3.85)$$

დაბლობ რაიონებში საშუალოდ $\sum_{\rho} B_{\rho}$ შეადგენს $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -ს 42-50%-ს. ნახევარარიდულ რაიონებში ეფექტური

გამოსხივების ზრდის შედეგად აღინიშნება $\frac{\sum_{\rho} B_{\rho}}{\sum_{\rho} Q_{\rho}}$ -ს დაბა-

ლი მნიშვნელობები კოლხეთის დაბლობთან და შავი ზღვის სანაპიროსთან შედარებით, რაც განპირობებულია ამ რაიონებში ნიადაგის დატენიანების მატების, აორთქლებაზე დახარჯული სითბოს ზრდის და ქვეფენილი ზედაპირის ტემპერატურის შემცირების შედეგად (ნახჭევანის ქვაბულში ამ შეფარდების სიდიდე მცირდება 28-29%-მდე).

კავკასიის ტერიტორიისათვის ბალანსური დაკვირვებების ინფორმაციის დეფიციტის შევსების მიზნით გამოყენებულ მეთოდებს შორის ერთ-ერთი ემყარება რადიაციულ ბალანსსა, ეფექტურ გამოსხივებასა და ქვეფენილი ზედაპირის მიერ შთანთქმულ რადიაციას შორის ფუნქციონალური კავშირების დადგენას. ეს კავშირები გამოიყენება აგრეთვე მოკლექპერიოდიანი სადგურებისათვის დაკვირვებების რიგების გასაგრძელებლად (14). მოღრუბლულობის საშუალო პირობებისათვის დამოკიდებულებები $\sum_{\sigma} E_{\rho} = f(\sum_{\rho} Q_{\rho})$

ანალიზურად წარმოიდგინებინ მეორე რიგის პარაბოლას, ხოლო $\sum_{\sigma} B_{\rho} = f(\sum_{\rho} Q_{\rho})$ წრფივი ფუნქციის სახით (126):

$$\sum_{\rho} B_{\rho} = 1.01 \sum_{\rho} Q_{\rho} - 162.8 \quad (3.86)$$

დამოკიდებულებაში

$$\sum_{\sigma} E_{\rho} = a + b \sum_{\sigma} Q_{\rho} - C (\sum_{\sigma} Q_{\rho})^2 \quad (3.87)$$

შემავალი კოეფიციენტების სიდიდეები მოცემულია ცხრილში 3.5.1.

აღსანიშნავია, რომ კავკასიისათვის დამოკიდებულებას

$\sum_{\sigma} E_{\rho} = f(\sum_{\sigma} Q_{\rho})$ აქვს წრფივი ფუნქციის სახე:

$\sum_{\sigma} E_{\rho} = a \sum_{\sigma} Q_{\rho} + b$. მაგალითად, ტერსკოლის პიკისათვის

$a = 1.57$, $b = 156.08$. მ/მ ბერმამიტისათვის $a = 2.10$, $b = 155.02$.

დაკვირვებებით მიღებულ და შესაბამისი ფორმულებით გა-

მოთვლილ $\sum_{\sigma} E_{\sigma}$ -ს სიდიდეებს შორის საშუალო კვადრატული გადახრა σ მერყეობს $\pm 2,51 \text{ მჯ/მ}^2$ -დან $\pm 5.57 \text{ მჯ/მ}^2$ -მდე. ხაზი უნდა გაესვას იმ გარემოებას, რომ (3.86)-ის დახმარებით გამოთვლილი $\sum_{\sigma} E_{\sigma}$ -ს სიდიდეები საგრძნობლად განსხვავდებიან (17)-ში მოცემული შესაბამისი განედების მნიშვნელობებისაგან, რაც მიუთითებს იმ გარემოებაზე, რომ $\sum_{\sigma} E_{\sigma}$ არ შეიძლება ცალსახად წარმოდგენილი იყოს მხოლოდ განედის ფუნქციის სახით (როგორც ეს ნაჩვენებია (14)-ში), რადგანაც კავკასიის პირობებში ადგილი აქვს ფიქსირებულ განედზე მაღლივი და ჰორიზონტალური ლანდშაფტური ზონების მრავალსახეობას, რაც გარკვეულ გავლენას ახდენს, როგორც შთანთქმული რადიაციის, ასევე ეფექტური გამოსხივების სიდიდეებზე.

ცხრილი 3.5.1

(3.87) შემავალი კოეფიციენტების სიდიდეები

№	რაიონი	კოეფიციენტი		
		a	b	c
1.	ნოღაეთის შავი მიწების რაიონი	31.8	19.4	-0.70
2.	კრასნოდარის მხარე, შავი ზღვის სანაპირო	33.6	20.8	-0.46
3.	ჩრდილოეთ კავკასიის მინერალური წყლები	26.0	15.1	-0.46
4.	სალსკის ტრამალი	28.9	24.1	-0.88
5.	საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო	36.6	16.8	-0.76
6.	კოლხეთის დაბლობი	24.3	18.7	-0.80
7.	ქართლის ვაკე	23.3	26.2	-1.18
8.	ალაზნის ველი	32.3	20.6	-0.84
9.	არარატის ვაკე	31.8	25.7	-0.94
10.	მტკვარ-არაქსის დაბლობი	25.2	23.5	-0.84
11.	ნახჭევანის ქვაბული	47.0	24.1	-0.46
12.	სევანის ტბის აუზი	41.9	25.6	-1.09
13.	სამხრეთ საქართველოს მთიანეთი	55.8	15.5	-0.71
14.	სომხეთის მთიანეთი	51.8	17.9	-0.50

ცხრილი 3.5.2

$\sum_{\sigma} B_{\sigma} = f(\sum_{\sigma} Q_{\sigma})$ დამოკიდებულებების ანალიზური სახე-
ები

№	რაიონი	ფორმულა
1.	სალსკის ტრამალი	$\sum_{\sigma} B_{\sigma} = -0.526 + 0.0013(\sum_{\sigma} Q_{\sigma})^2$
2.	კასპიისპირა დაბლო- ბი	$\sum_{\sigma} B_{\sigma} = 16.62 + 0.0012(\sum_{\sigma} Q_{\sigma})^2$
3.	მტკვარ-არაქსის დაბ- ლობი	$\sum_{\sigma} B_{\sigma} = 2.81 + 0.0012(\sum_{\sigma} Q_{\sigma})^2$
4.	არარატის ვაკე	$\sum_{\sigma} B_{\sigma} = -0.065 + 0.0012(\sum_{\sigma} Q_{\sigma})^2$
5.	ყუბანისპირა დაბლო- ბი	$\sum_{\sigma} B_{\sigma} = 0.783 \sum_{\sigma} Q_{\sigma} - 64.25$
6.	მინერალური წყლები	$\sum_{\sigma} B_{\sigma} = 0.816 \sum_{\sigma} Q_{\sigma} - 61.45$
7.	ჩრდილოეთი კავკა- სია, შავი ზღვის სანა- პირო	$\sum_{\sigma} B_{\sigma} = 0.842 \sum_{\sigma} Q_{\sigma} - 86.59$
8.	კოლხეთის დაბლობი, საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო	$\sum_{\sigma} B_{\sigma} = 0.908 \sum_{\sigma} Q_{\sigma} - 85.20$
9.	ალაზნის ველი, ქარ- თლის ვაკე	$\sum_{\sigma} B_{\sigma} = 0.900 \sum_{\sigma} Q_{\sigma} - 104.75$
10.	აფშერონი	$\sum_{\sigma} B_{\sigma} = 0.733 \sum_{\sigma} Q_{\sigma} - 55.87$
11.	ნახჭევანის ქვაბული	$\sum_{\sigma} B_{\sigma} = 0.472 \sum_{\sigma} Q_{\sigma} - 60.06$
12.	ცენტრალური კავკა- სიონის გლაციურ-ნი- ვალური ზონა, 3,8კმ	$\sum_{\sigma} B_{\sigma} = 0.96 \sum_{\sigma} Q_{\sigma} - 169.0$
13.	სევანის ტბის აუზი 2.0	$\sum_{\sigma} B_{\sigma} = 0.89 \sum_{\sigma} Q_{\sigma} - 13.06$

მოლრუბლულობის საშუალო პირობებისათვის დადგე-
ნილი იქნა რადიაციული ბალანსის და შთანთქმული რადია-
ციის თვიურ ჯამებს შორის ფუნქციონალური დამოკიდებუ-
ლების სახეები, რომლებიც წარმოიდგინებია კვადრატული
(სალსკის ტრამალი, კასპიისპირა დაბლობი, მტკვარ-არაქსის
დაბლობი, არარატის ვაკე) და წრფივი (დანარჩენი მთიანი და

დაბლობი რაიონებისათვის) ფუნქციები სახით. ცხრილში 3.5.2 მოცემულია ამ დამოკიდებულებების სახეები.

ანალიზური დამოკიდებულებებით გამოთვლილ და დაკვირვებების შედეგად მიღებულ ჯამებს შორის საშუალო კვადრატული გადახრის სიდიდე მერყეობს $\pm(5.9-12.1)$ მჯ/მ²-ის საზღვრებში.

კავკასიის მთიანი გამყინვარების ზონის რადიაციული ბალანსის სიდიდე დამოკიდებულია მისი ზედაპირის ფიზიკურ თვისებებზე, მზის სიმაღლეზე, ღრუბლიანობის რეჟიმზე, ატმოსფეროს ფიზიკურ თვისებებზე და სტრატოფიკაციასზე. მყინვარის ზედაპირი ხასიათდება ალბედოს დიდი მნიშვნელობებით, სითბოს აკუმულირების უუნარობით, საკუთარი გამოსხივების დაბალი სიდიდეებით და ატმოსფეროს ცინულისპირა ფენის ტემპერატურული ინვერსიით (26,90, 113). ცენტრალური კავკასიონის ზოგიერთი მყინვარის რადიაციული ბალანსის სეზონური ცვალებადობის კანონზომიერებები მოცემულია (90-113)-ში. როგორც დადგენილია (26)-ში და ჩვენი დაკვირვების შედეგებიც გვიჩვენებენ, გამყინვარების აბლიაციის ზონაში რადიაციული ბალანსის სიდიდე საშუალოდ ორჯერ მეტია აკუმულაციის ზონასთან შედარებით. აღსანიშნავია, რომ მყინვარის ზედაპირის ლამის რადიაციული ბალანსის (ეფექტური გამოსხივების) სიდიდე ატმოსფეროს ცინულისპირა ფენის ნორმალური სტრატოფიკაციის შემთხვევაში უარყოფითია (-0.06-0.07 კვტ/მ²), ხოლო ინვერსიის პირობებში დადებითია (0,04-0,06 კვტ/მ²). B_0 -ის საშუალოდ სიდიდე აღწევს აბლიაციის ზონაში (მყინვარის მდნარი, ჭუჭყიანი ზედაპირის შემთხვევაში) 0,75 მორენის ზედაპირზე 0,85, სუფთა, მშრალი ფირნის შემთხვევაში 0,40 კვტ/მ²-ს. ქვედა იარუსის ათბალიანი მოღრუბლულობის პირობებში (10/10 II) რადიაციული ბალანსის ინტენსივობა ეცემა 0,10-0,15 კვტ/მ²-მდე. ცენტრალური კავკასიონის გამყინვარების ზონაში სიმაღლის ზრდისას 2,3 კმ-იდან 5,3 კმ-მდე (იალბუზის უნაგირა) რადიაციული ბალანსის დღეღამური ჯამები ივლის-აგვისტოში მცირდება 16548.0 კჯ/მ²-დან 378.0 კჯ/მ²-მდე. მიუხედავად იმისა, რომ გამყინვარების ზონაში მყინვარის ზედაპირი გამოსხივების გზით კარგავს

თავისუფალ ქვაფენილთან შედარებით თითქმის ორჯერ ნაკლებ სითბოს, მთიან რაიონებში ატმოსფეროს უკუგამოსხივების მკვეთრი ვარდნის შედეგად, მყინვარის ეფექტური გამოსხივება აბლიაციის პერიოდში მოწმენდილი ცის შემთხვევაში შეადგენს დაბლობი რაიონების ანალოგიურად $0.07-0.10$ კვტ/მ²-ს.

კავკასიის მთიანი გამყინვარება, აბლიაციის პერიოდში, მთავარ როლს თამაშობს მყინვარული კვების მდინარეების ჯამური ჩამონადენის ფორმირებაში. ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობის ზოგიერთი მდინარისათვის (მხედველობაშია მდ. ბაქსანის და ჩეგემის რიგი შენაკადებისა) რაოდენობრივად შეფასდა ჯამური ჩამონადენის ფორმირებაში მყინვარული მდგენელის როლი და უკანასკნელის სეზონურ სვლაზე მზის სხივური ენერჯის გავლენა (83, 92, 99, 114, 117-120).

როგორც ცნობილია, კავკასიის მთიან რაიონებში გამყინვარების ზონის ქვედა საზღვრის საშუალო სიმაღლე შეადგენს ≈ 3 კმ-ს, რის შედეგად აბლიაციის პროცესში ადვექტური და ტურბულენტური სითბოს ნაკადების როლი რადიაციულ ნაკადთან შედარებით უმნიშვნელოა. განსაკუთრებით ეს მოვლენა მკვეთრად არის წარმოდგენილი სამხრეთის ექსპოზიციის მყინვარებზე. როგორც მყინვარებზე ბაშილი და კულაკი, ჩვენი დაკვირვებების (90, 114, 61)-ში მოცემული ინფორმაციის ანალიზი გვიჩვენებს, ფიქსირებულ სიმაღლეზე განლაგებული მყინვარების ჩრდილოეთის და სამხრეთის ორიენტაციის იდენტური დახრილობის უბნებზე გამდნარი ყინულის სისქის სეზონურ სიდიდეებში განსხვავებამ შეიძლება მიაღწიოს 2 მეტრს და მეტს, რაც განპირობებულია ძირითადად მათზე დაცემული მზის სხივური ენერჯის განსხვავებული სიდიდეებით. მყინვარის ზედაპირის დნობის (H მმ) და რადიაციული ბალანსის დღელამურ სიდიდეებს ($\sum_{\varphi} B$ კვტ/მ²) შორის კავშირი წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით: $h = a \sum_{\varphi} B + b$, რომელშიც a და b კოეფიციენტები მოცემული მყინვარისათვის აბლიაციის სეზონები სთავისებურებებისაგან დამოკიდებულებით ღებულობენ განსაზღვრულ მნიშვნელობებს (90, 92). ვინაიდან რადიაციული

ბალანსის ჯამები დამოკიდებული არიან მზის ნათების ხანგრძლივობაზე, ბუნებრივია, რომ არსებობს განსაზღვრული ფუნქციონალური კავშირი მდინარეში წყლის ხარჯსა (Q მ³/წმ) და მდინარის აუზის გამყინვარების ზონაში მზის ნათების ხანგრძლივობას S (საათი) შორის. (92)-ში დადგენილია $\Delta h = f(S)$ დამოკიდებულების ანალიზური სახეები მდინარეების გარაბაშისა და ტერსკოლისათვის, რომლებიც სათავეს ღებულობენ იალბუზის გამყინვარების ზონაში. აქ $\Delta h = h_m - h_0$, სადაც h_m და h_0 არის მდინარეში წყლის მაქსიმალური და ბაზისური დონეები უნალექო პერიოდისათვის, რომლებიც განისაზღვრებიან წყლის დონის თვითმწერის ბაბთებიდან, S -ის რეგისტრაცია ხდება ჰელიოგრაფების საშუალებით.

ამრიგად, $\Delta h = f(S)$ დამოკიდებულებებით განისაზღვრება მდინარეში წყლის დონის სიდიდე საბაზისო დონესთან შედარებით. უნალექო პერიოდისათვის აგებული დამოკიდებულებებით $Q = f(h)$ შეიძლება გამოითვალოს მდინარეში მოცემული დონის შესაბამისი წყლის ხარჯის სიდიდე. აქვე ავლნიშნავთ, რომ მყინვარული კვების მთის მდინარეების ღვარცოფსაშიში აუზებისათვის წყლის დონის და ხარჯების კრიტიკული სიდიდეების განსაზღვრა (როდესაც ადგილი აქვს წყლის ნაკადის ტრანსფორმაციის ღვარცოფულ ნაკადში) ზემოთაღნიშნული მეთოდით, მნიშვნელოვან როლს თამაშობს გლაციური ღვარცოფების პროგნოზში (108). გასაგებია, რომ დამოკიდებულება $\Delta h = f(S)$ არის მიახლოებითი, ვინაიდან მყინვარული კვების მდინარეებისათვის Q და h არის ფუნქცია არა მარტო რადიაციისა, არამედ ჰაერის ტემპერატურისაც, რომლის დაბალი მნიშვნელობების შედეგად, იგი საკმარისი მიახლოებით წარმოგვიდგენს მყინვარული კვების მდინარეების აუზებში მიმდინარე გლაციოჰიდროლოგიურ პროცესებს.

კავკასიის ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი უკავია ტყის მასივებს, რომლებშიც რადიაციული ბალანსის მდგენელები განსაზღვრულ ტრანსფორმაციას განიცდიან. ტყის ფიტოცენოზების რადიაციული რეჟიმი, გარდა მზის სიმაღ-

ლისა და მოღრუბლულობისა, დამოკიდებულია მის ტოპოლოგიურ თავისებურებებზე, გვირგვინის მიჯრილობაზე, ხეების არქიტექტონიკაზე, სიხშირეზე, იარუსიანობაზე და ასაკზე, რომელთა სინქრონული მოქმედების შედეგად ტყის მასივში ადგილი აქვს რადიაციული ველის დიდ და მცირე-მასშტაბიან ფლუქტუაციებს, რასაც ზედ ერთვის ღრუბლიანობით და ქარის რეჟიმით განპირობებული შემთხვევითი რადიაციული ფლუქტუაციებიც.

ჩვენი კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა იალბუზის რაიონში (2,2 კმ) განლაგებული 50-60 წლის ასაკის ფიჭის ტყე 12-15 მ სიმაღლით და 0,9-1,0-ის ტოლი გვირგვინის მიჯრილობით. იდენტურ მეტეოროლოგიურ პირობებში (მონმენდილი ცა, ათბალიანი მოღრუბლულობა) პარალელურად ტარდებოდა სტაციონარული დაკვირვებები თავისუფალ ქვეფენილ ზედაპირზე (სუბალპიური მდელო) და საველე დაკვირვებები გვირგვინის ცვალებადი მიჯრილობის (0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0) ფიჭვის ტყის მასივებში მიჯრილობის გავლენის რაოდენობრივი შეფასების მიზნით რადიაციული ბალანსის მდგენელების ტრანსფორმაციის კოეფიციენტების სიდიდეზე. ტყის ფოტოცენოზებში ქვეფენილ ზედაპირზე დაცემული მოკლეტალღიანი ნაკადების (Q, S, D) სიდიდის მაქსიმალური შემცირება მზის დიდი სიმაღლეების შემთხვევაში აღინიშნება გვირგვინის მიჯრილობის ზონაში, მინიმალური გვირგვინის ქვედა ზონაში. მზის დაბალი სიმაღლეებისას ნაკადების სიდიდეზე ზონების გავლენის კონტრასტულობა მცირდება. რადიაციული ნაკადების ინტენსივობის მაქსიმალური შესუსტება აღინიშნება გვირგვინის მიჯრილობის 0,0-0,5-ის საზღვრებში ცვალებადობისას (70-80%-მდე). მიჯრილობის შემდგომი ზრდისას (0,6-0,9) მათი სიდიდე იცვლება შედარებით უმნიშვნელოდ. ტყის მასივში ქვეფენილი ზედაპირისათვის რადიაციული მახასიათებლების თვიური ჯამების წილი ღია ზედაპირისათვის არსებულ ანალოგიურ ჯამებში შეადგენს (IV-IX) საშუალოდ $50(\sum \text{ } D)$, $8(\sum \text{ } Q)$, $19(\sum \text{ } R_k)$ და 6%-ს ($\sum \text{ } B$) მონმენდილი ცისა და შესაბამისად 40,18,22 და 10%-ს ათბალიანი მოღრუბლულობის შემთხვევაში. ტყის ფოტოცენოზებში რადიაციის ნაკადის სიდი-

დის ტრანსფორმაციის პროცესებზე დიდ გავლენას ახდენს ფერდობების ექსპოზიცია და დახრილობა. მაგალითად, სამხრეთის ორიენტაციის ფერდობებზე განლაგებულ ტყის მასივებში რადიაციის ნაკადების ტრანსფორმაციის სიდიდეები გაცილებით ნაკლებია სხვა ორიენტაციის ფერდობებთან შედარებით.

ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის თვიურმა ჯამებმა $\sum \sigma S_{\text{ფ}}$ მოწმენდილ ამინდში ღია ქვეფენილ ზედაპირზე შეადგინა შესაბამისად 377.0(IV), 360.0(VII), 280(IX) მჯ/მ² მზის პირდაპირი და 67.0, 71.0, 71.0, 54.5 მჯ/მ² გაბნეული რადიაციის შემთხვევაში. გვირგვინის მიჯრილობისას 0,9-1,0 $\sum \sigma D_{\text{ფ}}$ -მ (ამ შემთხვევაში ის ტოლია $\sum \sigma Q_{\text{ფ}}$ -ი ს) შეადგინა შესაბამისად 41.9, 41.9, 37.7, 16.8 მჯ/მ². ათბალიანი ღრუბლიანობისას კი $\sum \sigma Q_{\text{ფ}}$ -ს სიდიდე იცვლებოდა 62,8(IX)-108,9(VI) მჯ/მ²-ის, ღია ქვეფენილ ზედაპირზე და ტყის მასივში 21,9-41,9 მჯ/მ²-ის საზღვრებში.

ამრიგად, განხილული ტოპოლოგიური სახის ტყის მასივში ჯამური რადიაცია შემცირდა საშუალოდ ათიდან (VI-VIII) ოცჯერ (IX), ათბალიანი მოღრუბლულობის პირობებში კი (10/10n)- სამჯერ. ანალოგიური სახის დაკვირვებების ფართომასშტაბიანი ორგანიზაცია ტყის მასივის სახეობაზე, ტოპოლოგიურ მახასიათებლებზე, ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე, ფერდობების ორიენტაციაზე და დახრილობის კუთხეზე დამოკიდებულებით წარმოადგენს ამოცანას, რომლის გადაწყვეტა შესაძლებელს გახდის დადგინდეს რადიაციული ბალანსისა და მისი კომპონენტების, აგრეთვე ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის ტრანსფორმაციის კოეფიციენტების დროში და სივრცეში ცვალებადობის კანონზომიერებანი. (კავკასიის მაღალმთიან ზონაში, იალბუზის რაიონი, $H=2,2$ კმ) წელიწადის თბილი პერიოდისათვის (VI-X) ჩვენი დაკვირვებების ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე დადგინდა ქვეფენილი ზედაპირის სითბური ბალანსის მდგენელების სეზონური სვლის კანონზომიერებანი (123). როგორც ცნობილია, ქვეფენილი ზედაპირის სითბური ბალანსის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$B = P + L + V \quad (3.88)$$

სადაც B არის რადიაციული ბალანსი, P -სითბოს ნაკადი ნიადაგში, L - სითბოს ტურბულენტური ნაკადი ჰაერის მიწისპირა ფენაში, V - ქვეფენილი ზედაპირიდან აორთქლებაზე დახარჯული, ან წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგად გამოყოფილი სითბო. L და V გამოთვლილ იქნა ტურბულენტური დიფუზიის მეთოდით. აღმოჩნდა, რომ B მაქსიმალური იყო ივლისში ($372,9$ მჯ/მ²), რაც განპირობებულია მზის დიდი სიმალლეებით და თქეში ნალექების ხშირი განმეორებადობის შედეგად ქვეფენილი ზედაპირის ტემპერატურის და ეფექტური გამოსხივების სიდიდეების შემცირებით. ოქტომბერში $\sum_{\text{თ}} B$ -ს სიდიდე შემცირდა $92,9$ მჯ/მ²-მდე, ნოემბერში კი სეზონური თოვლის საფარის წარმოქმნის და მზის დაბალი სიმალლეების პირობებში, იგი გახდა უარყოფითი ($-4,2$ მჯ/მ²). ივნის-ივლისიდან ნოემბრის ჩათვლით $\sum_{\text{თ}} B$ -ს სიდიდეების შემცირებას პარალელურად ადგილი ჰქონდა P -ს კლებას $188,6$ (VII) მჯ/მ²-დან $4,2$ (XI) მჯ/მ²-მდე. L -ის მაქსიმუმი აღინიშნა არა ივლისში ($37,7$ მჯ/მ²), არამედ აგვისტოში ($117,3$ მჯ/მ²), როდესაც მოვიდა ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა და ქვეფენილი ზედაპირის სითბური ენერგიის ძირითადი ნაწილი დაიხარჯა აორთქლებაზე. ოქტომბერში, მიუხედავად $\sum_{\text{თ}} B$ -ს შემდგომი შემცირებისა L - აღმოჩნდა მეტი ($92,2$ მჯ/მ²) ვიდრე ივლისში ($37,7$ მჯ/მ²). V სიდიდემ ივლისში შეადგინა $150,8$ მჯ/მ², ნოემბერში კი გახდა ნულის ტოლი. ივლისიდან ოქტომბრის ჩათვლით სითბური ბალანსის მდგენელების რადიაციულ ბალანსთან შეფარდებების სიდიდეები იცვლებოდნენ შემდეგნაირად: $49,4-18,1\%$ ($\frac{\sum_{\text{თ}} P}{\sum_{\text{თ}} B}$), $-10,1-59,1\%$ ($\frac{\sum_{\text{თ}} L}{\sum_{\text{თ}} B}$), $40,5-23,1\%$ ($\frac{\sum_{\text{თ}} V}{\sum_{\text{თ}} B}$). სითბოს ტურბულენტური ნაკადის მაქსიმუმი აღინიშნა ოქტომბერში ($59,1\%$),

ნიადაგში სითბოს ნაკადი ივლისში (49,4%), აორთქლებაზე დახარჯული სითბოს მაქსიმუმი – ასევე ივლისში (40,5%).

კავკასიონის მთიან რაიონებში სითბური ბალანსის მდგენელებზე დაკვირვებების წარმოების ორგანიზაციის პროცესში მომავალში გათვალისწინებული უნდა იქნეს რელიეფის ელემენტების ორიენტაცია და დახრილობა, რომელთა გავლენის შედეგად სითბური ბალანსის ენერგეტიკული საფუძველი, რადიაციული ბალანსი, განიცდის დიდ ცვლილებებს ფიქსირებულ აბსოლუტურ სიმაღლეზე. საკითხისადმი ამ კუთხით მიდგომა იძლევა იმის გარანტიას, რომ ობიექტურად შეფასდეს სითბური ბალანსის მდგენელების დროში და სივრცეში ცვლილებების კანონზომიერებები რთულ ოროგრაფიულ პირობებში.

თავი 4.

გაომორფოლოგიური ფაქტორის გავლენა რადიაციული ბალანსისა და მისი კომპონენტების ფორმირებაზე

წინა თავებში განხილული იყო მოწმენდილი ცისა და მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში რადიაციული ბალანსისა და მისი კომპონენტების დროში და სივრცეში ცვლილებების კანონზომიერებები ჰორიზონტალური ქვეფენილი ზედაპირისათვის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით. მაგრამ, როგორც ცნობილია, კავკასია წარმოადგენს მთაგორიან რეგიონს საკმაოდ რთული და ძლიერ დანაწევრებული რელიეფით. ამ რეგიონის რადიაციული რეჟიმის დასახასიათებლად აუცილებლად გათვალისწინებული უნდა იქნეს მთიანი რელიეფის ელემენტების ექსპოზიცია და დახრილობა, რომლებიც ფიქსირებულ აბსოლუტურ სიმაღლეზე განაპირობებენ რადიაციულ კონტრასტულობას, რის რაოდენობრივად შეფასებას მთიანი რაიონებისათვის აქვს არსებითი მნიშვნელობა. პრობლემის შესწავლისადმი ამ სახით მიდგომა გამორიცხავს მთიანი რეგიონის რადიაციული რეჟიმის დასახასიათებაში დღემდე არსებულ ცალმხრივობას, რომელიც განპირობებულია ჰორიზონტალური ქვეფენილი ზედაპირისათვის მიღებული აქტინომეტრიული ინფორმაციის ანალიზით და მისი ავტომატური განზოგადებით მოცემულ სიმაღლეზე მთიანი რელიეფის ყველა შესაძლო ელემენტზე.

შრომები (140,31), რომლებშიც პირველად მოცემულია ნებისმიერი ორიენტაციის დახრილი ზედაპირისათვის მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობის გამოსათვლელი ფორმულები ეკუთვნის პ. სმოლიკოვს და ა. გორდოვს, ფერდობებზე რადიაციის მოკლეთალღიანი ნაკადების – Q, S, D და რადიაციული ბალანსის (ეფექტური გამოსხივების) კვლევისადმი მიძღვნილ შრომებში მათ შორის (6, 7, 15, 16, 29, 52, 54, 59, 61, 139, 163)-ში ძირითადად გაანალიზებულია ამ მახასიათებლების მსვლელობა ცალკეული დღეებისა და თვეებისათვის დაბლობ რაიონებში, ზოგიერთი მათგანის გამოკლებით (15, 16), რომლებშიც მოცემული Q-ს წლიური სვლა

40⁰-იანი დახრილობის ოთხი ძირითადი ორიენტაციის (ჩ,ს,ა,დ) ფერდობების შემთხვევაში. (52)-ში განხილული და გაანალიზებულია ფერდობებზე რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების გამოთვლის მეთოდები.

ბუნებრივია, რომ დაბლობ რაიონებში შეზღუდული პროგრამით ორგანიზებული დაკვირვებების შედეგები არ იძლევიან სრულ წარმოდგენას მთიან რაიონებში დიდ აბსოლუტურ სიმაღლეებზე მიმდინარე რადიაციულ პროცესებზე ნელინადის განმავლობაში ქვეფენილი ზედაპირის ალბედოს რყევების გათვალისწინებით. ჩვენს შრომებში (84, 103, 110, 111, 112, 121, 122, 124) ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე (0,4-4,0კმ) (დაკვირვებები ტარდებოდა პუნქტებში: ნალჩიკი -0,4კმ, ტერსკოლი - 2.2კმ. ტერსკოლისა და ჩეგეთის პიკები - 3,1კმ, ყინულოვანი ბაზა 3,8კმ, მდ. ჩეგემისა და ბაშილის ხეობები 2,0-4,0) მრავალწლიური დაკვირვებების (1965-1988წ.წ.) ინფორმაციით დადგენილია ფერდობებზე რადიაციული მახასიათებლების წლიური მსვლელობის კანონზომიერებები მოწმენდილი ცისა და ღრუბლიანობის პირობებში აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით.

4.1 ჯამური რადიაცია ფერდობებზე

ბუნებრივ ფერდობებზე, ჰორიზონტალური ზედაპირის ანალოგიურად, რადიაციული ბალანსის სიდიდის ფორმირებაში ჯამური რადიაცია - Q-ს მაქსიმუმი აღინიშნება სამხრეთის ადა ჩრდილოეთის ფერდობებზე შუადღის საათებში, აღმოსავლეთის ადა დასავლეთის ფერდობებზე შესაბამისად დღის პირველ და მეორე ნახევარში.

ჯამური რადიაციის და მზის ნათების ხანგრძლივობის ცვალებადობა ნელინადის განმავლობაში მაქსიმალურია ჩრდილოეთის (ჩა, ჩდ) ორიენტაციების ფერდობები სათვის, მაგალითად ტერსკოლში (2,2კმ) მაისის შუა რიცხვებში მოწმენდილი ცის შემთხვევაში 30⁰-ის დახრილობის სამხრეთ ფერდობზე $Q_{\text{ფ}}$ საშუალოდ სიდიდე 1,5-ჯერ, ჩრდილოეთის ფერდობზე კი 5-ჯერ მეტია დეკემბრის შესაბამის სიდიდეებთან შე-

დარებით. მონმენდილი ცის პირობებში ყაბარდოს ვაკეზე $\frac{Q_s}{Q_0}$

შეფარდების წილური მსვლელობა (Q_0 არის ჯამური რადიაციის საშუალო საშუადლო ინტენსივობა ჰორიზონტალურ ზედაპირზე) ჩრდილოეთისა და სამხრეთის ორიენტაციებისათვის

მოცემულია ნახ. 4.1.1.-ზე. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, $\frac{Q_s}{Q_0}$ -ის

წლიური მსვლელობის თავისებურებები განპირობებულია როგორც ფერდობის დახრილობის კუთხით, ასევე ქვეფენილი ზედაპირის ალბედოს Q_s სიდიდეებზე გავლენის მკვეთრი ცვალებადობით ნელინადის განმავლობაში. ამასთანავე ერთად, ჩრდილოეთის ფერდობისათვის დამოკიდებულების

$\frac{Q_s}{Q_0} = f(\alpha)$ სახე ძირითადად განისაზღვრება ქვეფენილი ზე-

დაპირის ფიზიკური თვისებებით (ალბედო). მონმენდილი ცის შემთხვევაში დილის და საღამოს საათებში ჩრდილოეთისა და

სამხრეთი ორიენტაციების ფერდობებისათვის $\frac{Q_s}{Q_0}$ -ის სიდიდე

შეიძლება გახდეს ერთზე მეტი ან ნაკლები მზის და ფერდობის აზიმუტების სიდიდეებზე დამოკიდებულებით.

როგორც ცნობილია, ფერდობებზე Q_s მაქსიმუმი აღინიშნება მათ მიმართ მზის სიმაღლის მაქსიმუმის შემთხვევაში. თუ შუადღის საათებში ატმოსფეროს გამჭვირვალობის კოეფიციენტი მეტია ფერდობებზე მზის სიმაღლის მაქსიმუმის დადგომის მომენტის შესაბამის გამჭვირვალობის კოეფიციენტზე, მაშინ აღმოსავლეთის ექსპოზიციაზე Q_s -ს მაქსიმუმი აგვიანებს, დასავლეთის ექსპოზიციაზე კი დგება საათნახევრით ადრე, ე.ი. ჯამური რადიაციის მაქსიმუმის მომენტი უახლოვდება შუადღის საათებს (15). კავკასიონის პირობებში დაბლობი არიდული რაიონებისაგან განსხვავებით (15), რომლებისთვისაც დამახასიათებელია ატმოსფეროს გამჭვირვალობის რყევების დიდი დიაპაზონი, ასეთ მოვლენას (განსაკუთრებით დიდი დახრილობის ფერდობებისათ-

ვის) ადგილი არა აქვს. მათთვის მზის პირდაპირი და ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი რადიაციის სიდიდე პრევალირებს ატმოსფეროს გამჭვირვალობის გავლენაზე ფერდობებზე ჯამური რადიაციის სიდიდეების ფორმირებაში.

ფერდობის შედარებით პატარა დახრილობის შემთხვევაში ($\alpha \leq 15^\circ$) Q_s -ს სიდიდე უმნიშვნელოდა არის დამოკიდებული მზის სიმაღლეზე და აზიმუტზე, დიდი დახრილობის პირობებში კი Q_s -ს სიდიდეები არსებითად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან (17, 18, 19). სამხრეთის, დასავლეთის და აღმოსავლეთის ფერდობებისათვის Q_s -ს დღიური სვლის მრუდებზე აღინიშნება ერთი, დიდი დახრილობის ჩრდილოეთის ფერდობებზე კი სამი (დილის, შუადღის, საღამოს) მაქსიმუმი. მთიან რაიონებში ფერდობებზე ჯამური რადიაციის სიდიდეები დამოკიდებულია არა მარტო მათ ორიენტაციაზე და დახრილობის კუთხეზე, არამედ ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზეც, რომლის ზრდის შედეგად ადგილი აქვს მათ მატებას.

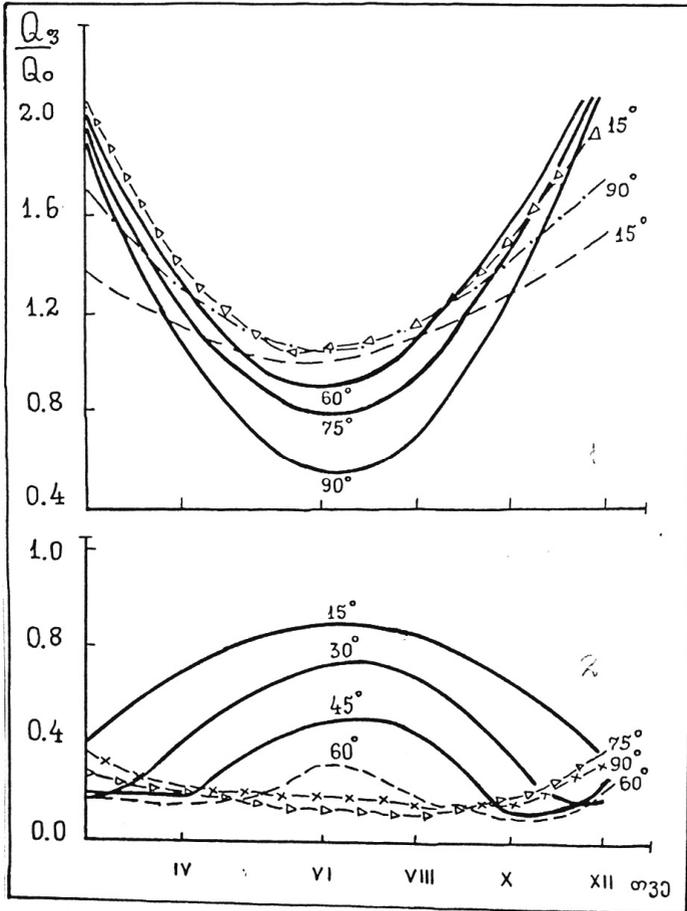
ჯამური რადიაციის დღიური სვლის ძირითადი კანონზომიერებები ყველა ორიენტაციაზე გარდა დიდი დახრილობის ჩრდილოეთის ფერდობებისა ყალიბდება მზის პირდაპირი რადიაციის - $S_{\text{ფ}}$ სიდიდეებით. ნელინადის თბილ პერიოდში

გაბნეული $D_{\text{ფ}}$ და ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი - $R_{\text{ფ}}$ რადიაციის სიდიდეები $Q_{\text{ფ}}$ -ს დღიური მსვლელობის მრუდებზე ახდენენ შედარებით უმნიშვნელო გავლენას. როგორც ნესი, ($D_{\text{ფ}} + R_{\text{ფ}}$)-ს სიდიდეები სამხრეთის ფერდობებისათვის

მეტი ა ჩრდილოეთის ფერდობებთან შედარებით, რაც განპირობებულია ცის თალის სამხრეთი ნახევრის მეტი სიკაშკაშით ჩრდილოეთ ნახევართან შედარებით. აღმოსავლეთის და დასავლეთის ორიენტაციის ფერდობები მზის ვერტიკალის სიბრტყისადმი გაბნეული რადიაციის სიმეტრიული განაწილების შედეგად ღებულობენ დაახლოებით ტოლი სიდიდეების გაბნეულ რადიაციასა. ნელინადის თბილი პერიოდისათვის ყაბარდოს ვაკეზე ჩვენს მიერ მიღებული $Q_{\text{ფ}}$ -ს დღიური სვლის

მრუდები ანალოგიურია სხვა დაბლობ რაიონებში მიღებული მრუდებისა (52), მაგრამ კავკასიის მაღალმთიანი რაიონები-

სათვის წელიწადის ამ პერიოდში Q_{Σ} -ს და $(D+R)_{\Sigma}$ -ს დღიური მსვლელობის მრუდებს დახრილობის კუთხეზე დამოკიდებულებით აქვს ურთიერთგანლაგების სხვა წესი, რაც განპირობებულია ქვეფენილი ზედაპირის ალბედოს მკვეთრი ზრდით სეზონური თოვლის საფარის არსებობის შედეგად.



ნახ. 4.1.1. $\frac{Q_s}{Q_0}$ -ის წლიური სვლა მოწმენდილი ცის პირობებში

12 საათზე ყაბარდოს ვაკეზე, 1 სამხრეთის ფერდობები, 2- ჩრდილოეთის ფერდობები.

მონმენდილი ცის შემთხვევაში ყველა ორიენტაციის ფერდობზე, გარდა დიდი დახრილობისა ($\alpha \geq 30^\circ$) პრაქტიკულად $(D+R)_{\text{ფ}} \gg D_0$ -ზე. სეზონური თოვლის საფარის პირობებში ეს პირობა სამართლიანია შედარებით დამრეცი ფერდობებისათვისაც. გასაგებია, რომ ანალოგიურ მოვლენას ადგილი აქვს ამ ნაკადების ჯამების შემთხვევაშიც (103).

იმაზე დამოკიდებულებით დასხივდება თუ არა ვერტიკალური ზედაპირი მზის პირდაპირი რადიაციით შეფარდების $\frac{(D+R)_s}{Q_s}$ სიდიდე იცვლება ფართო საზღვრებში (0.05-

1.00). იმ შემთხვევაში, როდესაც კედელზე არ ეცემა პირდაპირი რადიაცია შეფარდების სიდიდე ხდება 1-ის ტოლი, ე.ი. $(D+R)_{\text{ფ}} = Q_{\text{ფ}}$. ამ მოვლენას ადგილი აქვს აღმოსავლეთის კედელზე დღის მეორე, დასავლეთ კედელზე – პირველ ნახევარში, ჩრდილოეთ კედელზე დღის უმეტეს დროს.

აღსანიშნავია, რომ (15,16)-ში 30° -ზე ნაკლები დახრილობის ფერდობებისათვის მოცემულია ჯამური რადიაციის დღიური ჯამების გამოსათვლელი ფორმულა:

$$\sum_{\text{ფ}} Q_{\text{ფ}} = \sum_{\text{ღ}} S_{\text{ფ}} + \sum_{\text{ღ}} D_0 \quad (4.1)$$

სადაც $\sum_{\text{ღ}} S_{\text{ფ}}$ და $\sum_0 D_0$ არის შესაბამისად ფერდობზე და ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი და გაბნეული რადიაციის დღიური ჯამები. სამხრეთის ფერდობებისათვის $Q_{\text{ფ}}$ -ს სიდიდეები ძირითადად განისაზღვრებიან

$S_{\text{ფ}}$ -ს სიდიდეებით და $\sum_{\text{ღ}} Q_{\text{ფ}}$ შეიძლება ამ შემთხვევაში მიახლოებით გამოითვალოს შემდეგი ფორმულით:

$$\sum_{\text{ღ}} Q_{\text{ფ}} = \sum_{\text{ღ}} Q_0 \frac{\sum_{\text{ღ}} S_{\text{ფ}}}{\sum_{\text{ღ}} S_0} \quad (4.2)$$

მონმენდილი ცის შემთხვევაში ჩრდილოეთის ფერდობებზე წელიწადში $\frac{\sum_{\text{ღ}} Q_{\text{ფ}}}{\sum_{\text{ღ}} Q_0}$ -ის სიდიდე იცვლება 0.17-1.00-ის

საზღვრებში. თბილ პერიოდში დახრილობის კუთხის - α ზრდისას ამ შეფარდების სიდიდეები მცირდება, თოვლის

საფარის პირობებში კი $\frac{\sum_{\sigma} Q_{\sigma}}{\sum_{\rho} Q_{\rho}}$ მცირდება 45° -ზე ნაკლები

დახრილობის და იზრდება 45° -ზე მეტი დახრილობის ფერდობებზე. სამხრეთის ორიენტაციის ფერდობებზე ნელინა-

დის თბილ პერიოდში $\frac{\sum_{\sigma} Q_{\sigma}}{\sum_{\rho} Q_{\rho}}$ -ის სიდიდე მერყეობს 0.43-

1.00-ის ცივ პერიოდში (X-III) კი 1,12-2,27-ის საზღვრებში . აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ორიენტაციის ფერდობები ნელინადის განმავლობაში ძირითადად ღებულობენ ჰორიზონტალურ ზედაპირთან შედარებით ნაკლებ ჯამურ რადიაციას (დეკემბერ-იანვარში ზოგიერთ დახრილობებზე

$\frac{\sum_{\sigma} Q_{\sigma}}{\sum_{\rho} Q_{\rho}}$ -ის სიდიდე მერყეობს 1,0-1,1-ის საზღვრებში). სამ-

ხრეთ-დასავლეთის (სამხრეთ-აღმოსავლეთის) ფერდობებზე მაის-ივლისში მოდის ნაკლები, ოქტომბერ-მარტში კი მეტი ჯამური რადიაცია ვიდრე ჰორიზონტალურ ზედაპირზე. ამ ორიენტაციებზე აპრილში, აგვისტოსა და სექტემბერში

$\frac{\sum_{\sigma} Q_{\sigma}}{\sum_{\rho} Q_{\rho}} > 1$ ($\alpha = 15 - 45^{\circ}$) და $\frac{\sum_{\sigma} Q_{\sigma}}{\sum_{\rho} Q_{\rho}} < 1$ ($\alpha = 60 - 90^{\circ}$)

ჩრდილოეთ-აღმოსავლეთის (ჩრდილოეთ-დასავლეთის)

ფერდობებზე $\frac{\sum_{\sigma} Q_{\sigma}}{\sum_{\rho} Q_{\rho}} < 1$ ნელინადის განმავლობაში, ამას-

თანავე ერთად α - ს ზრდისას ამ შეფარდების სიდიდე მცირდება და აღწევს მინიმუმს ვერტიკალურ ზედაპირზე.

მონმენდილი ცის შემთხვევაში დაბლობ რაიონებში $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ -ს სიდიდე α -ს ცვლილებისას $0-90^{\circ}$ -ის ფარგლებში მერყეობს ჩრდილოეთის 1750,0-7250,0 სამხრეთის 6900,0-7250,0 აღმოსავლეთის (სა) 6900,0-7250,0 ჩრდილო-დასავლეთის (ჩა) 3000,0-7250,0მჯ/მ²-ის ზღვრებში. ფერდობის დახრი-

ლობის კუთხის ზრდისას ($0-90^{\circ}$) $\sum_{\sigma} Q_s$ -ს სიდიდე ყველა ორიენტაციაზე, გარდა სამხრეთისა, მცირდება: 45° -ზე ნაკლები დახრილობის ფერდობებზე $\sum_{\sigma} Q_s$ იზრდება $7250.0-$

9100.0 მჯ/მ²-ის ზღვრებში. $K = \frac{\sum_{\sigma} Q_{\text{ფ}}}{\sum_{\text{ფ}} Q_0}$ სიდიდის ცვლილება

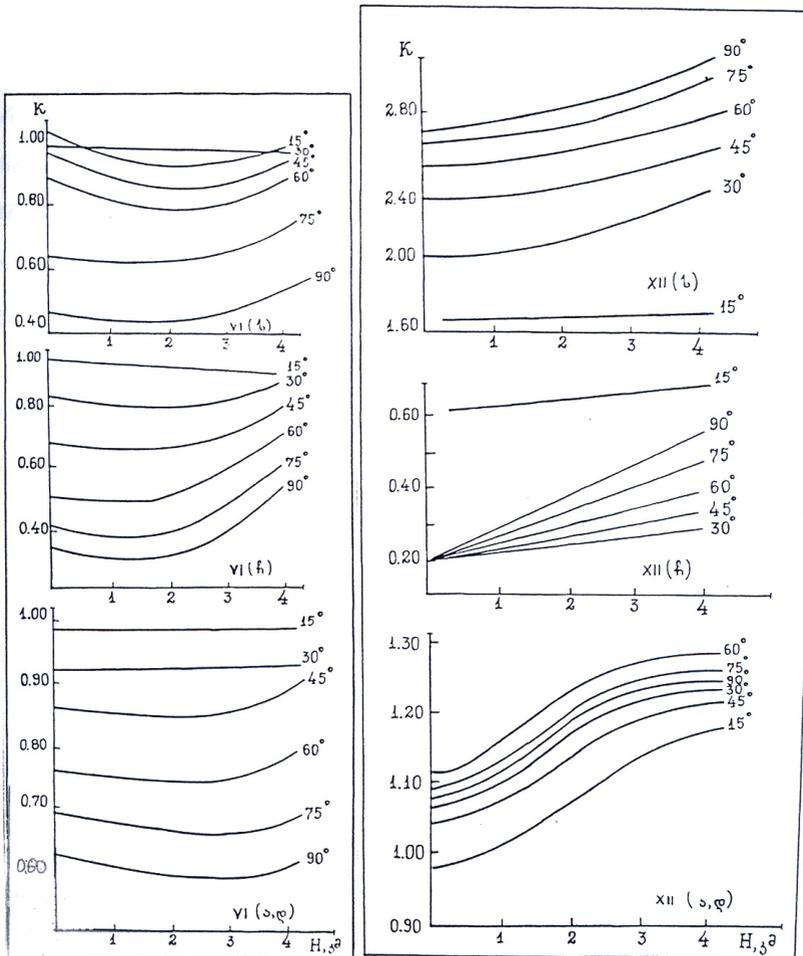
ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით ჩრდილოეთის, სამხრეთის, დასავლეთის და აღმოსავლეთის ფერდობებისათვის ივნისში და დეკემბერში მოცემულია ნახ.

4.1.2-4.1.3-ზე. H-ის ზრდისას K დეკემბერში ყველა ორიენტაციის ფერდობისათვის იზრდება, ანალოგიურ მოვლენას ადგილი აქვს ივნისში სამხრეთისა და ჩრდილოეთის ფერდობებზე, აღმოსავლეთის (დასავლეთის) $45-90^{\circ}$ -ის დახრილობის ფერდობებზე K სიმაღლის მატებისას 3 კმ-მდე მცირდება, ხოლო 3 კმ-ზე ზევით მატულობს. თვიური (წლიური) ჯამების სიდიდე მაქსიმალურია სამხრეთის, მინიმალურია ჩრდილოეთის ფერდობებზე, ერთნაირი დახრილობის აღმოსავლეთის და დასავლეთის ორიენტაციებზე ჯამების სიდიდეები ახლოა ერთმანეთთან და შუალედურია მეზობელ ძირითად ორიენტაციებზე არსებულ სიდიდეებს შორის.

$\sum_{\sigma} Q_s$, $\sum_{\text{ფ}} Q_{\text{ფ}}$ -ს სიდიდეების ანალოგიურ განაწილებას ფერდობების ორიენტაციაზე დამოკიდებულებით ადგილი აქვს კავკასიის მთიან რაიონებშიც, მაგრამ აქ სიმაღლის ზრდასთან ერთად მათი სიდიდე, როგორც ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ასევე ფერდობებზეც განსაკუთრებით დიდი დახრილობის და სეზონური თოვლის საფარის შემთხვევაში საგრძნობლად იზრდება. წელიწადის თბილ პერიოდში მაღალმთიან რაიონებში სეზონური თოვლის საფარის გავლენის შედეგად $\frac{\sum_{\text{ფ}} Q_{\text{ფ}}}{\sum_{\text{ფ}} Q_0} = f(H)$ დამოკიდებულების სახე ფერ-

დობის დახრილობის ცვლილებებთან დაკავშირებით დაბლობი რაიონებისგან განსხვავებით შესაბამისად იცვლება, მაგალითად ტერესკოლის პიკზე (3.1კმ) ფერდობის დახრილობის ცვლილებისას $0-90^{\circ}$ -ის ფორმულებში $\sum_{\text{ფ}} Q_{\text{ფ}}$ იც-

ვლება 8800,0მჯ/მ²-დან ($\alpha = 0^\circ$) 135800 მჯ/მ²-მდე ჩრდილოეთის, 9600.0მჯ/მ²-მდე სამხრეთის, 7300.0 მჯ/მ²-მდე დასავლეთის (აღმოსავლეთის), 5100.0მჯ/მ²-მდე ჩრდილო-აღმოსავლეთის (ჩრდილო-დასავლეთის), 8700,0 მჯ/მ²-მდე სა(სდ).



ნახ. 4.1.2 დამოკიდებულება $K = f(\alpha)$ ივნისში და დეკემბერში

სამხრეთ-აღმოსავლეთის (სამხრეთ-დასავლეთის) ფერდობებზე. $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ სიდიდე ფერდობის დახრილობის კუთხის ზრდისას $0-90^{\circ}$ -ის ფარგლებში ჩ, ჩა,ჩდ, ა, დ-ის ორიენტაციებზე მცირდება, ხოლო ს, სა, სდ-ის ფერდობებზე 45° -მდე ზრდის შემდეგ იწყებს შემცირებას და აღწევს მინიმუმს ვერტიკალურ ზედაპირზე. როგორც დაკვირვებები გვიჩვენებენ, 3,1 კმ სიმაღლეზე რვა ორიენტაციის შვიდი დახრილობის ფერდობებზე ნელინადის განმავლობაში $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ -ს სიდიდე მერყეობს $3710,0 \text{ მგ/მ}^2$ -დან (ჩრდილოეთის ფერდობი $\alpha = 75^{\circ}$) $11300,0 \text{ მგ/მ}^2$ -მდე (სამხრეთის ფერდობი, $\alpha = 45^{\circ}$) მაშინ, როდესაც ამ სიმაღლეზე ჰორიზონტალური ზედაპირისათვის $\sum_{\varphi} Q_0$ შეადგენს $8853,47 \text{ მგ/მ}^2$ -ს.

მნიშვნელოვანია ის ფაქტი, რომ როგორც დაბლობი, ასევე მთიანი და მაღალმთიანი რაიონებისათვის, $\frac{\sum_{\varphi} Q_{\varphi}}{\sum_{\varphi} Q_0}$ -ის

სიდიდე მერყეობს $0,28-1,24$ -ის ზღვრებში: ამ შეფარდების სიდიდეები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ფერდობებზე ნლიური ჯამების გამოსათვლელად კავკასიის მთიან რაიონებში (თუკი დაკვირვებებით ცნობილია $\sum_{\sigma} Q_0$ და $\sum_{\varphi} Q_0$ ჰორიზონტალურ ზედაპირზე) ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებების იდენტიურობის პირობებში.

როგორც $\sum_{\varphi} Q_{\varphi} = f(\alpha)$ და $\frac{\sum_{\varphi} Q_{\varphi}}{\sum_{\sigma} Q_0} = f(\alpha)$ დამოკიდე-

ბულების შესაბამისი მრუდების ანალიზი გვიჩვენებს (ნახ. 4.1.4) მათი ურთიერთგანლაგების ნესი აბსოლუტური სიმაღლის მიუხედავად რჩება მუდმივი. სიმაღლეზე დამოკიდებულებით იცვლება მხოლოდ $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ და $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ აბსოლუტური სიდიდეები. დამოკიდებულებები $\sum_{\varphi} Q_{\varphi} = f(H)$ მონმენდილი ცის შემთხვევაში ანალიზურად წარმოიდგინებიან მეორე რიგის პარაბოლის სახით: $\sum_{\varphi} Q_{\varphi} = a + bH + oH^2$, ამ

გამოსახულებაში შემავალი კოეფიციენტების a,b,c სიდიდეები მოცემულია ცხრილ 4.1.1.-ში.

ემპირიული ფორმულებით გამოთვლილი და დაკვირვებების შედეგად მიღებულ $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ -ს სიდიდეებს შორის თანხვედრა დამაკმაყოფილებელია: საშუალო კვადრატული გადახრა მერყეობს 35.5-125.5მჯ/მ²-ის საზღვრებში: ფერდობებისათვის $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ -ს გრადიენტების სიდიდეები მოწმენდილი ცის შემთხვევაში იცვლებიან ფართო დიაპაზონში (21.0-218.0მჯ/მ²-ის ზღვრებში 1 კმ სიმაღლეზე) ჩრდილოეთის (ჩა, ჩდ) ორიენტაციებზე ადგილის სიმაღლის ზრდისას 0-დან 4 კმ-მდე გრადიენტი იზრდება დიდი დახრილობების ($\alpha > 50^{\circ}$) და მცირდება პატარა დახრილობების ($\alpha < 30^{\circ}$) შემთხვევაში. სამხრეთის (სა, სდ) ფერდობებზე გრადიენტის კლება აღინიშნება 30⁰-ზე ნაკლები, მატება კი 30⁰-ზე მეტ დახრილობაზე. აღმოსავლეთის (დ) ორიენტაციებზე გრადიენტების მაღლივი ცვლილებების ტენდენციები ფერდობების დახრილობის კუთხეზე დამოკიდებულებით ანალოგიურია სამხრეთის ფერდობისათვის დადგენილი კანონზომიერებებისა.

ცხრილი 4.1.1

$\sum_{\varphi} Q_{\varphi} = a + bH + oH^2$ დამოკიდებულებაში შემავალი კოეფიციენტების a,b,c სიდიდეები

α , გრადუსი						
	0	10	30	50	70	90
ჩრდილოეთის ორიენტაცია						
a	7003.6	5940.2	4110.4	2719.3	1898.1	1676.0
b	779.20	579.84	469.84	142.44	16.76	83.84
c	-36.63	8.15	-14.67	127.8	173.83	209.51
ჩრდილო-დასავლეთის (ჩა) ორიენტაცია						
a	7003.6	605.6	4864.6	4291.6	3427.4	2840.8
b	779.20	750.0	611.71	377.10	79.61	-8.38
c	-36.63	-27.24	-6.29	0.00	42.46	201.12
სამხრეთის ორიენტაცია						
a	7003.6	7433.0	8683.4	8849.3	7948.4	6675.1
b	779.20	930.14	270.72	297.52	331.01	213.3
c	-36.63	-71.24	138.27	150.87	182.27	218.3

სამხრეთ-დასავლეთის (სა) ორიენტაცია						
a	7003.6	7659.3	8849.3	8966.6	8082.5	6578.3
b	779.20	724.87	305.87	280.73	142.46	293.3
c	-23.63	-25.14	100.56	146665	253.50	209.5
დასავლეთის (ა) ორიენტაცია						
a	7003.6	6905.1	6481.9	6025.2	5518.2	4990.0
b	779.20	452.51	368.75	347.80	205.31	-4.19
c	-36.63	50.28	94.28	121.51	182.27	245.12

ცხრილი 4.1.2

მონმენდილი ცის შემთხვევაში $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ -ს გრადიენტების სი-
დიდეები, მჯ/მ²

ორიენ- ტაცია	ΔH , კმ	α , გრადუსი					
		0	10	30	50	70	90
ჩ	0-1	84.0	75.8	67.2	29.4	25.0	21.0
	1-2	75.8	67.2	63.0	50.4	41.8	38.0
	2-3	50.4	54.4	63.0	84.0	94.2	107.0
	3-4	42.0	50.4	42.0	101.0	127.0	134.0
ს	0-1	42.0	105.0	54.5	54.5	63.0	63.1
	1-2	42.0	80.0	63.0	72.0	80.0	75.6
	2-3	42.0	50.4	101.0	125.0	135.0	121.5
	3-4	42.0	29.4	120.2	113.0	138.0	188.7
ად	0-1	42.0	83.8	67.2	55.0	45.0	38.0
	1-2	42.0	67.2	67.2	75.8	67.2	62.8
	2-3	42.0	58.9	75.8	96.0	120.2	120.0
	3-4	42.0	58.9	80.0	101.0	120.0	159.0
სა, სდ	0-1	42.0	88.2	50.4	50.1	75.8	80.0
	1-2	42.0	71.5	63.0	72.0	76.0	92.4
	2-3	42.0	50.4	80.0	102.0	117.5	122.0
	3-4	42.0	3768	96.4	129.5	218.0	180.0
ჩა, ჩდ	0-1	42.0	84.0	75.8	59.0	21.0	25.0
	1-2	42.0	80.0	58.7	63.0	55.6	63.0
	2-3	42.0	55.6	59.0	62.7	84.0	58.8
	3-4	42.0	33.6	41.5	59.0	113.0	176.0

როგორც ცნობილია, აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას კავკასიის მთიან რაიონებში სეზონური თოვლის საფარის ხანგრძლივობა მატულობს, რაც განაპირობებს გრადიენტის სიდიდეების ზრდას დიდი დახრილობის ფერდობებზე. იმის გათვალისწინებით, რომ კავკასიის მთიანი სისტემები განლაგებულია განედების შედარებით ვიწრო ზოლში, ცენტრალური კავკასიონის პირობებში დადგენილი $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ -ს ვერტიკალური გრადიენტების სიდიდეები პრაქტიკულად შეიძლება გამოყენებული იქნეს დანარჩენი მთიანი რაიონებისათვისაც ფერდობებზე წლიური ჯამების გამოსათვლელად.

როგორც ზემოთ აღინიშნა, მზის მიერ განათებულ ფერდობებზე $S_{\varphi} > (D+R)_{\varphi}$ დიდი დახრილობის ჩრდილოეთის ფერდობებზე $S_{\varphi} < (D+R)_{\varphi}$ მაგრამ, R_{φ} არის ზედაპირის ალბედოზე დამოკიდებული ლოკალური პარამეტრი, რომელიც რთულ ოროგრაფიულ პირობებში იცვლება არა მარტო ვერტიკალურ ზონალობაზე დამოკიდებულებით, არამედ განსაზღვრულ ვერტიკალურ ზონაშიც ფიქსირებულ სიმაღლეზე ფერდობების ექსპოზიციის გავლენით. D_{φ} -ც მთის რელიეფის ელემენტებს შორის რადიაციული გაცვლის პირობებში განიცდის ანალოგიურ ლოკალურ ცვლილებებს, რომლის ინტენსივობა სეზონური თოვლის საფარის არსებობის პერიოდში განსაკუთრებით მკვეთრად იზრდება. ამასთან დაკავშირებით, მონმენდილი ცის შემთხვევაში კავკასიის მთიან რაიონებში ფიქსირებულ აბსოლუტურ სიმაღლეზე დიდი დახრილობის ფერდობებზე ჯამური რადიაციის სიდიდეები უფრო მეტად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან დამრეც ფერდობებთან შედარებით. რაც შეეხება ჯამური რადიაციის ფარდობით სიდიდეებს $(\frac{Q_s}{Q_0}, \sum_{\varphi} \frac{Q_s}{\sum_{\varphi} Q_0})$ ისინი ხასიათდებიან გარკვეული სტაბი-

ლურობით. კავკასიის მთიან რაიონებში იდენტური ორიენტაციის ფერდობებზე ამ შეფარდების სტაბილურობის ხარისხის დადგენის მიზნით ჩვენს მიერ რამდენიმე სეზონის (VI-X, 1972-1974 წლები) განმავლობაში ბაშილისა და ჩეგემის ხეობებში (ცენტრალური კავკასიონი, 2,0-3,8კმ) ტარდებოდა დაკვირვებები ჯამურ რადიაციაზე. ამ ხეობებში, ყაბარდოს ვაკეზე და

იალბუზის რაიონში (2,2-3,8კმ) იდენტური ორიენტაციის და დახრილობის ფერდობებისათვის მიღებულმა ჯამური რადიაციის ფარდობითი სიდიდეების შედარებამ გვიჩვენა, რომ მათ შორის სხვაობა მერყეობდა 0,1-0,11-ის, საშუალო კვადრატული გადახრის სიდიდე კი 0,01-0,05-ის ზღვრებში, რის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ რომ განსხვავებული ოროგრაფიულ პი-

რობებში და აბსოლუტურ სიმაღლეზე მიღებული $\frac{\sum_{\sigma} Q_s}{\sum_{\sigma} Q_0}$ -ს

სიდიდეები ახლოა ერთმანეთთან და ისინი, როგორც აღინიშნა, შეიძლება გამოყენებული იქნენ კავკასიის დანარჩენ მთიან რაიონებშიც $\sum_{\sigma} Q_{\text{ფ}}$ -ს სიდიდეების გამოსათვლელად ჰორიზონ-

ტალური ზედაპირისათვის ცნობილი $\sum_{\sigma} Q_0$ -ის მნიშვნელობების გამოყენებით და სეზონური თოვლის საფარის არსებობის ხანგრძლივობის ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების თავისებურებების გათვალისწინებით. ამ ფაქ-

ტზე მიუთითებს ჩვენს მიერ მიღებული $\frac{\sum_{\sigma} Q_{\text{ფ}}}{\sum_{\sigma} Q_0}$ სიდიდეების

შედარებაც ისეთ პუნქტებთან, როგორიცაა ყარადაღი, ლოკარნო-მონტი და სხვა (52).

ჩვენს მიერ დადგენილი კოეფიციენტების

$$K_1 = \frac{\sum_{\sigma} Q_{\text{ფ}}}{\sum_{\sigma} Q_0}, K_2 = \frac{\sum_{\varphi} Q_{\text{ფ}}}{\sum_{\varphi} Q_0}$$

გამოყენებით მოწმენდილი ცის

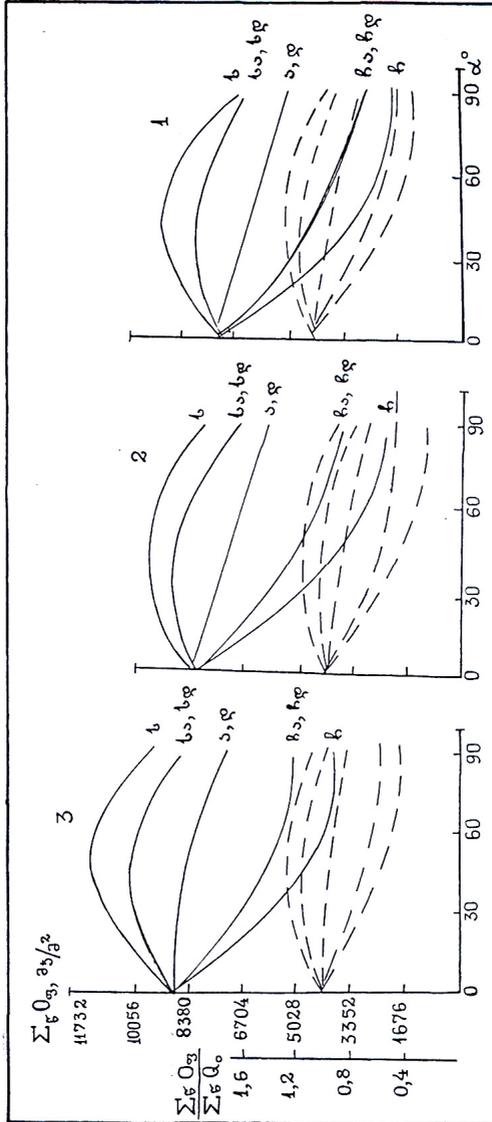
შემთხვევაში გამოთვლილი იქნა $\sum_{\varphi} Q_{\text{ფ}}$ -ს სიდიდეები მერიდიონალურად განლაგებული გუდამაყარისა და განედურად განლაგებული სვანეთის ქედებისათვის. პირველ შემთხვევაში აღმოსავლეთის (დასავლეთის), მეორე შემთხვევაში კი ჩრდილოეთის (სამხრეთის) ექსპოზიციების მაკრო ფერდობებისათვის (ცხრ. 4.1.3) $\sum_{\varphi} Q_0$ -ის სიდიდეები გამოთვლილი იქნა ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთი ფერდობისათვის დადგენილი $\sum_{\varphi} Q_{\text{ფ}} = f(H)$ დამოკიდებულების შემდეგი გამოსახულებით:

$$\sum_{\varphi} Q_{\text{ფ}} = 7030.0 + 578.27H \quad (4.3)$$

რომლებშიც ჯამები მოცემულია მჯ/მ²-ში, სიმაღლე კი კმ-ში. როგორც გამოთვლებმა გვიჩვენა, ფიქსირებულ აბსოლუტურ სიმაღლეებზე განლაგებულ ჰორიზონტალურ ზედაპირზე და ფერდობებზე არსებულ $\sum_{\varphi} Q_s$ -ს სიდიდეებს შორის განსხვავება აღწევს 500%-ს და მეტს, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ მთიან რაიონებში ჰორიზონტალური ზედაპირისათვის მიღებული $\sum_{\varphi} Q_0$ -ის სიდიდეები არ იძლევიან წარმოდგენას იმ რეალურ რადიაციულ პროცესებზე, რასაც აქ ადგილი აქვს მთიანი რელიეფის ელემენტებზე.

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ მთიანი რაიონის რადიაციული რეჟიმის დეტალიზაციის და რეალურ სიტუაციასთან უფრო მეტი მიახლოების გარანტიას იძლევა ქედების მაკროფერდობების მეზორელიეფის (ფერდობებიდან ჩამომდინარე მდინარეების ხეობები) და მიკრორელიეფის (განსაზღვრული ორიენტაციის მეზოფერდობებზე არსებული ჩაღრმავებები ნაღვარევი და სხვა) თავისებურებების გათვალისწინება და მათი გავლენის რაოდენობრივი შეფასება რადიაციულ და მიკროკლიმატურ პროცესებზე.

ღრუბლიანობის პირობებში, როგორც აღინიშნა, ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ჯამური რადიაციის სიდიდე დამოკიდებულია მის სახეობაზე, რაოდენობაზე და მზის დისკოს მდგომარეობაზე. გაუმჭვირვალე ათბალიანი ღრუბლიანობის შემთხვევაში ჯამური რადიაციის სიდიდე განისაზღვრება გაბნეული რადიაციით (D+R), გამჭვირვალე ფორმების შემთხვევაში კი მზის პირდაპირი რადიაციის S სიდიდით. ანალოგიურ კანონზომიერებებს ადგილი აქვს ფერდობების შემთხვევაშიც. ჯამურ რადიაციაში მზის პირდაპირი რადიაციის სიდიდის პრევალირებისას სამხრეთის (სა, სდ) ფერდობებზე Q_{φ} -ს ნაკადი იზრდება. ამასთანავე ერთად, როგორც ნაჩვენებია (16)-ში და დასტურდება ჩვენი მონაცემებით ღრუბლიანობის გავლენის შედეგად Q_{φ} -ს ინტენსივობა და ჯამები მაქსიმალურად მცირდება წელიწადის ცივ (მზის დაბალი სიმაღლეების პირობებში) და მინიმალურად-თბილ პირობებში.



ნახ. 4.1.4 დამოკიდებულებები $\sum_{\varphi} Q_s = f(\alpha)$ და $\sum_{\varphi} Q_s = f(\alpha)$

ტერსკოლის პიკზე (1) ტერსკოლში (2) და ყაბარდოს ვაკეზე (3)

ცხრილი 4.1.3.

$\sum_{\nu} Q_s$ -ს სიდიდეები გუდამაყრისა და სვანეთის ქედების მაკროფერდობებზე, მჯ/მ²

ქედი, ფერდობის ექსპოზიცია	H, კმ	α გრადუსი		
		0	15	30
გუდამაყრის ქედი, დასავლეთი, აღმოსავლეთი	0	7030.0	6400.0	6300.0
	1	7608.0	7100.0	695060
	2	8187.0	7800.0	7600.0
	3	8765.0	8500.0	8300.0
	4	9343.0	9100.0	8900.0
სვანეთის ქედი, ჩრდილოეთი	0	9343.0	5400.0	3950.0
	1	9343.0	6000.0	4400.0
	2	9343.0	6600.0	5000.0
	3	9343.0	7400.0	5600.0
	4	9343.0	7900.0	6200.0
სვანეთის ქედი, სამხრეთი	0	9343.0	8050.0	8760.0
	1	9343.0	8700.0	9100.0
	2	9343.0	9300.0	9900.0
	3	9343.0	9805.0	10600.0
	4	9343.0	10500.0	11200.0

ქედი, ფერდობის ექსპოზიცია	H, კმ	α გრადუსი			
		45	60	75	90
გუდამაყრის ქედი, დასავლეთი, აღმოსავლეთი	0	5900.0	5300.0	4700.0	4300.0
	1	660060	6210.0	5600.0	5100.0
	2	7350.0	7000.0	6300.0	5700.0
	3	8050.0	7700.0	73350.0	7000.0
	4	8800.0	8600.0	8300.0	8100.0
სვანეთის ქედი, ჩრდილოეთი	0	2400.0	2000.0	1600.0	1400.0
	1	3000.0	2350.0	2000.0	1850.0
	2	3600.0	2750.0	2350.0	2100.0
	3	4200.0	3600.0	3560.0	3600.0
	4	4700.0	4400.0	4150.0	4200.0
სვანეთის ქედი, სამხრეთი	0	8840.0	8470.0	7220.0	6670.0
	1	9600.0	9500.0	8300.0	7200.0
	2	1035.0	1000.0	9080.0	8050.0
	3	11100.0	11150.0	10400.0	8900.0
	4	11650.0	11950.0	10450.0	10100

ღრუბლიანობის კონკრეტული იარუსებისათვის ჩატარდა ჯამური რადიაციის სიდიდეების დიფერენცირებული ანალიზი. დადგინდა, რომ ქვედა იარუსი და ვერტიკალური გაუმჭვირვალე ღრუბლიანობისას (0^0 , Π) ადგილი აქვს $\sum_{\sigma} Q_s$ და $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ -ს სიდიდეების შემცირებას ფერდობების დახრილობის კუთხის ზრდის სინქრონულად. გაუმჭვირვალე მთლიანი მოღრუბულობის პირობებში ფერდობებზე ჯამური რადიაციის სიდიდეებს შორის აზიმუტალური განსხვავება, როგორც წესი, ნაკლებია მონმენდილ ცასთან შედარებით. ამ მოვლენას ადგილი აქვს იმ შემთხვევაშიც, როდესაც სახეზეა ნაწილობრივ ღრუბლიანობა, მაგრამ მზის დისკო დაფარულია ღრუბლით (დისკო შეიმჩნევა, საგნები კი ჩრდილს არ იძლევიან), ან მზის დისკოს სავარაუდო მდგომარეობის ადგილზე ღრუბლებში შეინიშნება დიფუზიური ლაქა. ღრუბლიანობის ზემოთაღნიშნულ პირობებში დაბლობ რაიონებში ფერდობის დახრილობის კუთხის ზრდისას 0^0 -დან 90^0 -მდე $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ -ს სიდიდეები ჩვენი მონაცემებით საშუალოდ მცირდება 1800,0მჯ/მ²-დან 750.00მჯ/მ²-მდე ჩრდილოეთის, 900,0მჯ/მ²-მდე სამხრეთის და 880,0მჯ/მ²-დე აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ორიენტაციებზე. ზღვის დონიდან 4 კმ-ის სიმაღლის ზღვრებში (იალბუზის სამხრეთი ფერდობი, ყინულოვანი ბაზა, თერთმეტის თავშესაფარი) $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ -ს სიდიდეები მცირდება 3000,0მჯ/მ²-დე აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ფერდობებზე. ამრიგად, ადგილის სიმაღლის ზრდისას $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ -ს სიდიდე ფერდობებზე საშუალო მატულობს, რაც განპირობებულ ია ღრუბლების განმხნევი უნარიანობის და სეზონური თოვლის საფარის არსებობის

ცხრილი 4.1.4.

a და b კოეფიციენტების მნიშვნელობები $K = aH + b$

ორიენ- ტაცია	a^0											
	15		30		45		60		75		90	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
ჩ	0.03	0.87	0.03	0.80	0.04	0.70	0.03	0.63	0.03	0.54	0.03	0.43
ს	0.02	0.96	0.02	0.87	0.02	0.79	0.02	0.71	0.03	0.60	0.02	0.51
ა	0.01	0.95	0.02	0.85	0.01	0.79	0.01	0.71	0.02	0.59	0.01	0.51
დ	0.01	0.93	0.01	0.88	0.01	0.79	0.01	0.70	0.01	0.60	0.01	0.51

ხანგრძლივობის ზრდით. დამოკიდებულებები

$$\frac{\sum_{\forall} Q_{\forall} = f(H)}{\sum_{\sigma} Q_0}$$

ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნ-

ქციების სახით $\frac{\sum_{\forall} Q_{\forall}}{\sum_{\sigma} Q_0} = aH + b$, რომლებშიც შემავალი კოე-

ფიციენტების a,b სიდიდეები წარმოადგენენ ფერდობის ორიენტაციის და დახრილობის კუთხის ფუნქციებს.

$$K = \frac{\sum_{\sigma} Q_s}{\sum_{\sigma} Q_0}$$

სიდიდეები არ არიან დამოკიდებული ად-

გილის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე, რის შედეგად მათი გამოყენება შესაძლოა $\sum_{\sigma} Q_{\forall}$ და $\sum_{\forall} Q_{\sigma}$ -ს სიდიდეების გამოთვლის მიზნით კავკასიის სხვა რაიონებისათვის, რაც კერძოდ აგრეთვე გამომდინარებს K-ს სიდიდეების შედარებიდან ანალოგიური ორიენტაციისა და დახრილობის ფერდობების შეთმხვევაში კავკასიონის წინამთისა და ტაშკენტისათვის (16). ნელინადის განმავლობაში ამ რაიონებისათვის K მერყეობს $\pm 2 - 4\%$ ($\alpha \leq 30^0$) და $\pm 3 - 5\%$ - ის ფარგლებში ($\alpha \geq 30^0$). α -ს ზრდისას 0^0 -დან 90^0 -მდე K-ს სიდიდე მცირდება დაბლობ რაიონებში 1,0-0,42(ჩ), 10-0,49(ს), 1,0-

0,5-ის ზღვრებში (ა.დ), ზღვის დონიდან 4 კმ სიმაღლეზე კი შესაბამისად 1,0-0,56(ჩ), 1,0-0,60(ს) და 1,0-0,54-ის საზღვრებში (ა.დ.).

$\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ და $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ -ს სიდიდეები ღრუბლიანობის პირობებში იცვლებიან ფართო დიაპაზონში. ამ ჯამების ექსტრემალური სიდიდეები გამოთვლილი იქნა ჯამური რადიაციის ინტენსივობის ექსტრემალური მნიშვნელობების დღიური სვლის მრუდების დახმარებით. ყაბარდოს ვაკეზე ქვედა იარუსისა და ვერტიკალური განვითარების ატბალიანი მოღრუბლულობის პირობებში (0, 0°, Π, დიფუზიური ლაქა) $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ -ს სიდიდეები, მაგალითად, ჩრდილოეთის ფერდობებზე იცვლებოდნენ შემდეგ საზღვრებში: 3280.0-500.0 ($\alpha = 0$), 3000.0-440.0 (15°), 2860.0-460.0 (30°), 3730.0-440 (45°), 2470.0-370.0 (60°), 2190.0-340.0 (75°), 1800.0-300.0მჯ/მ² (90°).

იდენტურ დახრილობებზე $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ -ს და $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ -ს ექსტრემალური მნიშვნელობების ცვლილების ზღვრები ოთხი ძირითადი ორიენტაციის (ჩ, ა, დ, ს) ფერდობებისათვის ახლოა ერთმანეთთან, რაც განპირობებულია ატბალიანი მოღრუბლულობისას ცის თაღზე გაბნეული რადიაციის იზოტროპული განაწილებით.

ისევე როგორც ჰორიზონტალური ზედაპირის შემთხვევაში ჯამები მაქსიმალურია ზედა იარუსის და მინიმალურია ქვედა იარუსის მოღრუბლულობის პირობებში.

ნაწილობრივი ღრუბლიანობის პირობებში ფერდობებზე ჯამური რადიაციის გამოსათვლელ ფორმულას აქვს შემდეგი სახე (52)

$$\sum_{\sigma} Q_{\sigma} = \sum_{\sigma} Q_0(1 - kn) \tag{4.4}$$

რომელშიც $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$, $\sum_{\sigma} Q_0$ არიან ფერდობებზე თვითური ჯამები ნაწილობრივი მოღრუბლულობისა და მონმენდილი ცის შემთხვევაში, n არის ღრუბლიანობის რაოდენობა ერთეულის ნაწილებში. k წარმოადგენს ემპირიულ კოეფიციენტს, რომელიც განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებიდან:

$$K = \frac{\sum_{\sigma} Q_0 - \sum_{\sigma} Q_{\sigma}}{\sum_{\sigma} Q_0} \quad (4.5)$$

ამ გამოსახულებაში $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ არის ჯამური რადიაციის თვითური ჯამი შესაბამისი იარუსის ათბალიანი ღრუბლიანობის შემთხვევაში, როგორც ჩვენი დაკვირვების მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, K -ს სიდიდე დამოკიდებულია ღრუბლიანობის სახეობაზე და მათი ცის თაღზე განაწილების თავისებურებებზე, ფერდობის დახრილობის კუთხეზე, აზიმუტზე, მზის სიმაღლეზე და ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკურ თვისებებზე (ალბედო). ჩრდილოეთის (ჩა, ჩდ), აღმოსავლეთის (დ) ფერდობებისათვის K შეიძლება იყოს დადებითი, უარყოფითი და ნულის ტოლი (111) K -ს სიდიდეები მაღალმთიანი რაიონებისათვის დაბლობ რაიონებთან შედარებით ნაკლებია, რაც გამომწვეულია ამ რაიონებში $\sum_{\sigma} Q_s$ -ს მაღალი მნიშვნელობით, გარდა ამისა, ზედა იარუსის შემთხვევაში K -ს სიდიდეები სიდიდეები ნაკლებია დანარჩენ იარუსებთან შედარებით, რაც აიხსნება $\sum_{\sigma} Q_0$ და $\sum_{\sigma} Q_s$ -ს სიდიდეების მცირე განსხვავებით.

ჩვენს მიერ მიღებული K -ს სიდიდეების, მრავალწლიური საშუალო თვითური საერთო ღრუბლიანობის და მონმენდილი ცის შემთხვევაში აქტინომეტრიულ ქსელზე მიღებული ჯამური რადიაციის თვითური ჯამების გამოყენებით (4.4) ფორმულით შესაძლებელი ხდება $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ -ს სიდიდეების გამოთვლა რეალური ღრუბლიანობის პირობებშიც, რასაც კერძოდ დიდი მნიშვნელობა აქვს მთიან რაიონებში რელიეფის ელემენტებზე მიმდინარე მიკროკლიმატური პროცესების ენერგეტიკული ბაზის ობიექტური შეფასების თვალსაზრისით. მითუმეტეს, რომ ცვალებადი ღრუბლიანობის გავლენის რაოდენობრივი შეფასება ფერდობებზე მოსული ჯამური რადიაციის სიდიდეებზე წარმოადგენს რთულ პრობლემას, რომელიც დღემდე არასაკმარისად დამუშავებულია მეთოდური თვალსაზრისით (52,16,111).

ფერდობებზე ჯამური რადიაციის სიდიდეებზე ექსპერიმენტალური მონაცემების ეპიზოდური ხასიათისა და უმე-

ტესნილად არარსებობის შედეგად, როგორც აღნიშნულია (52)-ში, რიგი ავტორებისა რეალური ღრუბლიანობის პირობებში ფერდობებზე და ვერტიკალურ კედლებზე ჯამური რადიაციის სიდიდეების გამოსათვლელად მიმართავს იზოტროპული მიახლოების ფორმულას, მაგალითად, კედლების შემთხვევაში:

$$Q_3 = S_3 + \frac{1}{2} D_0 + \frac{1}{2} Ra \quad (4.6)$$

რომელშიც S_3 , D_0 , და Ra არიან შესაბამისად მზის პირდაპირი რადიაცია ვერტიკალურ ზედაპირზე, გაბნეული რადიაცია ჰორიზონტალურ ზედაპირზე და ჰორიზონტალური ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი რადიაცია. (4.6) ფორმულის გამოყენებისას დაშვებულია D და Ra -ს იზოტროპული განაწილება, რაც არ შეეფერება სინამდვილეს, ვინაიდან ცის თალის მიერ გაბნეული D და ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი რადიაციის Ra ინტენსივობები დამოკიდებულია მიმართულებაზე და დახრილ ზედაპირზე (კერძოდ კედლებზე) მათი სიდიდის ზუსტად გამოსათვლელად აუცილებელია მათი კუთხური განაწილების კანონზომიერებების ექსპერიმენტალური შესწავლა. იზოტროპული მიახლოებით გამოთვლილი $\sum Q_s$ -ს სიდიდეების ცდომილება დაკვირვების შედეგად მიღებულ ჯამებთან შედარებით, მაგალითად, სამხრეთის (სა, სდ) კედლებზე აღწევს ზაფხულში 15, ზამთარში 26%-ს, ჩრდილოეთის (ჩა, ჩდ) კედლებზე კი 100% და მეტს.

ექსპერიმენტული სახის ინფორმაციის ნაკლებობა განაპირობებს ფერდობებისათვის ჯამური რადიაციის სიდიდეების გამოთვლის ნახევრადემპირიული მეთოდების დამუშავების აქტუალობას ცნობილი ასტრონომიული, მეტეოროლოგიური და აქტინომეტრიული პარამეტრების გამოყენებით. კერძოდ, (15)-ში მოცემულია ასეთი სახის ფორმულა მონმენდილი ცის შემთხვევაში ფერდობებზე ჯამური რადიაციის სიდიდეების გამოსათვლელად:

$$\sum Q_s = \left(\frac{\sinh_s T_s}{\sinh_0 T_0} 0.9 + \frac{\sum (D+R)}{\sum Q_0} + \beta \right) \sum Q_0 \quad (4.7)$$

სადაც h_0, h_s, T_s, T_0 არიან შესაბამისად მზის მაქსიმალური სიმაღლეები და მზის ნათების ხანგრძლივობა ფერდობებზე და ჰორიზონტალურ ზედაპირზე: $\sum (D+R)_s, \sum Q_0$ შესაბამისად გაბნეული და ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი რადიაციების და ჯამური რადიაციის ჯამები ფერდობებზე β შესწორების კოეფიციენტი. $\sinh_s, \sinh_0, T_s, T_0$ განისაზღვრებიან ინსტრუმენტალურად ანდა ცნობარებში არსებული ცხრილებით და თანაფარდობებით. $\sum Q_0$ -ის სიდიდე გამოითვლება აქტინომეტრიული სადგურების ქსელის მონაცემებით. $\sum Q_{\text{ფ}}$ -ს გამოთვლისას (4.7) გამოსახულებით ძირითადად სიძნელეს წარმოადგენს შეფარდების $\frac{\sum (D+R)_s}{\sum Q_0}$ განუსაზღვრელობა, რომლის ზუსტად დასადგენად

გენად აუცილებელი ხდება სპეციალური დაკვირვებების ორგანიზაცია წელიწადის განმავლობაში, რაც დაკავშირებულია გარკვეულ სიძნელებთან განსაკუთრებით ძნელად მისაწვდომ მაღალმთიან რაიონებში.

ჩვენი დაკვირვებების შედეგად ოთხი ძირითადი ორიენტაციის (ჩ, ს, ა, დ) $0-90^\circ$ -ის დახრილობის ფერდობებისათვის დადგენილი იქნა $\frac{\sum (D+R)_s}{\sum Q_0}$)ის დახრილობის კუთხეზე -

α დამოკიდებულებების ანალიზური სახეები, ამ შეფარდების სიდიდე წარმოადგენს ფერდობის აზიმუტის დახრილობის კუთხის ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის, ქვეფენილი ზედაპირის და ატმოსფეროს ფიზიკური თვისებების რთულ

ფუნქციას. დამოკიდებულება $\frac{\sum (D+R)_s}{\sum Q_0} = f(\alpha)$ ანალიზურად

რად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით ჩრდილოეთის და მეორე რიგის პარაბოლის სახით სამხრეთის, აღმოსავლეთის (დ) ორიენტაციებისათვის. ამ დამოკიდებულების ანალიზური სახეები დადგენილი იქნა დაბლობი და მთიანი

რაიონებისათვის წელიწადის თბილი და ცივი (თოვლის საფარი) პერიოდების შემთხვევაში (ცხრ. 4.1.5).

(4.8)-(4.19) გამოსახულებებით გამოთვლილი შეფარდებების სიდიდის აბსოლუტური ცდომილება მერყეობს ± 0.02 -ის წრფივი დამოკიდებულებებისათვის და $0.03-0.04$ -ის ზღვრებში მეორე რიგის პარაბოლებისათვის.

(4.7) –ში შესაბამისი ორიენტაციებისათვის დადგენილი (4.8)- (4.19) გამოსახულებების ჩასმით ვლებულობთ ფერდობებზე ჯამური რადიაციის გამოსათვლელ ფორმულებს, რომლებიც არ შეიცავენ უცნობ რადიაციულ პარამეტრებს და არ საჭიროებენ სპეციალური აქტინომეტრიული დაკვირვებების ორგანიზაციას. მაგალითად, ივლისის თვისათვის ჩრდილოეთი კავკასიის წინამთაში სამხრეთის ორიენტაციის ფერდობებზე $\sum_{\sigma} Q_{\vartheta}$ -ს გამოსათვლელ ფორმულას აქვს შემდეგი სახე:

$$\sum_{\sigma} Q_{\vartheta} = \left(\frac{\sinh_s T_0}{\sinh_0 h_s} 0.9 + 0.221 + 0.0016\alpha + \right. \\ \left. + 0.00001\alpha^2 \right) (840.0 + 84.0H) \quad (4.20)$$

ცხრილი 4.1.5

დამოკიდებულებების $\frac{\sum (D+R)_s}{\sum Q_0} = f(\alpha)$ ანალიზური სახეები

№	რაიონი	ორ.	პერიოდი	გამოსახულება
1	ყაბარდოს ვაკე	ჩ	თბილი	$\frac{\sum (D+R)_{\vartheta}}{\sum Q_0} = 0.208 + 0.25 \alpha \cdot 10^{-3} \quad (4.8)$
		ჩ	ცივი	$\frac{\sum (D+R)_{\vartheta}}{\sum Q_0} = 0.121 + 0.88 \alpha \cdot 10^{-3} \quad (4.9)$
		ს	თბილი	$\frac{\sum_{\sigma} (D+R)_{\vartheta}}{\sum Q_0} = 0.221 + 0.016 \alpha - 0.1 \alpha^2 \cdot 10^{-4} \quad (4.10)$

		ს	ცვივი	$\frac{\sum_{\omega} (D+R)_{\beta}}{\sum Q} = 0.123 + 0.0033\alpha - 0.2\alpha^2 \cdot 10^{-4}$ (4.11)
		ა(დ)	თბილი	$\frac{\sum_{\omega} (D+R)_{\beta}}{\sum Q_0} = 0.236 + 0.04\alpha \cdot 10^{-3}$ (4.12)
		ა(დ)	ცვივი	$\frac{\sum_{\omega} (D+R)_{\beta}}{\sum Q_0} = 0.068 + 0.41\alpha \cdot 10^{-2}$ (4.13)
2	მა- ლალ- მთიან- ნი რა- იონე- ბი	ჩ	თბილი	$\frac{\sum_{\omega} (D+R)_{\beta}}{\sum Q_0} = 0.075 + 0.5\alpha \cdot 10^{-3}$ (4.14)
		ჩ	ცვივი	$\frac{\sum (D+R)_{\beta}}{\sum Q_0} = 0.068 + 0.41\alpha \cdot 10^{-2}$ (4.15)
		ს	თბილი	$\frac{\sum (D+R)_{\beta}}{\sum Q_0} = 0.090 + 0.7\alpha^2 \cdot 10^{-3}$ (4.16)
		ს	ცვივი	$\frac{\sum (D+R)_{\beta}}{\sum Q_0} = 0.221 + 0.5\alpha^2 \cdot 10^{-4}$ (4.17)
		ა(დ)	თბილი	$\frac{\sum (D+R)_{\beta}}{\sum Q_0} = 0.084 + 0.6\alpha^2 \cdot 10^{-3}$ (4.18)
		ა(დ)	ცვივი	$\frac{\sum (D+R)_{\beta}}{\sum Q_0} = 0.085 + 0.45\alpha^2 \cdot 10^{-2}$ (4.19)

სადაც $\sum_{\sigma} Q_s = 840.0 + 84.0H$ არის ცენტრალური კავ-
 კასიონის ჩრდილოეთი ფერდობისათვის ჩვენს მიერ დადგე-
 ნილი ემპირიული დამოკიდებულების $\sum_{\sigma} Q_0 = f(H)$ ანა-
 ლიზური სახე ივლისისათვის. (4.20) სახის ფორმულებით
 $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ -ს გამოთვლებში გათვალისწინებული უნდა იქნეს
 თოვლის საფარის ხანგრძლივობის არსებობა ადგილის აბ-
 სოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით (ქვეფენილი ზე-
 დაპირის ალბედო), რომელიც გადამწყვეტ გავლენას ახდენს
 $\sum (D+R)_s$ სიდიდეების ფორმირებაზე განსაკუთრებით
 დიდი დახრილობის ფერდობის შემთხვევაში. ამ მიზნით შე-
 იძლება გამოყენებულ იქნას თოვლის საფარის ფორმირების
 და გაქრობის პერიოდებისათვის თოვლის ხაზის საშუალო
 სიმაღლისთვის რიგით ნომერზე დამოკიდებულების (109)-ში
 მოცემული გრაფიკული ან ანალიზური სახეები (4.20)-ში გა-
 მოთვლილ და დაკვირვების შედეგად მიღებულ ჯამებს შო-
 რის საშუალო კვადრატული გადახრის სიდიდე არ აღემატება
 30,0-ს ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში (16)-ში ფერდო-
 ბებზე ჯამური რადიაციის გამოსათვლელად მოცემულია
 შემდეგი სახის ფორმულა:

$$\sum Q_{\sigma} = \sum Q_0 \left(\frac{\sinh_s T_0}{\sinh_0 h_s T_0} 0.9 + b \right) \frac{S}{S_{\sigma}} + \left(\cos^2 \frac{\alpha}{2} + \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right) \left(1 - \frac{S}{S_{\sigma}} \right) \quad (4.21)$$

რომელშიც $b = \frac{\sum (D+R)_s}{\sum Q} + \beta$, S და S_{σ} - მზის ნათების

ხანგრძლივობაა ღრუბლიან და მონმენდილ დღეებში, A
 არის ქვეფენილი ზედაპირის ალბედო, α კი ფერდობის დახ-
 რილობის კუთხე. $\cos^2 \frac{\alpha}{2} + \sin^2 \frac{\alpha}{2}$ წარმოადგენს გაბნეული და

არეკლილი რადიაციების გამოსათვლელ იზოტროპული მი-
 ახლოვების გამოსახულებას. როგორც აღინიშნა, ფერდობებ-
 ზე დაცემული ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი და ცის
 თალის მიერ გაბნეული რადიაციის სიდიდეების გამოთვლა
 იზოტროპული მიახლოვების ფორმულებით განსაკუთრე-

ბით დიდი დახრილობის ($\alpha > 30^\circ$) შემთხვევაში დაკავშირებულია მნიშვნელოვან ცდომილებებთან, ცხადია რომ ეს გარემოება არსებითად ზღუდავს (4.21) ფორმულის გამოყენების შესაძლებლობებს. (4.20) ფორმულით გამოთვლების სიზუსტე არსებითად მალდება თუ მასში შემავალი იზოტროპული მიახლოების გამოსახულებები შეიცვლება მოღრუბლულობის პირობებში ფერდობებზე დაკვირვებების შედეგად მიღებული შესაბამისი ანალიზური გამოსახულებებით (121). როგორც ჩვენი დაკვირვებების შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს ათბალიანი მოღრუბლულობის პირობებში

$$\frac{\sum (D+R)_s}{\sum Q_0}$$

სიდიდე არის ფერდობის დახრილობის კუთხის

ფუნქცია, რომლის მატებისას იგი თბილი პერიოდისათვის მცირდება მეტად წელიწადის ცივ პერიოდთან შედარებით. იგი ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციების სახით (ცხრ. 4.1.6)

ცხრილი 4.1.6.

დამოკიდებულების $\frac{\sum (D+R)_s}{\sum Q_0} = f(\alpha)$ ანალიზური სახეები

ქვედა იარუსის მთლიანი მოღრუბლულობის პირობებში

№	რაიონი	ორ.	პერიოდი	გამოსახულება
1	დაბლობი რაიონები	ჩ	თბილი	$\frac{\sum (D+R)_g}{\sum Q_0} = 1.00 - 0.07 \alpha$ (4.22)
ჩ		ცივი	$\frac{\sum (D+R)_g}{\sum Q_0} = 1.00 - 0.06 \alpha$ (4.23)	
ს		თბილი	$\frac{\sum_{\sigma} (D+R)_g}{\sum Q_0} = 1.00 - 0.06 \alpha$ (4.24)	
ს		ცივი	$\frac{\sum_{\sigma} (D+R)_g}{\sum Q} = 1.00 - 0.0055 \alpha$ (4.25)	

		ა(დ)	თბილი	$\frac{\sum_{\sigma} (D+R)_{\text{გ}}}{\sum Q_0} = 1.00 - 0.0065\alpha$ (4.26)
		ა(დ)	ცივი	$\frac{\sum_{\sigma} (D+R)_{\text{გ}}}{\sum Q_0} = 1.00 - 0.06\alpha$ (4.27)
2	მთიანი რაიონები	ჩ	თბილი	$\frac{\sum_{\sigma} (D+R)_{\text{გ}}}{\sum Q_0} = 1.00 - 0.0064\alpha$ (4.28)
		ჩ	ცივი	$\frac{\sum (D+R)_{\text{გ}}}{\sum Q_0} = 1.00 - 0.0045\alpha$ (4.29)
		ს	თბილი	$\frac{\sum (D+R)_{\text{გ}}}{\sum Q_0} = 1.00 - 0.0064\alpha$ (4.30)
		ს	ცივი	$\frac{\sum (D+R)_{\text{გ}}}{\sum Q_0} = 1.00 - 0.0045\alpha$ (4.31)
		ა(დ)	თბილი	$\frac{\sum (D+R)_{\text{გ}}}{\sum Q_0} = 1.00 - 0.0058\alpha$ (4.32)
		ა(დ)	ცივი	$\frac{\sum (D+R)_{\text{გ}}}{\sum Q_0} = 1.00 - 0.0023\alpha$ (4.33)

როგორც (4.22)-(4.33) გამოსახულებების შედარებიდან ჩანს, ყველა ორიენტაციაზე თბილი პერიოდისათვის

$\frac{\sum (D+R)_{\text{გ}}}{\sum Q_0}$ -ს სიდიდე ფერდობის დახრილობის კუთხის

ზრდისას მცირდება შედარებით მეტად, ვიდრე ცივ პერიოდში სეზონური თოვლის საფარს არსებობის პირობებში.

დამოკიდებულებების $\frac{\sum (D+R)_{\text{გ}}}{\sum Q_0} = f(\alpha)$ და

$$\frac{\sum Q_s}{\sum Q_0} = f(\alpha) \text{ ზემოთ მოყვანილი ანალიზური სახეების ჩას-}$$

მით (4.21) გამოსახულებაში გამოირიცხება იზოტროპიული მიახლოების წევრები. მაგალითად, სამხრეთის ექსპოზიციის ფერდობებისათვის წელიწადის ცივ პერიოდში (4.21) გამოსახულება ღებულობს შემდეგ სახეს:

$$\sum Q_{\sigma} = \sum Q_0 \left(\frac{\sinh_s T_0}{\sinh_0 h_s T_0} 0.9 + 0.123 + 0.0033\alpha - \right. \\ \left. - 0.00002\alpha^2 \right) \frac{S}{S_{\sigma}} + (1.038 - 0.0038\alpha) \left(1 - \frac{S}{S_{\sigma}} \right) \quad (4.34)$$

აღსანიშნავია, რომ (4.34) გამოსახულება და ანალოგიური ფორმულები სხვა ორიენტაციებისათვის, რომლებიც მიღებულ იქნა კავკასიის დაბლობი და მთიანი რაიონებისათვის, არ შეიცავენ უცნობ პარამეტრებს, რომელთა მოსაპოვებლად აუცილებელი იქნებოდა სათანადო ხანგრძლივი ექსპერიმენტების ორგანიზაცია. მიღებული ფორმულებით არსებითად მალღდება ფერდობებისათვის ჯამური რადიაციის სიდიდეების გამოთვლის სიზუსტე. დაკვირვებებით მიღებულ და ამ გამოსახულებებით გამოთვლილ $\sum Q_{\sigma}$ -ს სიდიდეებს შორის კვადრატული გადახრა σ შეადგენს 30,0-50,0მჯ/მ²-ს (4.34). $\frac{\sum Q_s}{\sum Q_0}$ -ის სიდიდეების გამოთვლის საშუა-

ლო კვადრატული ცდომილება შეადგენს ზაფხულში 0,61 ჩრდილოეთის, 0,055 სამხრეთის ფერდობებზე, ზამთარში – შესაბამისად 0,085 და 0,150-ს. წელიწადის ამ პერიოდებისათვის ანალოგიური შედეგები მცირე განსხვავებით მიღებულია აგრეთვე (16)-იც.

ფერდობებზე ჯამური რადიაციის დღის ჯამების ფარდობითი სიდიდეების $\frac{\sum Q_s}{\sum Q_0}$ მზის ნათების ხანგრძლივობის

შესაბამის სიდიდეებთან – S შედარება გვიჩვენებს, რომ მათ შორის არსებობს წრფივი დამოკიდებულება:

$$\frac{\sum Q_s}{\sum Q_0} = aS + b \quad (4.35)$$

რომელშიც $\sum Q_s$ და $\sum Q_0$ არიან რადიაციის ჯამები ფერდობებზე და ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ნაწილობრივი ღრუბლიანობის პირობებში, a და b კი კოეფიციენტები.

$b = \frac{\sum Q_s}{\sum Q_0}$ სრული ღრუბლიანობის პირობებში. როდესაც

$S = 0$, მაშინ $b = \left(\frac{\sum Q_s}{\sum Q_0}\right)_{S=0} = \frac{\sum Q_s}{\sum Q_0}$. კოეფიციენტი a განი-

საზღვრება შემდეგი გამოსახულებიდან:

$$a = + \frac{\left(\frac{\sum Q_s}{\sum Q_0}\right)_{S_{\text{მწვ}}} - b}{S_{\text{მწვ}}} \quad (4.36)$$

რომელშიც $S_{\text{მწვ}}$ არის მზის ნათების შესაძლო ხანგრძლივობა დღის განმავლობაში. $\left(\frac{\sum Q_s}{\sum Q_0}\right)_{S_{\text{მწვ}}}$ - რადიაციის

ფარდობითი ჯამი მონმენდილი ამინდის პირობებში. (4.36) და დამოკიდებულების აპრობაცია ჩატარდა ჩრდილოეთის და სამხრეთის ორიენტაციების ფერდობებისათვის დაკვირვებების ინფორმაციის გამოყენებით. კოეფიციენტი b წარმოადგენს ფერდობის დახრილობის ფუნქციას. დამოკიდე-

ბულებას $\left(\frac{\sum Q_s}{\sum Q_0}\right)_{S_{\text{მწვ}}} = f(\alpha)$ აქვს კვადრატული ფუნქციის სა-

ხე. ორივე ორიენტაციის შემთხვევაში დაბლობი რაიონებისათვის (I-VIII)

$$\left(\frac{\sum Q_s}{\sum Q_0}\right)_{S_{\text{მწვ}}} = 0.955 - 0.00007 \alpha^2 \quad (4.37)$$

მთიანი რაიონებისათვის

$$\left(\frac{\sum Q_g}{\sum Q_0}\right)^\alpha = 0.980 - 0.00006 \alpha^2 \quad (4.38)$$

(4.37)-(4.38) გამოსახულებების ჩასმით (4.35)-ში ვლებულობთ დაბლობი რაიონებისათვის

$$\left(\frac{\sum Q_g}{\sum Q_0}\right)^\alpha = (0.955 - 0.00007 \alpha) + aS \quad (4.39)$$

მთიანი რაიონებისათვის

$$\left(\frac{\sum Q_g}{\sum Q_0}\right)^\alpha = (0.980 - 0.00006 \alpha) + aS \quad (4.40)$$

(4.39)-(4.40) გამოსახულებაში a იცვლება მთიანი რაიონებისათვის იანვარში 0,02-0,07, ივლისში 0,00-0,02-ის და შესაბამისად 0,05-0,19 და 0,00 -0,01-ის ზღვრებში სამხრეთის ფერდობებისათვის. b არის ფერდობის ორიენტაციის, დახრილობის და ქვეფენილი ზედაპირის ალბედოს ფუნქცია. α - ს ზრდის ას 0° -დან 90° -მდე b მცირდება დაბლობ რაიონებში 50%-ზე მეტად, მთიან (მაღალმთიან) რაიონებში 35%-ით (ზამთარი) და 45° -ით (ზაფხული). დაბლობი და მთიანი რაიონებისათვის b -ს სიდიდეებში განსხვავება მინიმალურია ზაფხულის და მაქსიმალურია ზამთრის პერიოდში. კავკასიის და შუა აზიის დაბლობ და მთიან რაიონებში მიღებული b -ს სიდიდეების შედარება გვიჩვენებს, რომ მათ შორის განსხვავება უმნიშვნელოა ფერდობების პატარა დახრილობების ($\alpha < 30^\circ$) შემთხვევაში (15,16). მაგალითად 30° -იანი დახრილობის ფერდობებისათვის b შეადგენს ჩრდილოეთის ორიენტაციაზე იანვარში ცენტრალურ კავკასიონზე (0,4-2,2კმ) 0,86-0,89, ტაშკენტში 0,89 ივლისში შესაბამისად 0,78-0,89 და 0,94 სამხრეთის ორიენტაციაზე კი 0,89-0,90 და 0,95 (I) 0,86-0,92 და 0,94 (VII).

4.2 გაბნეული რადიაცია და ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი რადიაცია ფერდობებზე

მთაგორიანი რელიეფის ელემენტებზე ჯამური რადიაციის სიდიდის ფორმირებაში ცის თალის მიერ გაბნეული - D_g , განსაკუთრებით კი ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი - R_g რადიაცია და ელემენტებს შორის რადიაციული გაცვლის პროცესი თამაშობს მნიშვნელოვან როლს. როგორც აღინიშნა, ფერდობებზე დაცემული D და R_g -ს სიდიდეების ზუსტი განსაზღვრისათვის აუცილებელია ცის თალზე D -ს ინტენსივობის კუთხურ განაწილებაზე და R_g -ს ინდიკატრისის ფორმაზე შესაბამისი ექსპერიმენტული მონაცემები (52).

ფერდობებზე D_g და R_g -ს დღიური სვლის კანონზომიერებები დაბლობ რაიონებში განლაგებული ზოგიერთი პუნქტისათვის მოცემულია (52,57). D_g და R_g -ს კუთხურ განაწილებაზე ექსპერიმენტული მონაცემები გაანალიზებულია (53,55)-ში. რიგ შრომებში, მათ შორის (7,157)-ში განხილულია ცის თალის ცალკეული უბნებიდან ფერდობებზე დაცემული D -ს სიდიდეები. აღსანიშნავია, რომ (52)-ში გაანალიზებულია D -ს დღიური მსვლელობის კანონზომიერებები ძირითადად დაბლობ რაიონებში გალაგებული ფერდობებისათვის. ბუნებრივია, რომ ღია ჰორიზონტალურ ზედაპირზე განლაგებულ ფერდობებზე მიმდინარე რადიაციული პროცესების იმიტაციის პირობებში გამორიცხულია მთიან რაიონებში არსებული რელიეფის ელემენტებს (კერძოდ ფერდობებს) შორის რადიაციული გაცვლის მომენტი, რომელსაც აქ ადგილი აქვს მთელი წლის განმავლობაში და განსაკუთრებით მკვეთრად მულავნდება ცივ პერიოდში დიდი ამრეკლავი უნარიანობის სეზონური თოვლის საფარის არსებობის პირობებში. გარდა ამისა, პატარა აბსოლუტურ სიმაღლეებზე განლაგებულ ფერდობებზე რადიაციული პროცესების იმიტაციისა და მოდელირების პირობებში ყურადღების გარეშე რჩება მათზე ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის გავლენა.

ვინაიდან $(D + R)_{\text{ფ}}$ -ს სიდიდე არის დამოკიდებული არა მარტო ასტრონომიულ ფაქტორზე, ატმოსფეროს და ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკურ თვისებებზე, ღრუბლიანობის რეჟიმზე, არამედ ჰორიზონტის ჩაკეტილობაზე, ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე, ფერდობების ორიენტაციაზე და დახრილობის კუთხეზე, მათ შორის რადიაციული გაცვლის ინტენსივობაზე, ბუნებრივია დაბლობი რაიონებისათვის დადგენილი $D_{\text{ფ}}$ -ს ცვლილებების კანონზომიერებების გავრცელება მთიან და მაღალმთიან რაიონებზე არ არის გამართლებული, რის შედეგად აუცილებელი ხდება ამ პრობლემის შესწავლა უშუალოდ მთიანი რაიონების რთულ ოროგრაფიულ პირობებში ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით. ამის გათვალისწინებით ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობის 0,4-4,0კმ სიმაღლეების დიაპაზონში ოთხი ძირითადი ორიენტაციის (ჩ,ა,ს,დ) ფერდობებისათვის, რომელთა დახრილობის კუთხე იცვლებოდა 0-90°-ის ფარგლებში, ჩვენს მიერ ექსპერიმენტული გზით დადგენილი იქნა $(D + R)_{\text{ფ}}$ -ს წლიური და მაღლივი სვლის ძირითადი კანონზომიერებები მოწმენდილი ცისა და ღრუბლიანობის პირობებში (103,112).

მთიან რაიონებში ფერდობებზე დაცემული გაბნეული რადიაციის - $D_{\text{ფ}}$ სიდიდე წარმოიდგინება შემდეგი სახით:

$$D_{\text{ფ}} = (D + R_{\text{ფ}} + R_l)_{\text{ფ}} \quad (4.41)$$

სადაც D , $R_{\text{ფ}}$ და R_l არის შესაბამისად ფერდობებზე დაცემული ცის თაღის მიერ გაბნეული D , ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი $R_{\text{ფ}}$ და მოპირდაპირე ფერდობებიდან მოცემული ფერდობის მიმართულებით არეკლილი - R_l რადიაცია. რადგანაც რთულ ოროგრაფიულ პირობებში $D_{\text{ფ}}$ -ს ჯამური ნაკადის ცალკეულ მდგენელებად დანაწილება წარმოადგენს რთულ და ხშირ შემთხვევებში გადაუჭრელ ამოცანას, ამის გამო განვიხილავთ ჯამური $D_{\text{ფ}}$ -ს წლიური და მაღლივი მსვლელობების თავისებურებებს. დაბლობი რაიონე-

ბისათვის $D_{\text{ფ}}$ -ს დღიური მსვლელობის თავისებურებები ფერდობის ორიენტაციაზე და კუთხეზე დამოკიდებულები-სათვის მოცემულია (52)-ში. აქ აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ ნელინადის განმავლობაში $D_{\text{ფ}}$ -ს ცვლილების დიაპაზონი ფერდობებზე ცივი (თოვლის საფარი) და თბილი პერიოდები-სათვის მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან: მა-გალითად, ყაბარდოს ვაკეზე მონმენდილი ცის შემთხვევაში (VII, 12სთ), ორიენტაციაზე დამოკიდებულებით $D_{\text{ფ}}$ -ს ცვლი-ლებების დიაპაზონი შეადგენს 0,02(ჩ)-0,06(ა,დ) კვტ/მ²-ს, ხო-ლო თოვლის საფარის შემთხვევაში (I,12სთ). 0,1 (ჩ)-0,20(ს) კვტ/მ²-ს. 0,1(ჩ) - 0,20(ს)კვტ/მ²-ს. ამასთანავე ერთად დაბლობ რაიონებში $D_{\text{ფ}}$ -ს დღიური მსვლელობის მრუდების ურთიერ-თგანლაგება თბილ და ცივ (თოვლი) პერიოდებისათვის არ-სებითად განსხვავდება. თოვლის საფარის პირობებში ორი-ენტაციაზე დამოუკიდებლად $D_{\text{ფ}}$ -ს მაქსიმუმი აღინიშნება ვერტიკალურ, მინიმუმი ჰორიზონტალურ ზედაპირზე. თბილ პერიოდში α -ს ზრდისას $D_{\text{ფ}}$ -ს მაქსიმუმს აღწევს 75⁰-ზე აღ-მოსავლეთის (7-8სთ), დასავლეთის (17-18სთ), 90⁰-ზე სამ-ხრეთის (12სთ), მინიმუმს 60⁰-ზე ჩრდილოეთის (12სთ) ორი-ენტაციაზე.

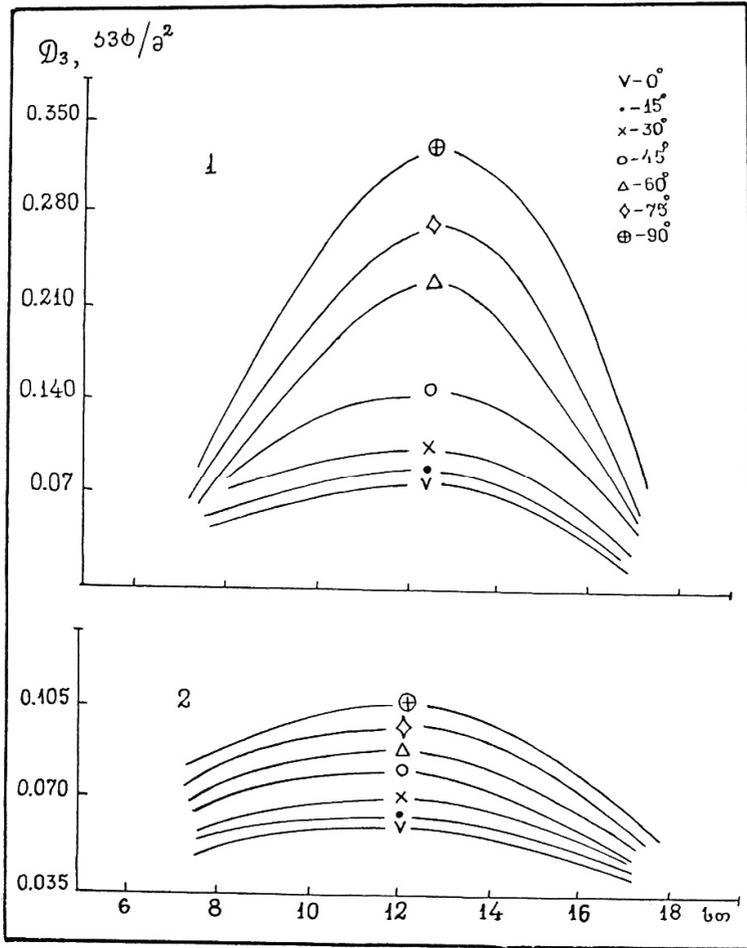
მაღალმთიან რაიონებში (ტერსკოლის პიკი) $D_{\text{ფ}}$ -ს ცვლილების დიაპაზონი ზაფხულში (VII,12სთ) საშუალოდ მერყეობს 0,04(ს)- 0,07(ა,დ) კვტ/მ²-ის, ზამთარში (1, 12სთ) კი 0,25-0,29კვტ/მ²-ის ზღვრებში. კავკასიის მაღალმთიან რაიო-ნებში ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკურ თვისებებზე დამო-უკიდებლად (თოვლი, უთოვლო) ფერდობებზე $D_{\text{ფ}}$ -ს სიდი-დეების განაწილების დამახასიათებელი თავისებურებას (დაბლობი რაიონებისაგან განსხვავებით) წარმოადგენს ის, რომ $D_{\text{ფ}}$ -ს მაქსიმუმი აღინიშნება ვერტიკალურ, მინიმუმი – ჰორიზონტალურ ზედაპირზე. ფერდობების დახრილობის კუთხეზე დამოკიდებულებით $D_{\text{ფ}}$ -ს სიდიდეების განაწილე-ბის ეს თავისებურება არის იმის შედეგი, რომ მაღალმთიან

რაიონებში დიდ აბსოლუტურ სიმაღლეებზე ცის თალის მიერ გაბნეული რადიაციის - D სიდიდის მკვეთრი შემცირების შედეგად ფერდობებზე ჯამური ნაკადის $D_{\text{ჯ}} = (D + D_{\text{გ}} + R_{\text{I}})_{\text{ჯ}}$ სიდიდის ფორმირებაში მთავარ როლს თამაშობენ ქვეფენილი ზედაპირის მიერ არეკლილი R_{I} (ნახ. 4.2.1.).

ჯამური $D_{\text{ჯ}}$ -ს მაქსიმუმი აღინიშნება ჩრდილოეთის, სამხრეთის ფერდობზე შუადღის საათებში, აღმოსავლეთის და დასავლეთის ორიენტაციებზე შესაბამისად დღის პირველ და მეორე ნახევარში. მაღალმთიან რაიონებში სანინა-ალმდეგო ორიენტაციის ფერდობებზე გაბნეული რადიაციის სიდიდეებს შორის განსხვავება დაბლობ რაიონებთან შედარებით მცირდება, რაც განპირობებულია დიდ სიმაღლეებზე, როგორც ატმოსფეროს სისქისა და მისი აეროზოლური გაჭუჭყიანების შემცირებით (რაც აქვეითებს მის განბნევეუნარიანობას), ასევე ცის თალის სხვადასხვა ზონიდან გაბნეული რადიაციის ინტენსივობის გათანაბრების ტენდენციებით. რაც შეეხება ქვეფენილი ზედაპირიდან ფერდობის მიმართულებით არეკლილ რადიაციას, მისი სიდიდე არის გაბნევი ინდიკატრისის ფუნქცია, რომელიც ახასიათებს სიკაშკაშის განაწილებას მიმართულებაზე დამოკიდებულებით (55). მიუხედავად იმისა, რომ თოვლის ზედაპირის გაბნევის ინდიკატრისის ფორმა გარდა მზის სიმაღლისა და დაცემული სხივის მიმართულებისა დამოკიდებულია თოვლის ზედაპირის მიკროსტრუქტურაზე და ზოგიერთი სიგრძის ტალღისათვის ადგილი აქვს უკუარეკლვასაც, თოვლის საფარი მკვეთრად ზრდის მასზე დაცემული სხივის მიმართულების მიუხედავად $D_{\text{ჯ}}$ -ს სიდიდეს, რაც განსაკუთრებით მკვეთრად მჟღავნდება დიდი დახრილობის ფერდობების შემთხვევაში.

ქვედა იარუსის მთლიანი მოლრუბლულობის პირობებში ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებებისაგან დამოუკიდებლად ფერდობის დახრილობის ზრდის შემთხვევაში ყველა ორიენტაციაზე $D_{\text{ჯ}}$ -ს სიდიდეები მცირდება და აღწევს მინიმუმს ვერტიკალურ ზედაპირზე. მაგრამ იდენტური

ორიენტაციის და დახრილობის ფერდობებზე D_{β} -ს სიდიდე გაცილებით მეტია სეზონური თოვლის საფარის პირობებში.



ნახ. 4.2.1 D_{β} -ს დღიური სვლა სამხრეთის ფერდობებზე თებერვალში (1) და აგვისტოში (2), ტერსკოლის პიკი, მონმენდილი ცა

ფერდობებზე დაცემული გაბნეული და არეკლილი რადიაციის სიდიდეები მათი კუთხური (აზიმუტალური) განაწილების თავისებურებების გათვალისწინებით გამოთვლილია (53,55)-ში. (55)-ში R_{γ} -სათვის კუთხური განაწილების ექსპერიმენტული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე შეფასებულია იზოტროპული მიახლოვების მეთოდის სიზუსტე, რომელიც აღმოჩნდა დამოკიდებული ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკურ თვისებებზე. თოვლის საფარის პირობებში იზოტროპული მიახლოვებით და კუთხური განაწილების ზუსტი მონაცემებით გამოთვლილი R_{γ} -ს სიდიდეებს შორის განსხვავება არსებითია. თოვლის ზედაპირიდან რადიაციის სარკული არეკვლისას იზოტროპული მიახლოვება ფერდობების ორიენტაციაზე დამოკიდებულებით იძლევა ურთიერთსაწინააღმდეგო (გაზრდილ ან შემცირებულ) სიდიდეებს.

ცენტრალური კავკასიონის მაღალმთიან პირობებში ფერდობებზე დაცემული გაბნეული რადიაციის სიდიდეების იზოტროპული მიახლოვების მეთოდით შეფასების მიზნით ფორმულებით:

$$R_{\gamma} = R_0 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \tag{4.42}$$

$$R_{\gamma} = D_0 \frac{1 + \cos \alpha}{2} \tag{4.43}$$

გამოთვლილი იქნა R_{γ} , D_0 -ს სიდიდეები (და მათი ჯამი), რომელიც შევადარეთ დაკვირვების შედეგად მიღებულ სიდიდეებს.

დადგინდა, რომ მონმენდილი ცის შემთხვევაში იზოტროპიული მიახლოვების მეთოდი მაღალმთიან, ისევე როგორც დაბლობ რაიონებში, იძლევა D_0 -ს დამაკმაყოფილებელ სიდიდეებს შედარებით პატარა ($\alpha < 30^0$) დახრილობის ფერდობებისათვის. 30^0 -ზე მეტი დახრილობების შემთხვევაში ეს მეთოდი მზის სიმალლეზე, ფერდობის აზიმუტზე და ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკურ თვისებებზე დამოკიდებულებით არსებითად ზრდის ან ამცირებს ჯამური D_0 -ს სიდიდეებს დაკვირვებების შედეგად მიღებულ სიდიდეებთან შე-

დარებით. ანალოგიურ მდგომარეობას ადგილი აქვს ქვედა და საშუალო იარუსის ატბალიანი გამჭვირვალე ღრუბლიანობის დროსაც. რაც შეეხება გაუმჭვირვალე ღრუბლიანობის პირობებში გაზომილ და იზოტროპული მიახლოებით გამოთვლილ D_{β} -ს სიდიდეებს შორის განსხვავებას, თოვლის საფარის პირობებშიც კი ისინი ახლოა ერთმანეთთან. მაგალითად, 10/0As, op, 10/10Cb-ის პირობებში $D_{\rho} - D_{\beta}$ (დაკვირვებით და გამოთვლით მიღებული) სიდიდეებს შორის სხვაობა არ აღემატება 0,01 კვც/მ²-ს ფერდობების ორიენტაციის და დახრილობის კუთხის მიუხედავად.

როგორც $\frac{D_s}{D_0} = f(\alpha)$, (სადაც $\frac{D_{\beta}}{D_0}$ არის გაბნეული რადიაციის ინტენსივობა ჰორიზონტალური ზედაპირისათვის დამოკიდებულების ანალიზი გვიჩვენებს მონმენდილი ცის

შემთხვევაში $\frac{D_{\beta}}{D_0}$ -ის სიდიდეები ფერდობების ორიენტაციის და დახრილობის კუთხის გავლენით მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ქვედა და საშუალო იარუსების ატბალიანი გამჭვირვალე ღრუბლიანობის პირობებში $\frac{D_{\beta}}{D_0}$ -ის სიდიდეები ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებების მიუხედავად ნაკლებად დამოკიდებულია ფერდობის ორიენტაციაზე, რის შედეგად ხდება მათი გათანაბრება. სე-

ზონური თოვლის საფარის შემთხვევაში $\frac{D_{\beta}}{D_0}$ საშუალოდ იზ-

რდება. მაგალითად, ვერტიკალურ ზედაპირებზე $\frac{D_{\beta}}{D_0}$ შეადგენს თოვლის გარეშე 0,4-ს, თოვლის საფარის პირობებში კი 0,7-ს. D_{β} - და $\frac{D_{\beta}}{D_0}$ კანონზომიერები ფორმირდება ატმოსფე-

როს და ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებების, ღრუბლიანობის ოპტიკური სიმკვრივის, ფერდობების აზი-

მუტის და დახრილობის კუთხის ერთობლივი გავლენით. მზისადმი ექსპონირებულ ფერდობებზე D_{β} -ს სიდიდე მაქსიმალურია იმ დახრილობებისათვის, რომლების სიდიდე დაახლოებით ტოლია მზის ზენიტური მანძილისა. იმ ფერდობებზე კი, რომელთა აზიმუტები შეადგენენ 90 და 270 –ს D_{β} -ს მნიშვნელობები α -ს ზრდისას მცირდება და იდენტურ დახრილობებზე თითქმის ემთხვევიან ერთმანეთს, რაც განპირობებულია ცის თალის მიერ გაბნეული რადიაციის კუთხური განაწილების სიმეტრიულობით მზის ვერტიკალის მიმართ. მზის სანინაალმდეგოდ ექსპონირებულ ფერდობებზე ($\psi = 180^{\circ}$) α -ს ზრდის შედეგად D_{β} -კლებულობს და აღწევს მინიმუმს გარკვეულ დახრილობაზე, რის შემდეგ იგი მატულობს. მზის დაბალი სიმაღლეების შემთხვევაში, განსაკუთრებით თოვლის საფარის პირობებში, R_{β} -ს მკვეთრი მატების შედეგად D_{β} -ს აზიმუტალური დამოკიდებულება იმ დახრილობების ($\alpha < 30^{\circ}$) ფერდობებისათვის, რომლებისათვის D_{β} ფორმირებაში არსებით გავლენას ვერ ახდენს R_{β} , ცის თალის გამბნევი უნარიანობის პროგრესული შემცირების შედეგად, დაბლობ რაიონებთან შედარებით სუსტდება. ფერდობებზე D_{β} -ს სიდიდის ფორმირების სპეციფიკა არსებით გავლენას ახდენს მისი დღიური, თვიური და წლიური ჯამების სიდიდეზე. მონმენდილი ცის შემთხვევაში ფერდობებზე გაბნეული რადიაციის თვიური ჯამების $\sum_{\sigma} D_{\beta}$ ანალიზი გვიჩვენებს (ცხ. 4.2.1), რომ მთიან და მაღალმთიან რაიონებში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის და სეზონური თოვლის საფარის არსებობის ხანგრძლივობის ზრდის შედეგად ჯამების სიდიდე განიცდის გარკვეულ ცვლილებებს: ჰორიზონტალური ზედაპირისა და პატარა დახრილობის ($\alpha < 30^{\circ}$) ფერდობებისათვის შემცირებას (დაბლობ რაიონებთან შედარებით), დიდი დახრილობების ($\alpha > 30^{\circ}$) შემთხვევაში კი ზრდას. როგორც ცხრ. 4.2.1-ში მოყვანილდი ინფორმაციის ანალიზი გვიჩვენებს, როგორც დაბლობი ასევე

მთიანი რაიონებისათვის არსებითია განსხვავება თვიური ჯამების სიდიდეებს შორის ფერდობებზე და ჰორიზონტალურ ზედაპირზე, ანალოგიურ მოვლენას ადგილი აქვს წლიური ჯამების შემთხვევაშიც. დაბლობ რაიონებში გაბნეული რადიაციის წლიური ჯამების - $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ სიდიდე მერყეობს 20,0-1510,0 ჩრდილოეთის, 1510,0-1920,0 სამხრეთის, 1510,0-1760,0 მჯ/მ²-ის ზღვრებში აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ფერდობებზე. მაღალმთიან რაიონებში ($H > 3.0$ კმ) ფერდობის დახრილობის კუთხის ზრდისას 0⁰-დან 90⁰-მდე $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ იზრდება 950,0-2750,0 მჯ/მ²-ის ზღვრებში აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ფერდობებზე. მაღალმთიან რაიონებში, დაბლობი რაიონებისაგან განსხვავებით $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ -ს სიდიდე ფერდობების დახრილობის კუთხის მატებისას 0⁰-დან 90⁰-მდე ორიენტაციაზე დამოუკიდებლად იზრდება. მთიან რაიონებში აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას 0-4 კმ დიაპაზონში $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ -ის სიდიდე ჰორიზონტალური ზედაპირისათვის მცირდება საშუალოდ 550,0მჯ/მ²-ის ფერდობებისათვის კი ადგილი აქვს მის ზრდას, მაგალითად, ვერტიკალურ ზედაპირებზე $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ ადგილი აქვს მის ზრდას, მაგალითად ვერტიკალურ ზედაპირებზე $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ -ის ნამატი შეადგენს 1180,0 ჩრდილოეთის, 1250,0 აღმოსავლეთის (დასავლეთის) 965,0მჯ/მ²-ს სამხრეთის ორიენტაციაზე. როგორც ნახ. 4.2.1 -დან ჩანს, მოწმენდილი ცის შემთხვევაში დამოკიდებულებას $\sum_{\rho} D_{\rho} = f(H)$ ფერდობების ორიენტაციისა და დახრილობის კუთხის შესაბამისად გააჩნია მაღლივი სვლის განსაზღვრული თავისებურებები (ნახ. 4.2.2.): ჩრდილოეთის ორიენტაციაზე 2 კმ სიმაღლემდე $\sum_{\rho} D_{\rho}$ -ს სიდიდეები 15-30⁰-ის დახრილობებზე ნაკლებია, 2 კმ-ზე ზევით კი მეტია

ცხრილი 4.2.1

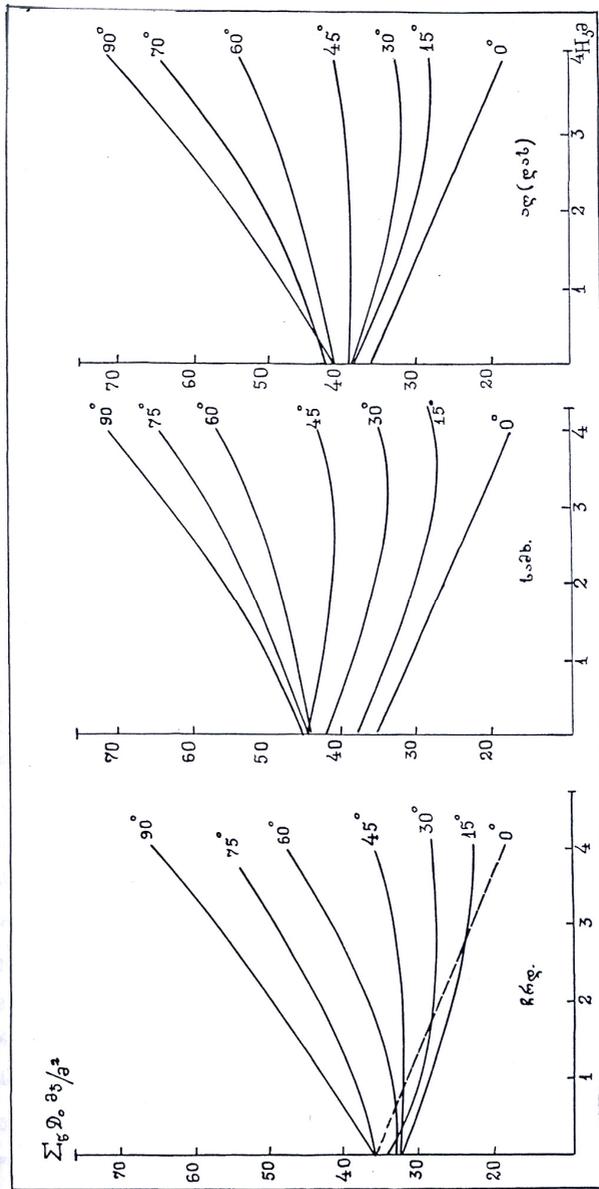
$\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ ცვლილების საზღვრები მონმენდილი ცის შემთხვევაში მჯ/მ²

ორიენტაცია	თვე	
	I	IV
დაბლობი რაიონები		
ჩრდილოეთი	50,0(15°) — 70,0(90°)	110,0(60°) — 140,0(0°)
სამრეთი	50,0(0°) — 80,0(90°)	140,0(0°) — 180,0(90°)
აღმოსავლეთი (დასავლეთი)	50,0(0°) — 70,0(90°)	140,0(0°) — 170,0(90°)
მაღალმთიანი რაიონები		
ჩრდილოეთი	50,0(15°) — 180,0(90°)	110,0(0°) — 350,0(90°)
სამრეთი	50,0(0°) — 190,0(90°)	110,0(0°) — 400,0(90°)
აღმოსავლეთი (დასავლეთი)	50,0(0°) — 170,0(90°)	110,0(0°) — 350,0(90°)

	VII	IX
დაბლობი რაიონები		
ჩრდილოეთი	180,0(60°) — 210,0(0°)	70,0(45°) — 90,0(0°)
სამრეთი	180,0(0°) — 230,0(30°)	90,0(0°) — 130,0(75°)
აღმოსავლეთი (დასავლეთი)	180,0(0°) — 250,0(75°)	70,0(0°) — 110,0(75°)
მაღალმთიანი რაიონები		
ჩრდილოეთი	90,0(60°) — 130,0(90°)	50,0(0°) — 90,0(90°)
სამრეთი	90,0(0°) — 170,0(90°)	50,0(0°) — 220,0(90°)
აღმოსავლეთი (დასავლეთი)	90,0(0°) — 155,0(90°)	50,0(0°) — 210,0(90°)

ყველა დახრილობებზე ($\alpha > 15 - 90^0$) ჰორიზონტალურ ზედაპირთან შედარებით. სამხრეთისა და აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ფერდობებზე დახრილობის კუთხის ზრდის სინქრონულად როგორც დაბლობ, ასევე მთიან და მაღალმთიან რაიონებში, $\sum_{\rho} D_{\rho}$ -ს სიდიდეები იზრდებიან და აღწევენ მაქსიმუმს ვერტიკალურ ზედაპირებზე (ისევე, როგორც ჩრდილოეთის ორიენტაციის შემთხვევაში, ამრიგად (მაღალმთიან) რაიონებში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის და სეზონური თოვლის საფარის არსებობის ხანგრძლივობის ზრდის შედეგად $\sum_{\rho} D_{\rho}$ -ს სიდიდეები განიცდიან გარკვეულ ცვლილებებს: მცირე დახრილობის ფერდობების ($\alpha < 30^0$) და ჰორიზონტალური ზედაპირის შემთხვევაში შემცირებას, დიდი დახრილობის ფერდობებისათვის ზრდას. რაც შეეხება დამოკიდებულებას $\sum_{\rho} D_{\rho} = f(\alpha)$, მაღალმთიან რაიონებში (3,1-3,8კმ) დაბლობი რაიონებისაგან განსხვავებით, α -ს ზრდისას $\sum_{\rho} D_{\rho}$ -ს მნიშვნელობები მონოტონურად იზრდება და აღწევს მაქსიმუმს ვერტიკალურ კედლებზე წელიწადის სეზონისა და ქვეფენილი ზედაპირის თვისებების მიუხედავად, რაც განპირობებულია ატმოსფეროს სისქის, მისი აეროზოლური გაჭუჭყიანების, გამბნევი უნარიანობის შემცირებით და შესაბამისად R_{ρ} -ს წვლილის მკვეთრი ზრდით ჯამური $D_{\rho} = (D + R_{\rho} + R_1)_{\rho}$ ნაკადის სიდიდის ფორმირებაში. ანალოგიურ მოვლენას ადგილი აქვს ნლიური ჯამების შემთხვევაშიც. $\frac{\sum_{\rho} D_{\rho} - \sum_{\rho} D_0}{\sum_{\rho} D_0}$ -ის მაქ-

სიმალური სიდიდე დაბლობი რაიონებისათვის შეადგენს 12%-ს ჩრდილოეთის, 16%-ს აღმოსავლეთის (დასავლეთის), 27% სამხრეთის ფერდობებზე, მაღალმთიან რაიონებში ($H > 3,0$ კმ) შესაბამისად, 177, 141 და 145%-ს. როგორც ნახ. 4.2.2-დან და ცხრ. 4.2.2. -დან ჩანს (რომელშიც მოყვანილია $\sum_{\rho} D_{\rho}$ -ს ვერტიკალური გრადიენტების მნიშვნელობები



ნახ. 4.2.2. დამოკიდებულებები $\sum_{\varphi} D_0 = f(H)$
 მონმენდილი ცის შემთხვევაში

მონმენდილი ცის შემთხვევაში) ჰორიზონტალური ზედაპირისაგან განსხვავებით, როდესაც ადგილის სიმაღლის ზრდისას გაბნეული რადიაციის წლიური ჯამები მცირდებიან, ფერდობებზე ადგილი აქვს $\sum_{\varphi} D_{\varphi}$ -ს მაღლივი ცვლილებების აბსოლუტურად განსხვავებულ კანონზომიერებებს. ჰორიზონტალური ზედაპირისაგან განსხვავებით, რომლის შემთხვევაში კავკასიის მთიან რაიონებში ადგილის სიმაღლის ზრდისას $\sum_{\varphi} D_{\varphi}$ -ს გრადიენტი არის უარყოფით, ყველა

ორიენტაციის დიდი დახრილობის ფერდობებზე ($\alpha > 30^{\circ}$) იგი ხდება დადებითი. ამრიგად, მთიან რაიონებში ჰორიზონტალური ზედაპირისთვის გაბნეული რადიაციის კლასიკური მაღლივი სვლის კანონზომიერება კარგავს აზრს ფერდობების შემთხვევაში.

წელიწადის გარდამავალი სეზონებისათვის (შემოდგომა გაზაფხული), როდესაც ადგილი აქვს ქვეფენილი ზედაპირის ალბედოს მკვეთრ ცვლილებებს სეზონური თოვლის საფარის ფორმირების და რღვევის შედეგად, განსაზღვრულ ინტერესს წარმოადგენს გაბნეული რადიაციის თვიური ჯამების $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ გამოთვლა ფერდობებისათვის თოვლის საფარის პირობებში და მის გარეშე. ტერსკოლისა და ჩეგეთის პიკებზე (3,1კმ) ოქტომბერში (სეზონური თოვლის საფარის ფორმირების პირობებში) რაოდენობრივად შეფასდა თოვლის საფარის გავლენა $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ სიდიდეებზე მონმენდილი ცის შემთხვევაში (ცხრ. 4.2.3).

თოვლის საფარის პირობებში ვერტიკალურ ზედაპირზე $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ -ს ნამატმა შეადგინა 159,2 ჩრდილოეთის, 180,5 აღმოსავლეთის, 188.4მჯ/მ² დასავლეთის ორიენტაციაზე ე.ი. შესაბამისად 173,153,209 და 225%.

დამოკიდებულება $\Delta \sum_{\sigma} D_{\sigma} = f(\alpha)$, სადაც $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ არის ფერდობებზე გაბნეული რადიაციის თვიური ჯამების ნამატი თოვლის საფარის პირობებში, 40⁰-ზე მეტი დახრილობის ფერდობებისათვის ანალიზურად წარმოიდგინება ნრფივი ფუნქციების სახით:

ჩრდილოეთის ორიენტაცია

$$\Delta \sum_{\sigma} D_{\sigma} = 2.5\alpha - 65 \quad (4.44)$$

სამხრეთის ორიენტაცია

$$\Delta \sum_{\sigma} D_{\sigma} = 2.5\alpha - 45.0 \quad (4.45)$$

აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ორიენტაცია

$$\Delta \sum_{\sigma} D_{\sigma} = 2.5\alpha - 55.0 \quad (4.46)$$

ცხრ. 4.2.2.

მონმენდილი ცის შემთხვევაში ფერდობებზე $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ -ს ვერტიკალური გრადიენტის სიდიდეები, მჯ/მ² 100მ

ფერ- დობი	$\Delta H,$ კმ	α გრადუსი						
		10	20	30	40	50	60	70
ჩ	0-1	-0.50	-0.35	-0.55	-0.06	0.15	0.40	0.75
	1-2	-0.35	-0.30	-0.20	0.05	0.25	0.40	0.65
	2-3	-0.55	-0.20	-0.01	0.10	0.60	0.60	0.90
	3-4	-0.40	0.05	0.05	0.30	0.60	0.80	1.20
ს	0-1	-0.50	-0.40	-0.30	-0.25	0.15	0.30	0.30
	1-2	-0.35	-0.40	-0.30	-0.10	0.25	0.40	0.70
	2-3	-0.55	-0.20	-0.20	-0.05	0.30	0.50	0.70
	3-4	-0.40	0.05	0.10	0.25	0.40	0.65	0.80
ა(დ)	0-1	-0.50	-0.40	-0.30	0.00	0.20	0.35	0.60
	1-2	-0.35	-0.40	-0.25	0.00	0.25	0.45	0.70
	2-3	-0.55	-0.20	-0.20	0.01	0.35	0.65	0.80
	3-4	-0.40	-0.20	0.10	0.02	0.40	0.70	0.90

მაგალითად, როდესაც $\alpha = 40^{\circ}$ $\Delta \sum_{\sigma} D_{\sigma}$ შეადგენს 30,0 ჩრდილოეთის, 55,0 სამხრეთის, 45,0მჯ/მ²-ს აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ორიენტაციაზე.

ცხრილი 4.2.3.

$\Delta \sum_{\sigma} D_{\sigma}$ -ს სიდიდეები ტერსკოლისა და ჩეგეთის პიკებზე ოქტომბერში, მჯ/მ² მეორე სვეტი თოვლის საფარის შემთხვევაში

α გრად	ორიენტაცია							
	ჩრდილოეთი		სამხრეთი		აღმოსავლეთი		დასავლეთი	
15	50.3	50.3	75.4	75.4	88.0	88.0	79.6	79.6
30	54.5	88.0	80.2	108.5	84.0	121.5	88.0	121.5
45	62.8	108.9	83.8	155.0	80.2	155.0	84.0	155.0
60	71.2	159.2	9664	188.6	84.5	184.0	84.0	180.2
75	75.4	201.1	100.5	238.8	92.2	234.6	88.0	226.2
90	92.2	251.4	117.3	297.5	297.5	272.4	84.0	272.4

ოპტიკურ კოშკურაზე ქვეფენილი ზედაპირიდან 12 მ სიმაღლეზე ტერსკოლში (2,2კმ) ფერდობებზე გაბნეულ რადიაციაზე დაკირვებების შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ გაბნეული რადიაციის ინტენსივობა და ჯამები მონმენდილი ცის შემთხვევაში ოთხი ძირითადი ორიენტაციის ფერდობებზე (ჩ, ა, ს, დ) დახრილობის კუთხის მატებისას მონოტონურად იზრდებოდნენ (ქვეფენილი ზედაპირის ალბედოს სიდიდეზე დამოუკიდებლად) და აღწევდნენ მაქსიმუმს ვერტიკალურ ზედაპირებზე. ფაქტიურად $\sum_{\rho} D_{\sigma}$ -ს სიდიდე α -ს ცვლილებისას 0-90⁰-ის საზღვრებში ოთხივე ორიენტაციაზე იცვლებოდა ერთიდაიგივე საზღვრებში (1140.0-1850.0მჯ/მ²), ხოლო $\frac{\sum_{\sigma} D_{\sigma}}{\sum_{\sigma} D_0}$ -ის სიდიდე 1,00-11,60-ის საზღვრებში. დადგინდა, რომ გაბნეული რადიაციის ნაკადის სიდიდეების ფორმირება ხდებოდა უმთავრესად ხეობის ფერდობებიდან და ფსკერიდან არეკლილი რადიაციის ხარჯზე. საგულისხმოა ის ფაქტი, რომ D_{σ} -ს სიდიდე ჩრდილოეთის ფერდობზე მეტი იყო სამხრეთის ანალოგიურ ორიენტაციებთან შედარებით. რადგანაც დაკვირვების პროცესში პირანომეტრის მხედველობის არეში შემოდიოდა მზისაგან განათებული სამხრეთის ფერდობი.

მთიან რაიონებში მიმდინარე რადიაციული პროცესების მიკროკლიმატური დეტალიზაციის ერთ-ერთ მიმართულებას წარმოადგენს მეზოფერდობებზე მიკრორელიეფური წარმონაქმნების ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული ბალანსის მდგენელების და კერძოდ გაბნეული რადიაციის სიდიდის ფორმირების კანონზომიერებების დადგენა ამინდის (ღრუბლიანობის) პირობებთან დაკავშირებით. მეზოფერდობებზე შესაძლოა მიკრორელიეფის ნებისმიერი ორიენტაციის და დახრილობის უარყოფითი და დადებითი ფორმების არსებობა, რომლების ორიენტაცია და დახრილობის კუთხე არ ემთხვევა ძირითადი ფერდობის შესაბამის პარამეტრებს და მათი გავლენის რაოდენობრივ შეფასებას რადიაციის მოკლელტალღიანი ნაკადების და მათ შორის გაბნეული რადიაციის სიდიდეებზე აქვს გარკვეული მნიშვნელობა მიკროკლიმატური გამოკვლევების თვალსაზრისით. იალბუზის რაიონში (ნახ. 4.2.3) ბუნებრივ ფერდობებზე ($\alpha \approx 40$) საველე დანადგარით დახმარებით ჩატარებული დაკვირვებების შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ მთიან რაიონებში მეზოფერდობებზე განლაგებული მიკრორელიეფური წარმონაქმნების შემთხვევაში გაბნეული რადიაციის სიდიდეების ფორმირებაში ასევე მთავარ როლს თამაშობს ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი, ცის თალის მიერ გაბნეული რადიაცია და ფერდობებს შორის რადიაციული გაცვლის პროცესი. აღსანიშნავია, რომ რადიაციული გაცვლის ინტენსივობა არის ფერდობების განათებულობის და ქვეფენილი ზედაპირის ამრეკლავი უნარიანობის (ალბედო) ფუნქცია. ნელინადის თბილ პერიოდში ღრუბლიანობის პირობებში დამოუკიდებლად ჩრდილოეთის ორიენტაციის მიკროფერდობებზე

D_{β} -ს სიდიდე α -ს ზრდის სინქრონულად მცირდება, ამასთანავე ერთად მთლიანი ღრუბლიანობის პირობებში აღინიშნება $\frac{D_{\beta}}{D_0}$ -ს ინტენსიური შემცირება 0,40-მდე მაშინ, როდესაც

საც მოწმენდილი ცის პირობებში იგი მცირდება 0,70-მდე. D_{β} -ს შემცირების დიაპაზონის სიდიდე პირველ შემთხვევაში განისაზღვრება მოპირდაპირე სამხრეთის ორიენტაციის ფერდობებთან რადიაციული გაცვლის ინტენსივობის შემ-

ცირებით, მეორე შემთხვევაში კი α -ს ზრდის შედეგად ცის თალის ინტენსიურად განმბნევი სამხრეთის ნახევრის გავლენის შემცირებით. სამხრეთის მიკროფერდობებზე გაზომილ სიდიდეებს. მონმენდილი ცის პირობებში ამ ორიენტაციაზე

$\frac{D_{\beta}}{D_0}$ -ის სიდიდეები დახრილობის კუთხის ზრდისას მატუ-

ლობენ, ღრუბლიანი, უმზეო ამინდის პირობებში კი მცირდება, რაც განპირობებულია პირველ შემთხვევაში ცის თალის სამხრეთის ნახევრის მიერ რადიაციის ინტენსიური გაბნევით და D_{β} -ს ჯამურ ნაკადში ქვეფენილი ზედაპირიდან

არეკლილი რადიაციის მზარდი წვლილით, მეორე შემთხვევაში კი ფერდობებს შორის რადიაციული გაცვლის შესუსტებით. მაგალითად, აგვისტოში 6 საათზე მზის ამოსვლის წინ სამხრეთის ფერდობებზე α -ს ზრდისას 0-90°-ის ფარ-

გლებში $\frac{D_{\beta}}{D_0}$ შემცირდა 1,0-დან 0,87-მდე, 12 საათზე კი

გაიზარდა 1,00-დან 1,37-მდე (90°). აღმოსავლეთის მიკრო-

ფერდობებზე მონმენდილი ცის პირობებში $\frac{D_{\beta}}{D_0}$ -ის სიდიდე

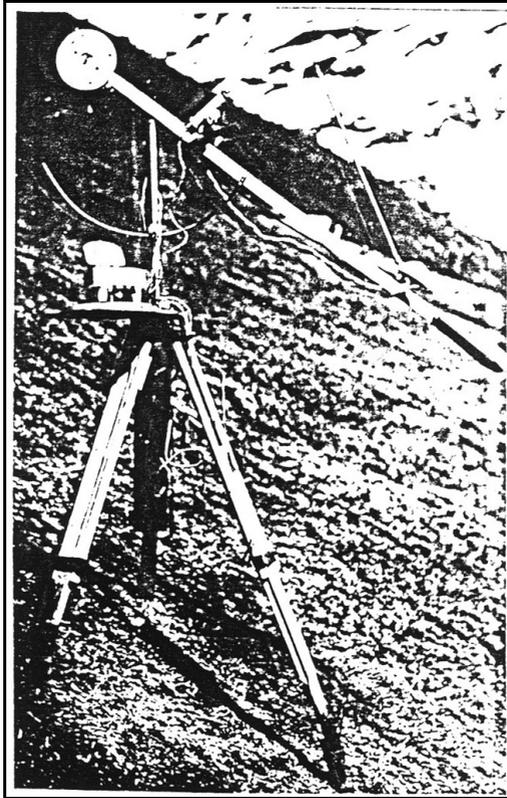
α -ს ზრდისას დღის პირველ ნახევარში იზრდება, მეორე ნა-

ხევარში კი მცირდება. ამ ორიენტაციისათვის $\frac{D_{\beta}}{D_0}$ -ის და-

მოკიდებულების ფორმირებაში განსაზღვრული კორექტივები შეაქვს მოპირდაპირე დასავლეთის ორიენტაციის მეზოფერდობის ინსოლაციურ თავისებურებებს: იმ შემთხვევაში, როდესაც დასავლეთის ფერდობზე მზის პირდაპირი რადიაცია არ ეცემა, აღმოსავლეთის ორიენტაციაზე α -ს ზრდისას

ადგილი აქვს $\frac{D_{\beta}}{D_0}$ -ის შემცირებას, პირიქით შემთხვევაში კი

- მატებას. $\frac{D_{\beta}}{D_0}$ -ის ანალოგიურ ცვლილებებს ადგილი აქვს



ნახ. 4.2.3 აქტინომეტრიული დაკვირვებების
საველე დანადგარი

დასავლეთის მიკროფერდობებზეც აღმოსავლეთის ფერდობის ინსოლაციის და მოლრუბლულობის ვარიაციებთან დაკავშირებით დღის განმავლობაში. მეზოფერდობებზე სეზონური თოვლის საფარის არსებობის პირობებში

$\frac{D_{\text{ფ}}}{D_0}$ -ის მატება მიკროფერდობების დახრილობის კუთხის ზრდის შემთხვევაში ხდება შედარებით ინტენსიური მიკროფერდობებზე გაბნეული რადიაციის ჯამები $\sum_{\sigma} D_{\text{ფ}}$ და $\sum_{\sigma} D_{\text{ფ}}$

მაქსიმუმს აღწევენ ვერტიკალურ ზედაპირზე. ჩატარებული

დაკვირვებების შედეგად $\sum_{\sigma} D_{\gamma}$ და $\sum_{\sigma} D_{\beta}$ -ს სიდიდე ჩრდილოეთის მიკროფერდობებზე მეტი აღმოჩნდა სამხრეთის ორიენტაციის მიკროფერდობებთან შედარებით, რაც აიხსნება იმით, რომ პირველ შემთხვევაში წელიწადის განმავლობაში პირანომეტრის მიმღები ზედაპირი ორიენტირებული იყო კარგად განათებული სამხრეთის მეზოფერდობისაკენ, მეორე შემთხვევაში კი – ჩრდილოეთის ორიენტაციის მუქი ფოთლოვანი ტყით დაფარული ფერდობისაკენ. α -ს ცვლილებისას 0-90°-ის ზღვრებში $\sum_{\sigma} D_{\gamma}$ სიდიდე მიკროფერდობებზე იცვლება 1085,0-1940,0 ჩრდილოეთის, 1085,0-1710,0 სამხრეთის, 1085,0-1929,0 მჯ/მ²-ის ზღვრებში აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ორიენტაციებზე. ამავე პი-

$\frac{\sum_{\sigma} D_{\gamma}}{\sum_{\sigma} D_{\theta}}$ რობებში $\sum_{\sigma} D_{\theta}$ გაიზარდა 1.00-1.79 ჩრდილოეთის, 1,00-1,62 სამხრეთის, 1,00-1,76 – აღმოსავლეთის, 1,00-1,48-ის ზღვრებში დასავლეთის ფერდობებზე. როგორც აღინიშნა, ჩრდილოეთის ფერდობის მოპირდაპირედ განლაგებული მზის სხივებით კარგად ინსოლირებული სამხრეთის ფერდობის შემთხვევაში, ჩრდილოეთის მეზოფერდობები მათზე განლაგებული მიკრორელიეფური წარმონაქმნებით და ბუნებრივი მცენარეული საფარით, როგორც წელიწადის ასევე ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში ღებულობენ გაცილებით მეტ გაბნეულ რადიაციას, ვიდრე სამხრეთის ფერდობები. როგორც ცნობილია, (71) ფიზიოლოგიური რადიაციით (მზის სხივური ენერჯიის სპექტრის იმ ნაწილით, რომელიც გადამწყვეტ როლს თამაშობს ფიტოცენოზებში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესებში) ყველაზე მდიდარია გაბნეული რადიაცია. მიუხედავად იმისა, რომ ჩრდილოეთის ფერდობები ღებულობენ ატმოსფეროს მიერ გაბნეული რადიაციის მცირე ნაწილს სხვა ორიენტაციებთან შედარებით, მათთვის მთიან რაიონებში ფიზიოლოგიურად აქტიური რადიაციის კომპენსირება ხდება რთულ ოროგრაფიულ პირობებში ფერდობებს შორის არსებული რადიაციული გაცვლის უწყვეტი მექანიზმის საშუალებით, რაც ხელს უწყობს მცენარეული საფარის ნორმალური განვითარების პროცესს.

მაღალმთიანი ქვედა იარუსის გაუმჭვირვალე ღრუბლიანობის შემთხვევაში $\frac{D_{\text{შ}}}{D_0}$ -ის სიდიდეები მცირედ არიან და მოკიდებული ფერდობების აზიმუტზე გამჭვირვალე ღრუბლიანობისაგან განსხვავებით, როდესაც ადგილი აქვს $\frac{D_{\text{შ}}}{D_0}$ -ს

მკვეთრ აზიმუტურ და კუთხურ დამოკიდებულებას.

ქვედა იარუსის მთლიანი გაუმჭვირვალე ღრუბლიანობის პირობებში გაბნეული რადიაციის ჯამები მაქსიმალურია ჰორიზონტალურ და მინიმალურია ვერტიკალურ ზედაპირებზე (4.2.4).

ცხრილი 4.2.4

$\sum_{\text{თ}} D_{\text{შ}}$ და $\sum_{\text{წ}} D_{\text{შ}}$ ცვლილების საზღვრები გაუმჭვირვალე ღრუბლიანობის შემთხვევაში, მჯ/მ²

ორიენტაცია	H, კმ	თვე			
		XII		VI	
		α^0			
		0	90	0	90
ჩრდილოეთი	0	70.0	35.0	200.0	90.0
	4	120.0	60.0	310.0	150.0
სამხრეთი	0	70.0	35.0	200.0	100.0
	4	120.0	80.0	310.0	160.0
აღმოსავლეთი, დასავლეთი	0	70.0	40.0	200.0	100.0
	4	120.0	60.0	310.0	160.0
ჩრდილოეთი		$\sum_{\text{წ}} D_{\text{შ}}$			
	0	1600.0	600.0		
	4	2700.0	1500.0		
სამხრეთი	0	1600.0	600.0		
	4	2700.0	1500.0		
აღმოსავლეთი, დასავლეთი	0	1600.0	800.0		
	4	2700.0	1600.0		

ამრიგად, ბუნებრივი მაკრო, მეზო და მიკროფერდობებზე გაბნეული რადიაციის სიდიდის ცვლილებების ძირითადი კანონზომიერებები არსებითად განსხვავდებიან მთიან რაიონებში ჰორიზონტალური ზედაპირისათვის დადგენილი კანონზომიერებებიდან, რომლებიც მოცემულია ადრინდელ შრომებში ამიერკავკასიის ცალკეული მთიანი რაიონებისათვის. სხვადასხვა რანგის ბუნებრივ ფერდობებზე გაბნეული რადიაციის დღიური (წლიური) მსვლელობის ცენტრალური კავკასიონისათვის მიღებული კანონზომიერებები და რაოდენობრივი მაჩვენებლები, როგორც მონმენდილი ცის ასევე ღრუბლიანობის პირობებში, დამახასიათებელია კავკასიის სხვა მთიანი რაიონებისთვისაც. ფერდობებზე გაბნეული რადიაციის სიდიდეების შესახებ საჭირო ინფორმაციის ნაკლებობის და ხშირ შემთხვევაში არარსებობის შედეგად რადიაციულ კლიმატოლოგიაში ფართო გამოყენება ჰპოვეს ემპირიული სახის ფორმულებმა, მაგ. (38)-ში მოცემულია ნაგებობების ვერტიკალურ ზედაპირებზე (კედლებზე) ღრუბლიანობის პირობებში გაბნეული რადიაციის დღიური ჯამების გამოსათვლელად შემდეგი სახის ფორმულა:

$$\sum_{\varphi} (D+R)_{\varphi} = \sum_{\varphi} (D+R)_{\theta} + (\cosh_{\theta} + b)a \quad (4.47)$$

რომელშიც $\sum_{\varphi} (D+R)_{\theta}$ არის გაბნეული რადიაციის თვიური ჯამი ჰორიზონტალურ ზედაპირზე. h_{θ} - მზის საშუალო სიმაღლე თვის 15 რიცხვში, a კოეფიციენტი რომელიც დამოკიდებულია კედლის ორიენტაციაზე და ქვეფენილი ზედაპირის ალბედოზე, $b = 0.70$ (4.47) ფორმულის გამოყენებას არსებითად ზღუდავს a -ს განუსაზღვრელობა მოცემულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში, ოროგრაფიულ ფაქტორზე ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე და ალბედოზე დამოკიდებულებით, როგორც ჩვენმა გამოკვლევამ გვიჩვენა, ვერტიკალურ ზედაპირზე $\frac{\sum_{\varphi} (D+R)_{\varphi}}{\sum_{\varphi} (D+R)_{\theta}}$ სიდიდეები კედლების

ორიენტაციის და ქვეფენილი ზედაპირის ალბედოს გათვალისწინებით. ამ მიზნით ცენტრალური კავკასიონის 0-4კმ სიმაღლეების დიაპაზონში დაკვირვებების ინფორმაციის გა-

მოყენებით გამოთვლილი იქნა $\sum_{\rho}(D+R)_3$ და $\sum_{\rho}(D+R)_0$ სიდიდეები (112). $\sum_{\rho}(D+R)_0$ -ის სიდიდეები გამოითვლება კავკასიის აქტინომეტრიული ქსელის დაკვირვებების მასალის გამოყენებით.

$$\frac{\sum_{\sigma}(D+R)_3}{\sum_{\sigma}(D+R)_0}$$
 -ის თითოეული თვის შუა რიცხვის შესა-

ბამისი \cosh_0 -ს მნიშვნელობებით აგებული იქნა ფუნქციონა-

$$\text{ლური დამოკიდებულების } \frac{\sum_{\sigma}(D+R)_3}{\sum_{\sigma}(D+R)_0} = \cosh_0 \text{ მრუდები,}$$

რომლებიც ანალიზურად წარმოიდგინებიან მეორე რიგის პარაბოლების სახით:

აღმოსავლეთის (დასავლეთის) კედლები, დაბლობი რაიონები:

$$\frac{\sum_{\sigma}(D+R)_3}{\sum_{\sigma}(D+R)_0} = 1.139 + 0.0606 \cosh_0 + 0.0272(\cosh_0)^2 \quad (4.48)$$

მაღალმთიანი რაიონები ($H = 2, 2$ კმ)

$$\frac{\sum_{\sigma}(D+R)_3}{\sum_{\sigma}(D+R)_0} = 1.399 + 0.192 \cosh_0 + 0.2582(\cosh_0)^2 \quad (4.49)$$

ჩრდილოეთის კედლები დაბლობი რაიონები

$$\frac{\sum_{\rho}(D+R)_3}{\sum_{\rho}(D+R)_0} = 1.1395 + 0.0606 \cosh_0 + 0.0272(\cosh_0)^2 \quad (4.50)$$

მაღალმთიანი რაიონები ($H = 2, 2$ კმ)

$$\frac{\sum_{\rho}(D+R)_3}{\sum_{\rho}(D+R)_0} = 1.365 + 0.217 \cosh_0 + 0.2780(\cosh_0)^2 \quad (4.51)$$

სამხრეთის კედლები დაბლობი რაიონები

$$\frac{\sum_{\rho}(D+R)_3}{\sum_{\rho}(D+R)_0} = 1.146 + 0.167 \cosh_0 + 0.1413(\cosh_0)^2 \quad (4.52)$$

მაღალმთიანი რაიონები ($H > 2.0$)

$$\frac{\sum_{\varphi} (D+R)_3}{\sum_{\varphi} (D+R)_0} = 1.4144 + 0.260 \cosh_0 + 0.1865(\cosh_0)^2 \quad (4.53)$$

ამ დამოკიდებულებებში მაღალმთიანი რაიონებისათვის ($H=3.1$ კმ) a, b, c კოეფიციენტების მნიშვნელობები ნოემბერ-ივნისის პერიოდში (თოვლის საფარით) შესაბამისად ტოლია 2.786; 0.400; 0.610 აღმოსავლეთის (დასავლეთის) 3.014; 0.260; 0.149 ჩრდილოეთის 2.830; 0.894; 0.085 სამხრეთის ორიენტაციისათვის. 0-2 კმ სიმაღლეების დიაპაზონისათვის და გლაციურ-ნივალური ზონისათვის

$$\frac{\sum_{\varphi} (D+R)_3}{\sum_{\varphi} (D+R)_0} = f(\cosh_0) \text{ გრაფიკულად წარმოიდგინება ერ-}$$

თი მრუდის, ხოლო შუალედური სიმაღლეებისათვის ორი მრუდის სახით ნოემბერ-ივნისისა და ივლის-ოქტომბრის პერიოდებისათვის ცალ-ცალკე. მათიან და მაღალმთიან რაიონებში ამ კოეფიციენტების სიდიდეები არიან ფუნქცია არა მარტო მზის სიმაღლისა და კედლების ორიენტაციისა, არამედ ადგილის აბსოლუტური სიმაღლისა და სეზონური თოვლის საფარის რეჟიმული მახასიათებლებისაც. (4.48) – (4.53) გამოსახულებებით შესაბამისი აბსოლუტური სიმაღლეების დიაპაზონში განლაგებულ აქტინომეტრიულ სადგურებზე ჰორიზონტალური ზედაპირისათვის მიღებული

$\sum_{\varphi} (D+R)_0$ -ის მნიშვნელობებით გამოითვლება საამშენებლო ობიექტების – ნაგებობებისა ვერტიკალურ ზედაპირებზე $\sum_{\varphi} (D+R)_3$ -ს სიდიდეები. ამ მეთოდით გამოთვლილი $\sum_{\varphi} (D+R)_3$ -ს მნიშვნელობები ქართლის ვაკისათვის (სადგური სკრა) მაგალითის სახით მოყვანილია ცხრილ 4.2.5-ში.

ცხრილი 4.2.5

$\sum_{\rho} (D + R)_3$ – სიდიდეების სადგურ სკრაში, მჯ/მ²

ოი	თვე			
	I	IV	VII	X
ჩ.	75.4	142.5	167.	104.8
ს.	88.0	184.5	213.7	138.9
ა.დ.	84.0	167.6	205.3	121.5

როგორც ცხრ. 4.2.5-დან ჩანს, სადგურ სკრაში მოწმენდილი ცის შემთხვევაში გაბნეული რადიაციის სიდიდეების აზიმუტალური დამოკიდებულების შედეგად მისი მაქსიმუმი აღინიშნება სამხრეთის, მინიმუმი- ჩრდილოეთის ორიენტაციის კედლებზე.

4.3 მზის პირდაპირი რადიაცია ფერდობებზე

ფერდობებზე მზის პირდაპირი რადიაციის $S_{\text{პ}}$ სიდიდე დამოკიდებულია ატმოსფეროს ფიზიკურ თვისებებზე, ღრუბლიანობაზე, მზის სიმაღლეზე, ფერდობის ორიენტაციას ადა დახრილობის კუთხეზე. მთიან (მაღალმთიან) რაიონებში $S_{\text{პ}}$ არის აგრეთვე ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ფუნქცია. $S_{\text{პ}}$ თამაშობს მნიშვნელოვან როლს ფერდობების რადიაციული ბალანსის სიდიდის ფორმირებაში. როგორც აღინიშნა, პირველი გამოკვლევები, რომლებშიც მოცემულია ნებისმიერი ორიენტაციის დახრილი ზედაპირისათვის მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობის გამოთვლის მეთოდика და შესაბამისი ფორმულები ეკუთვნის პ. სმოლიაკოვს და ა. გორდოვს (31, 140), ფერდობებზე $S_{\text{პ}}$ -ს მსლვლელობის კანონზომიერებები და ამ საკითხის შესახებ არსებული ინფორმაციის დიდი ნაწილი გაანალიზებულია (51,52)-ში. მთელ რიგ შრომებში, მათ შორის (5, 6, 29, 38, 39, 44, 62, 63, 71, 77, 78, 92, 127, 137, 149, 150, 153, 162, 166-173, 175-183, 185, 186)-ში. განხილული მზის პირდაპირი რადიაციის პრაქტიკული გამოყენების პრობლემები.

მზის პირდაპირი რადიაცია თამაშობს მთავარ როლს როგორც ჰორიზონტალური ასევე დახრილი ზედაპირების (ფერდობების) რადიაციული ბალანსის ძირითადი კანონზომიერებების ფორმირებაში. პრაქტიკული ხასიათის ფართო სპექტრის საკითხების გადაჭრის პროცესში განსაკუთრებულ ინტერესს იძენს დახრილ ზედაპირებზე მზის პირდაპირი რადიაციის წლიური სვლის კანონზომიერებების ცოდნა მეტეოროლოგიურ ფაქტორებზე და ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით. მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობა და ჯამები ფერდობებზე ცენტრალური კავკასიონის პირობებში (0,4-3,8კმ) ჩვენს მიერ განისაზღვრებოდა, როგორც შესაბამისი ჯამური და გაბნეული რადიაციის სხვაობები. როგორც მონმენდილი ცის შემთხვევაში მზებუდობისა და ბუნიობის დღეებ-

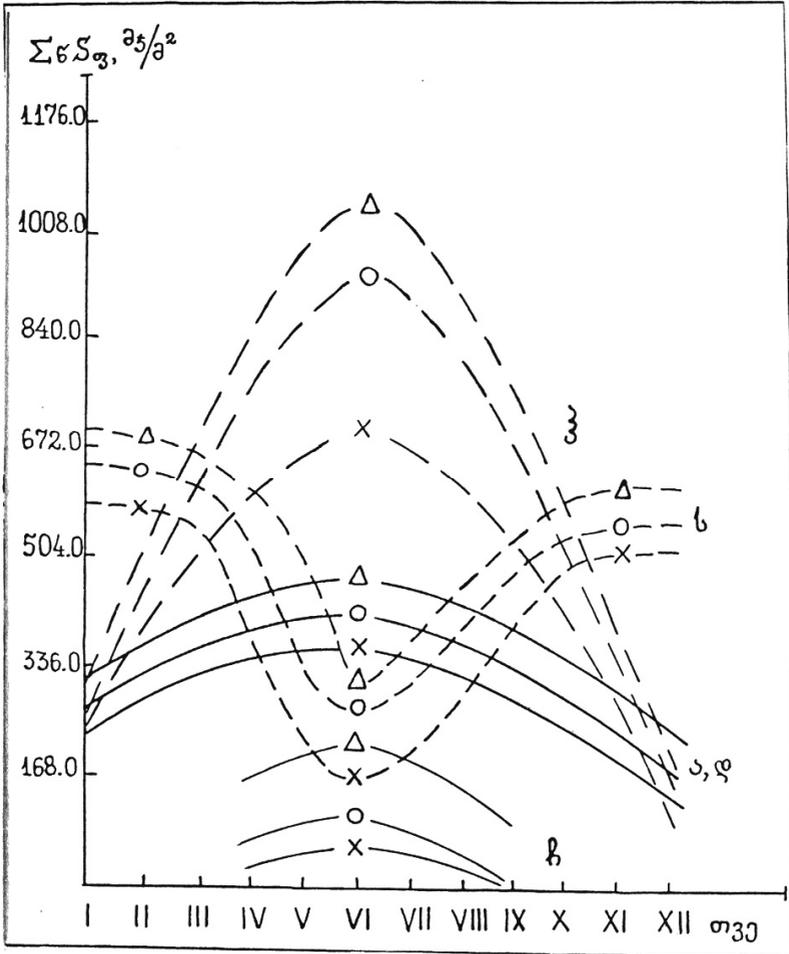
ში $\frac{S_0}{S_m} \cdot \frac{S_0}{S_m}$ და $\sum_{\rho} S_{\rho}$ -ს ანალიზი გვიჩვენებს, (აქ, S_0, S_3, S_m

არიან მზის პირდაპირი ირადიაციის ინტენსივობა შესაბამისად ჰორიზონტალურ, ვერტიკალურ და მზის სხივისადმი ნორმალურ სიბრტყეებზე) კავკასიის ტერიტორიაზე ადგილი აქვს $\frac{S_0}{S_m}$ დღიური სვლის მრუდეების არსებით განსხვავებას ვერ-

ტიკალური ზედაპირების ორიენტაციაზე დამოკიდებულებით. სამხრეთისა და ჩრდილოეთის კედლებზე ამ შეფარდების მაქსიმუმი აღინიშნება ჰორიზონტალური ზედაპირის ანალოგიურად შუადღის საათებში, აღმოსავლეთის კედლებზე 9 საათზე, დასავლეთის კედლებზე 18 საათებზე. $\sum_{\rho} S_{\rho}$ -ს სიდიდე სამ-

ხრეთის ორიენტაციაზე ოქტომბერ-თებერვალში მეტია, მარტ-სექტემბერში ნაკლებია, ვიდრე ჰორიზონტალურ ზედაპირზე. ჩრდილოეთის, დასავლეთის და აღმოსავლეთის კედლები წელიწადის განმავლობაში ღებულობენ ჰორიზონტალურ ზედაპირთან შედარებით ნაკლებ რადიაციას. საგულისხმოა, რომ სამხრეთის კედლებზე S_3 -ის მაქსიმუმს ადგილი აქვს წელიწადის ცივ პერიოდში (XI-IV) რაც ხელს უწყობს კავკასიის ტერიტორიაზე და კერძოდ მთიან რაიონებში (რომლებიც ხასიათდებიან რადიაციის მაღალი და ჰაერის ტემპერატურის დაბალი დონით) განლაგებული კომუნალური, რეკრეაციული და სხვა

დანიშნულების ნაგებობების შემომზღუდავი კონსტრუქციების (კედლები, შუქჭრილები) მიერ სითბოს დანაკარგების კომპენსაციას. გარდა ამისა, ნაგებობების გამჭვირვალე მომიწული შემომზღუდავ ზედაპირებში შენობების შიგნით შეღწეული მოკლელტალღიანი რადიაციის (მათ შორის მზის პირდაპირი რადიაციის) ნაკადები თამაშობენ გარკვეულ როლს დღის განმავლობაში სასურველი თერმული რეჟიმის რეალიზაციაში. აღსანიშნავია, რომ კავკასიის მთიან რაიონებში 0-4 კმ სიმაღლეების დიაპაზონში წელიწადის ცივ პერიოდში (X- IV) ნაგებობების სამხრეთ კედლებზე S_3 -ს სიდიდეები 3,5-4,0-ჯერ აღემატებიან მის სიდიდეებს ივნისში. წელიწადის თბილ პერიოდში კი (V-XI) აღმოსავლეთის (დასავლეთის) კედლებზე S_3 -ს მეტია ვიდრე სამხრეთის კედლებზე, როგორც აღინიშნა, ზღვის დონიდან მცირე სიმაღლეებზე განლაგებული ფერდობებისათვის S -ის ცვლილებების კანონზომიერებები (რომლებიც ძალაში რჩებიან მთიან და მაღალმთიან რაიონებში განლაგებული ფერდობებისათვისაც) საკმაოდ დეტალურად განხილულია სათანადო ლიტერატურაში. აქ შევჩერდებით მთიან რაიონებში ფერდობებზე დაცემული მზის პირდაპირი რადიაციის სიდიდეებზე ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის გავლენით რაოდენობრივი შეფასების საკითხებზე. მონმენდილი ცის შემთხვევაში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას კუთხის ფიქსირებული მნიშვნელობისათვის ფერდობებზე ჰორიზონტალური ზედაპირის ანალოგიურად S_{θ} , $\sum_{\theta} S_{\theta}$, $\sum_{\rho} S_{\theta}$ -ს სიდიდეები მატულობენ. როგორც ნახ. 4.3.1 დან ჩანს, რომლებზედაც წარმოდგენილია ჰორიზონტალური ზედაპირისა და ჩრდილოეთის, აღმოსავლეთის, სამხრეთის, დასავლეთის ვერტიკალური ზედაპირებისათვის $\sum_{\theta} S_{\theta}$ -ს წლიური სვლის მრუდები ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით, ჰორიზონტალურ, ჩრდილოეთის, აღმოსავლეთის, დასავლეთის ვერტიკალურ ზედაპირებზე $\sum_{\theta} S_{\theta}$ და $\sum_{\rho} S_{\theta}$ -ს სიდიდეები წელიწადის პირველ ნახევარში იზრდებიან, მეორეში კი მცირდებიან, სამხრეთის ორიენტაციის კედელზე კი წელიწადის პირველ



ნახ. 4.3.1 ჩ,ს, ა, დ-ის კედლებზე $\sum_r S_g$ წლიური სვლა: x - 0.4კმ, o - 3.2კმ, Δ - 3.1კმ

ნახევარში ადგილი აქვს $\sum_o S_g$ -ს შემცირებას, მეორე ნახევარში კი ზრდას. ფერდობებზე ჩრდილოეთის დიდი დახრილობების $\alpha > 50^\circ$ გარდა $\sum_r S_g = f(H)$ დამოკიდებულებე-

ბის სახე ძირითადად მსგავსია $\sum_{\rho} S_{\rho} = f(H)$ დამოკიდებულებისა, რადგანაც მათზე ჯამური რადიაციის ფორმირებაში მთავარ როლს თამაშობს მზის პირდაპირი რადიაცია. დამოკიდებულება $\sum_{\rho} S_{\rho} = f(H)$, რომელშიც ჯამები მოცემულია მჯ/მ²-ში, H კი კმ-ში, ანალიზურად წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლის სახით ყველა ორიენტაციისათვის გარდა ჩრდილოეთის ორიენტაციის 30-40⁰ -ის დახრილობებისა: რომლებსათვის იგი წარმოადგენს წრფივ ფუნქციას ამ დამოკიდებულებაში შემავალი კოეფიციენტების სიდიდეები მოცემულ ია ცხრ. 4.3.1-ში.

ემპირიული ფორმულებით გამოთვლილ და დაკვირვებების მონაცემებით აგებული მრუდებიდან აღებულ $\sum_{\rho} S_{\rho}$ -ს სიდიდეებს შორი განსხვავება უმნიშვნელოა: მაგალითად საშუალო კვადრატული გადახრა σ შეადგენს 50⁰-ის დახრილობების ფერდობისათვის 26,4; 30⁰-ის დახრილობის (დასავლეთის) ფერდობებისათვის 77,9მჯ/მ²-ს.

არსებობს განსაზღვრული ფუნქციონალური დამოკიდებულება ფერდობების დახრილობის კუთხის – და $\sum_{\rho} S_{\rho}$ -ს სიდიდეებს შორის. მაგალითად, ტერსკოლისა და ჩეგეთის პიკებისათვის (3,1კმ) დამოკიდებულება $\sum_{\rho} S_{\rho} = f(\alpha)$ ანალიზურად წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლას სახით სამხრეთის ფერდობებისათვის

$$\sum_{\rho} S_{\rho} = 8002.9 + 67.04\alpha - 0.922\alpha^2 \quad (4.54)$$

წრფივი ფუნქციის სახით აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ფერდობებისათვის

$$\sum_{\rho} S_{\rho} = 8002.9 - 39.812\alpha \quad (4.55)$$

და მაჩვენებელი ფუნქციების სახით ჩრდილოეთის ფერდობებისათვის

$$\sum_{\rho} S_{\rho} = 8002.9e^{-0.098\alpha} \quad (4.56)$$

აღსანიშნავია $\sum_{\rho} S_{\rho} = f(\alpha)$ დამოკიდებულებების მსგავსება დაბლობი და მთიანი (მაღალმთიანი) რაიონებისათვის იდენტური ორიენტაციის ფერდობების შემთხვევა-

ში. ისინი დაბლობი და მთიანი რაიონებისათვის ანალოგიურად წარმოიდგინებინ მაღალმთიანი რაიონებისათვის მიღებული ფუნქციების სახით.

გადამყვანი კოეფიციენტების $K = \frac{\sum_{\sigma} S_{\sigma}}{\sum_{\sigma} S_0}$ მნიშვნე-

ლობები დახრილობის კუთხეზე დამოკიდებულებით, რომლებითაც მონმენდილი ცის შემთხვევაში გამოითვლება $\sum_{\sigma} S_{\sigma}$ -ს სიდიდეები ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ცნობილი ჯამებით $\sum_{\sigma} S_0$, მოცემულია ნახ. 4.3.2-4.3.3. -ზე.

ცხრილი 4.3.1. $\sum_{\sigma} S_{\sigma} = f(H)$ დამოკიდებულებაში შემავალი a, b, c კოეფიციენტების სიდიდეები

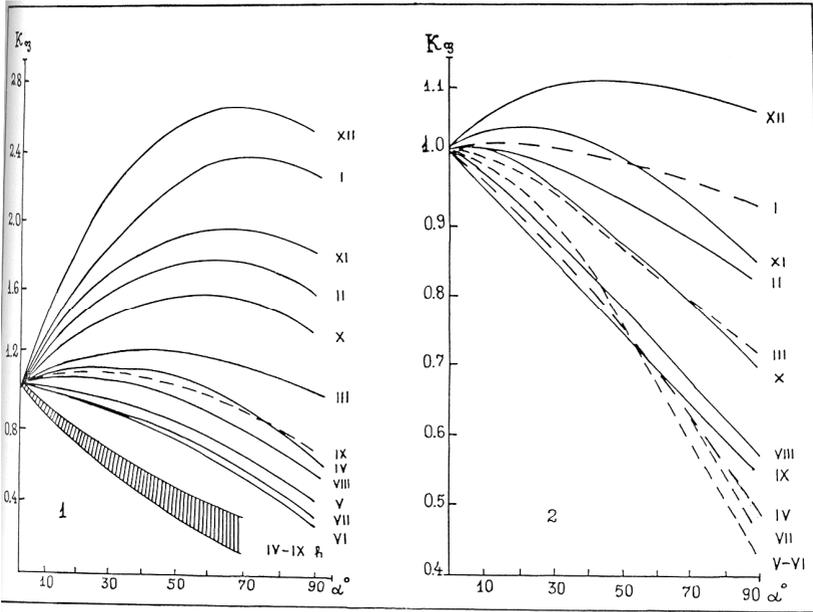
კოეფიციენტი	α , გრადუსი					
	0	10	30	50	70	90
ჩრდილოეთის ორიენტაცია						
a	54447.0	4519.3	2514.0	1365.9	508.9	171.8
b	917.8	693.9	670.4	159.2	0.0	-181.4
c	-27.24	14.04	0.0	104.75	113.97	148.75
სამხრეთის ორიენტაცია						
a	--	5987.5	6950.0	7096.6	6333.2	4873.4
b	--	905.0	481.9	186.9	0.0	0.0
c	--	-31.43	97.0	167.0	205.73	168.0
აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ორიენტაცია						
a	--	5389.6	4856.0	4346.7	3808.7	3226.3
b	--	575.7	515.4	365.4	167.6	-41.9
c	--	59.29	77.52	107.68	152.94	167.6

წლიური ჯამების შემთხვევაში დამოკიდებულება $K_{\sigma} = \frac{\sum_{\sigma} S_{\sigma}}{\sum_{\sigma} S_0} f(\alpha)$ ანალიზურად წარმოიდგინება სამხრეთის ფერდობებისათვის მეორე რიგის პარაბოლის სახით:

$$K_{\sigma} = 1.00 + 0.0092\alpha - 0.00011\alpha^2 \quad (4.57)$$

აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ფერდობებისათვის
 ნრფივი ფუნქციების სახით

$$K_{\text{ფ}} = 1.00 - 0.00444\alpha \quad (4.58)$$



ნახ. 4.3.2. დამოკიდებულება $\sum_{\text{ფ}} S_{\text{ფ}} = f(\alpha)$ სამხრეთის (1),
 ჩრდილოეთის ფერდობებისათვის მაჩვენებელი ფუნქციების
 სახით

$$K_{\text{ფ}} = 0.9950e^{-0.0193\alpha} \quad (4.59)$$

(4.57)-(4.59) გამოსახულებით გამოთვლილ და დაკვირ-
 ვებების მონაცემებით აგებული მრუდეებიდან აღებული $K_{\text{ფ}}$
 -ს სიდიდეებს შორის განსხვავება მაგალითად ჩრდილოეთის
 ფერდობებზე ($\alpha = 20 - 40^\circ$) მერყეობს 0.010-0.015-ის ფარ-
 გლებში. თუ მონმენდილი ცის შემთხვევაში ცნობილია
 $\sum_{\text{ფ}} S_{\text{ფ}}$ -ის სიდიდე (აქტინომეტრიული სადგურების მონა-
 ცემებით) მაშინ (4.57-4.59) გამოსახულებით გამოითვლები ან
 წლიური ამების სიდიდეები ფერდობებზე მაგალითად, მ/მ

სადგური ყაზბეგისათვის (3.7კმ) $\sum_{\rho} S_{\rho}$ -ის საშუალო სიდიდე შეადგენს 3900.0მჯ/მ². ამ სიმაღლეებზე განლაგებული ფერდობებისათვის $\sum_{\rho} S_{\rho}$ -ს სიდიდეები გამოითვლება შემდეგი გამოსახულებების საშუალებით: სამხრეთის ორიენტაციისათვის

$$\sum_{\rho} S_{\rho} = 7900.0(1.00 + 0.0092\alpha - 0.00011\alpha^2) \quad (4.60)$$

ჩრდილოეთის ორიენტაციისათვის

$$\sum_{\rho} S_{\rho} = 7900.0(0.995e^{-0.0193\alpha}) \quad (4.61)$$

აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ორიენტაციისათვის

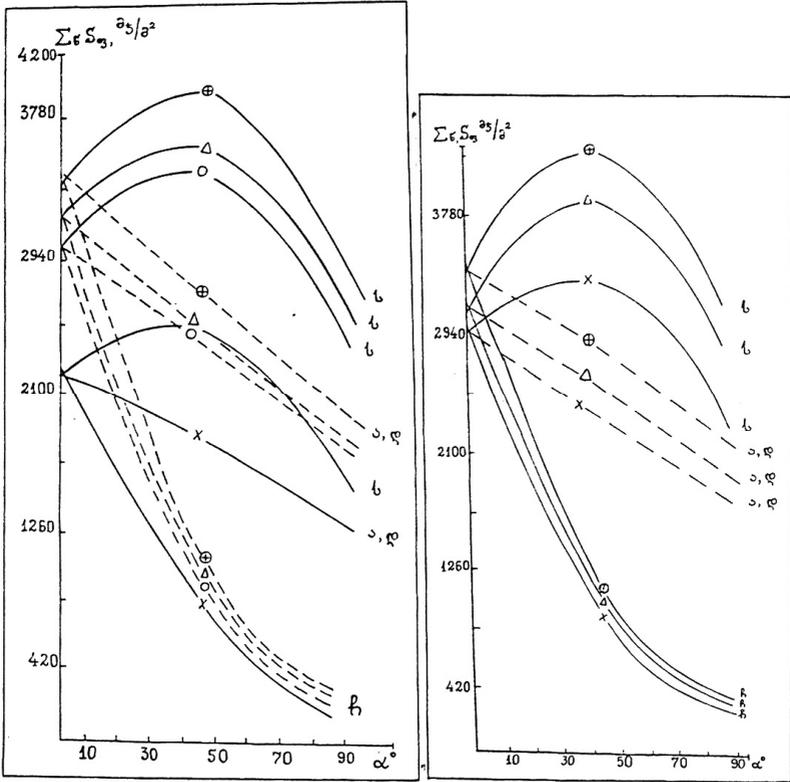
$$\sum_{\rho} S_{\rho} = 7900.0(1.00 - 0.0044\alpha) \quad (4.62)$$

გამოთვლების თანახმად, მაგ., 30⁰ და 90⁰ დახრილობების შემთხვევაში $\sum_{\rho} S_{\rho}$ ტოლია სამხრეთის ორიენტაციაზე შესაბამისად 9300,0 და 7410,2 მჯ/მ²-ისა, აღმოსავლეთის და დასავლეთის ორიენტაციებზე კი 6846,7 და 4743,2მჯ/მ²-ისა. ჰორიზონტალური ზედაპირის ანალოგიურად, ფერდობებზე $\sum_{\sigma} S_{\sigma}$ და $\sum_{\rho} S_{\rho}$ -ს სიდიდეები განიცდიან დიდ რყევებს აბსოლუტურ სიმაღლეებზე, ორიენტაციაზე და დახრილობის კუთხეზე დამოკიდებულებით. მაგალითად თბილისისათვის $\sum_{\rho} S_{\rho}$ მრავალწლიური მონაცემებით შეადგენს 5850მჯ/მ²-ს დახრილობის კუთხის ზრდისას 0⁰-დან 90⁰-მდე $\sum_{\rho} S_{\rho}$ -ის სიდიდე მცირდება ჩრდილოეთის 360,0 აღმოსავლეთის (დასავლეთის) 3500.0 სამხრეთის ფერდობებზე 4850,0მჯ/მ²-მდე. აღსანიშნავია, რომ დამოკიდებულებების $\sum S_{\rho} = f(\alpha)$ ზოგადი კანონზომიერებები იდენტური ორიენტაციისა და დახრილობის ფერდობებისათვის ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მიუხედავად რჩებიან უცვლელი. უფრო მეტიც, ფიქსირებული განედისათვის (და განედის უმნიშვნელო ცვლილებისას - 2-3⁰-ის ფარგლებში) დამოკიდებულების $\sum S_{\rho} = f(\alpha)$ სახე ერთი და იგივე ორიენტაციის ფერდობებისათვის მოწმენდილი ცისა და ღრუბლიანობის პირობებში რჩება უცვლელი,

რაც განპირობებულია ადგილის ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებისაგან დამოუკიდებლად ღრუბლიანობის რეჟიმული მახასიათებლების უმნიშვნელო გავლენაზე მზის სიმაღლესა და აზიმუტთან შედარებით.

$$K_{\varphi} = \frac{\sum_{\varphi} S_{\varphi}}{\sum_{\sigma} S_{\sigma}} \text{ - სიდიდეები ჯამების აბსოლუტური სი-}$$

დიდეებისაგან განსხვავებით, რომლებიც დამოკიდებულია ღრუბლიანობაზე და ატმოსფეროს ფიზიკურ თვისებებზე, არიან აგრეთვე ადგილის განედის ფუნქციები. როგორც ნაჩვენებია (49)-ში, დაბლობ რაიონებში ერთ განედზე განლაგებული პუნქტებისათვის გამოთვლილი K_{φ} -ს სიდიდეები მიუხედავად ღრუბლიანობის რეჟიმში და ატმოსფეროს ოპტიკურ თვისებებში არსებული მნიშვნელოვანი განსხვავებისა, პრაქტიკულად ემთხვევიან ერთმანეთს: K_{φ} -ს სიდიდეებს შორის სხვაობა ფაქტიურად არ აღემატება იმ ცდომილებების სიდიდეს, რომელსაც ადგილი აქვს მათ გამოთვლებში. ანალოგიურ სურათს ადგილი აქვს მთიან რაიონებშიც (ნახ. 4.3.3.). ამიტომაც, რომ (26)-ში მინსკისათვის გამოთვლილი K_{φ} -ს სიდიდეები გამოყენებული იქნა $\sum_{\sigma} S_{\sigma}$ -ს გამოთვლებში ამავე განედზე განლაგებული სხვა პუნქტებისათვის. (77)-ში კი ყოფილ საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე ($\varphi = 37 - 77^{\circ}$ ჩ.გ.) ჩრდილოეთისა და სამხრეთის ორიენტაციების კედლებისათვის დადგენილი იქნა $K_{\varphi} = f(\varphi)$ დამოკიდებულების ძირითადი თავისებურებები. ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში $\sum_{\sigma} S_{\sigma}$ -ს სიდიდეები α ზრდისას 0° -დან 90° -ის ჩათვლით ჩრდილოეთის, აღმოსავლეთის და დასავლეთის ორიენტაციებზე თანდათანობით მცირდება, სამხრეთის ორიენტაციაზე მათი მაქსიმუმი აღინიშნება დაახლოებით $40-50^{\circ}$ -ის დახრილობებზე, მეტი ან ნაკლები კუთხეებისათვის ისინი კლებულობენ. ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას $\sum_{\varphi} S_{\varphi}$ -ს სიდიდე ყველა ორიენტაციაზე იზრდება (ნახ. 4.3.3.). $\sum_{\varphi} S_{\varphi}$ -ს მაქსიმალური ზრდა აღინიშ-



ნახ. 4.3.3 დამოკიდებულება $\sum F_g = f(\alpha)$ ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობებზე: $x-0.4$, $o-2.2$, $\Delta-3.1$, $\theta-3.8$ კმ

ნება სამხრეთის, მინიმალური ჩრდილოეთის ფერდობებზე. მაგალითად, მ/მ/ ყაზბეგისა და ჯვრის უღელტეხილისათვის თბილისთან შედარებით 45° -ის დახრილობის ფერდობებისათვის $\sum F_g$ -ს ნამატი შეადგენს 963.7 და 544.7 მგ/მ² სამხრეთის, 460.9 და 209.5 მგ/მ²-ის აღმოსავლეთის (დასავლეთის) 125 და $83,8$ მგ/მ² ჩრდილოეთის ორიენტაციებისათვის. დამოკიდებულება $\sum F_g = f(\alpha)$ ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში მოწმენდილი ცის ანალოგიურად, წარმოიდ-

გინება მეორე რიგის პარაბოლის სახით სამხრეთის, წრფივი ფუნქციის სახით აღმოსავლეთის (დასავლეთის) და მაჩვენებელი ფუნქციის სახით ჩრდილოეთის ფერდობებისათვის. მ/მ/ ყაზბეგისათვის.

$$\sum_{\rho} S_{\rho} = 3352.0 + 33.94\alpha - 0.360\alpha^2 \quad (4.63)$$

სამხრეთის (დ) ფერდობები

$$\sum_{\rho} S_{\rho} = 3352.0 - 13.49\alpha \quad (4.64)$$

აღმოსავლეთის (დ) ფერდობები

$$\sum_{\rho} S_{\rho} = 3352.0e^{-0.0499\alpha} \quad (4.65)$$

ჩრდილოეთის ფერდობები

(4.64) დამოკიდებულებაში შემავალ კოეფიციენტებს აქვს შემდეგი მნიშვნელობები თბილისისათვის $a = -14, 41$; $b = 3058, 7$; ტერსკოლისათვის $a = -12, 61$; $b = 2974, 9$; ყინულოვანი ბაზისათვის $a = -15, 34$; $b = 3393, 9$; ჯვრის უღელტეხილისათვის $a = -12, 65$; $b = 3100, 6$; აქტინომეტრიულ სადგურებზე ჰორიზონტალურ ზედაპირებზე მიღებული მზის პირდაპირი რადიაციის მრავალნაირი საშუალო თვიური მნიშვნელობების გამოყენებით კავკასიის ზოგიერთი რაიონისა და პუნქტებისათვის ღრუბლიანობის გათვალისწინებით გამოთვლილი იქნა $\sum_{\sigma} S_{\rho}$ და $\sum_{\rho} S_{\rho}$ სიდიდეები. ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში კავკასიის როგორც დაბლობ, ასევე მთიან რაიონებში ფიქსირებულ აბსოლუტურ სიმაღლეზე ღრუბლიანობაზე, ფერდობის ორიენტაციაზე და დახრილობაზე დამოკიდებულებებით ადგილი აქვს ჯამების სიდიდეებში არსებით განსხვავებას. მაგ., ფერდობის დახრილობის კუთხის ზრდისას 0° -დან 90° -მდე $\sum_{\rho} S_{\rho}$ -ს სიდიდე ჩრდილოეთის ფერდობებზე მცირდება კრასნოდარის მხარის შავი ზღვის სანაპიროზე $2890, 0 \text{ მჯ/მ}^2$ -დან $260, 0 \text{ მჯ/მ}^2$ -მდე, ქართლის ვაკეზე $2860, 0 \text{ მჯ/მ}^2$ -დან $220, 0 \text{ მჯ/მ}^2$ -მდე, ბერამაიტზე $2640, 0 \text{ მჯ/მ}^2$ -დან $150, 0 \text{ მჯ/მ}^2$ -მდე. ჯამების სიდიდის შემცირებას α -ს ზრდის შედეგად ადგილი აქვს აგრეთვე აღმოსავლეთის და დასავლეთის

თის ფერდობებზეც. ამ ორიენტაციებზე α -ს ზრდისას ანალოგიურ ზღვრებში $\sum \rho S_{\vartheta}$ - მცირდება შავი ზღვის სანაპიროზე 1830,0, ქართლის ვაკეზე 1270,0, ბერმამიტზე 1690,0მჯ/მ²-მდე. სამხრეთის ფერდობებზე $\sum \rho S_{\vartheta}$ -ს მაქსიმუმი აღინიშნება 40-45⁰-ის დახრილობებზე. ნაკლებ ან მეტ დახრილობებზე $\sum \rho S_{\vartheta}$ - მცირდება და აღწევს მინიმუმს ვერტიკალურ ზედაპირებზე. მაგ., $\sum \rho S_{\vartheta}$ -ს მაქსიმუმი შეადგენს ბერმამიტზე 3400,0, ტერსკოლის პიკზე 3640,0, ვვრის უღელტეხილზე 3330,0, ყინულოვან ბაზაზე 4000.0მჯ/მ²-ს.

აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ კავკასიის პირობებში ოთხი ძირითადი ორიენტაციის კედლებისათვის მიღებული მზის პირდაპირი რადიაციის თვიური ამების ფარდობითი სიდიდეები K_{ϑ} ახლოა იმ სიდიდეებთან, რომლებიც მოცემულია (77)-ში. მაგ. ჩრდილოეთის 43⁰-ის განედზე განლაგებული სამხრეთის ორიენტაციის კედლებისათვის ჩვენი მონაცემებით და (77)-ში ჩატარებული გამოთვლებით K_{ϑ} ნელინადის სეზონების შუა თვეებისათვის (I, IV, VII, X) შეადგენს შესაბამისად 2,3; 0,6; 0,3; 1,2-ს. ჩრდილოეთის კედლებისათვის K_{ϑ} -ს სიდიდე მერყეობს ნელინადის განმავლობაში 0,1-0,2-ის ზღვრებში. ჩვენს მიერ კავკასიისათვის აგებული $K_{\vartheta} = f(\alpha)$ დამოკიდებულებიდან და (77)-ში ჩრდილოეთის 43⁰-ის განედისათვის $K_{\vartheta} = f(\varphi)$ მრუდეებიდან აღებული K_{ϑ} -ს სიდიდეების შედარება გვიჩვენებს მათ კარგ თანხვედენას. მნიშვნელოვან და პრაქტიკულად საინტერესო ფაქტს წარმოადგენს მოღრუბლულობის საშუალო პირობებში დადგენილი K_{ϑ} -ს სიდიდეების გამოყენება მონმენდილი ცის პირობებში ფერდობებზე მზის პირდაპირი რადიაციის ჯამების გამოთვლელად. ჩატარებული გამოთვლებით დადგინდა, რომ ამ გზით გამოთვლილ ჯამებს შორის განსხვავება მერყეობს 5-10%-ის ფარგლებში. ანალოგიური შედეგი მიღებული იყო მ. გოლბერგის (მინსკი), ვ. ბეერის (ჰამბურგი, იკლე), ზ. პივოვაროვას (საბჭოთა კავშირი, 18 პუნქტი) მიერ. უფრო მე-

ტიც, ჩრდილოეთის განედის 35-65°-ის დიაპაზონში განლაგებული ტერიტორიისათვის ატმოსფეროს გამჭვირვალობის ცვალებად პირობებში (52) –ში თეორიული გზით გამოთვლილი K_{γ} -ს სიდიდეების შედარება (77)-ში დაკვირვებების შედეგად მიღებული K_{γ} -ს სიდიდეებთან მიუთითებს მათ შორის უმნიშვნელო განსხვავებაზე.

როგორც აღინიშნა მონმენდილი ცის და ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში K_{γ} -ს სიდიდეები კავკასიონის პირობებში (0-4კმ) დადგენილი იქნა ჩრდილოეთის განედის 43-44°-ისათვის. ბუნებრივია, რომ $\sum_{\sigma} S_{\gamma}$ და $\sum_{\rho} S_{\gamma}$ სიდიდეების გამოთვლებში მიღებული კოეფიციენტების გამოყენებით განპირობებული მოსალოდნელი ცდომილება კავკასიონის ტერიტორიის დანარჩენი მთიანი რაიონებისათვის (რომლებსათვისაც განედის სიდიდე მცირედ განსხვავდება ზემოთ აღნიშნული მნიშვნელობებისაგან) დაკავშირებულია მზის პირდაპირ რადიაციასა და ფერდობებს შორის შეხვედრის კუთხის წლიური სვლის ასეთივე სიდიდის ცვლილებებთან (1-3% წელიწადის განმავლობაში). ამის გათვალისწინებით შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ ცენტრალური კავკასიონის პირობებში მიღებული K_{γ} -ს სიდიდეები შეიძლება გამოყენებული იქნენ $\sum_{\sigma} S_{\gamma}$ -ს სიდიდეების გამოთვლებში მონმენდილი ცისა და ღრუბლიანობის პირობებში კავკასიონის სხვა მთიანი რაიონებისათვისაც.

4.4. ბუნებრივი ფერდობების რადიაციული ბალანსი

კავკასიონის მთიან რაიონებისათვის ბუნებრივი ფერდობების რადიაციული ბალანსის წლიური სვლის თავისებურებები დღემდე არ არის დადგენილი. რაც განპირობებულია დაკვირვებების რეალიზაციასთან დაკავშირებულ გარკვეულ სიძნელეებთან. ამ საკითხისადმი მიძღვნილ შრომებში, კერძოდ (7, 57, 163)-ში ექსპერიმენტული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია რადიაციული ბალანსისა და

ეფექტურ გამოსხივების თავისებურებები ზაფხულის თვეებისათვის ძირითადად ზღვის დონიდან შედარებით პატარა სიმაღლეებზე განლაგებული ფერდობებისათვის სათანადო ექსპერიმენტული ინფორმაციის დეფიციტის შედეგად დამრეცი ფერდობების რადიაციული ბალანსის შედეგების გამოსათვლელად ხშირად გამოიყენებიან იზოტროპული მიახლოვების ფორმულები, ფერდობების რადიაციულ ბალანსზე და მის მდგენელებზე არსებული ინფორმაციის ანალიზი თეორიული და ექსპერიმენტული ხასიათის საკუთარი გამოკვლევების შედეგებით მოცემულია განზოგადებული სახის ნაშრომში (52). ცენტრალური კავკასიონის პირობებში (2,2კმ) ოთხი ძირითადი ორიენტაციის 35-40°-ის დახრილობის ბუნებრივი ფერდობებისათვის რადიაციული ბალანსისა და მის მდგენელების წლიური სვლის კანონზომიერებები მოცემულია ჩვენს შრომებში (84,124).

როგორც ცნობილია, ეფექტური გამოსხივება E თამაშობს მნიშვნელოვან როლს ფერდობების რადიაციული ბალანსის ფორმირებაში. ეფექტური გამოსხივების სიდიდეების თეორიული გზით განსაზღვრას აძნელებს ის გარემოება, რომ მოწმენდილი ცის შემთხვევაში გამოსხივების ველი არის ანიზოტროპული (გამოსხივების ინტენსივობა დამოკიდებულია მიმართულებაზე), რის შედეგად ფერდობების ეფექტური გამოსხივების გამოთვლა ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მისი სიდიდეებით იზოტროპიული მიახლოვების ფორმულების გამოყენებით იძლევა არადადამაკმაყოფილებელ შედეგს.

მოწმენდილი და ღრუბილიანი ცის ეფექტური გამოსხივების ინტენსივობის კუთხურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების და იმ თანაფარდობების გათვალისწინებით, რომლებიც აკავშირებენ ეფექტური გამოსხივების ნაკადს მის ინტენსივობასთან კ. კონდრატიევმა (52,57) მიიღო ნებისმიერად ორიენტირებული დახრილი ზედაპირებისათვის ეფექტური გამოსხივების გამოსათვლელი ფორმულის როგორც ზოგადი, ასევე ზღვრული სახეები ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ზედაპირებისათვის. ფორმულები დადგენილი იქნა ფერდობსა და ჰორიზონტალურ ქვეფენილ ზედაპირს შორის როგორც ტემპერატურული წონასწორობის, ასევე რადიაციული გაცვლის პირობების გათვალისწინებით. კ. კონდრატიევის მიერ ეფექტური გამოსხივების ექსპერიმენტული და თეორი-

ული გამოკვლევების შედეგად დადგინდა, რომ დახრილ ზედაპირებზე დახრილობის კუთხის სიდიდეზე დამოუკიდებლად ($\alpha = 90^\circ$) მოწმენდილ ლამეებში, მათ შორის თანხდენა არის დამაკმაყოფილებელი (განსხვავების სიდიდე არ გამოდის გაზომვის ცდომილების ზღვრებიდან). ამასთანავე ერთად $\frac{E_s}{E_0} = f(\alpha)$ -ს შესაბამისი მრუდეების სახე არ არის და-

მოკიდებული ატმოსფეროში წყლის ორთქლის საერთო შემცველობაზე $\omega(1.0 - 4.0)$ მ/სმ³, რაც შესაძლებელს ხდის მოწმენდილი ცის შემთხვევაში დახრილი ზედაპირებისათვის ეფექტური გამოსხივების გამოთვლას.

როგორც ცნობილია (52,57), ნებისმიერი ორიენტაციის ფერდობის რადიაციული ბალანსის განტოლებას აქვს სახე:

$$B_{\text{ფ}} = S_{\text{ფ}} + D_{\text{ფ}} + R_{\text{ფ}}' - R_{\text{ფ}} + \delta E_{\text{ფ}}' + \delta E_{\text{ფ}} + \delta U_{0\text{ფ}}' - U_{\text{ფ}} \quad (4.66)$$

რომელშიც $S_{\text{ფ}}$ და $D_{\text{ფ}}$ არიან მზის პირდაპირი და გაბნეული რადიაცია ფერდობებზე, $R_{\text{ფ}}'$ ფერდობის წინ განლაგებული ჰორიზონტალური ზედაპირის მიერ ფერდობის მიმართულე-ბით არეკლილი რადიაცია, $R_{\text{ფ}}$ ფერდობის ზედაპირიდან არეკლილი მოკლეტალღანი რადიაცია, $E_{\text{ფ}}'$ - ფერდობის მიმართუ-ლებით ატმოსფეროს გამოსხივება, $E_{\text{ფ}}$ - ჰორიზონტალური ზედაპირის მიერ ფერდობისაკენ არეკლილი ატმოსფეროს უკუგამოსხივება, $U_{0\text{ფ}}'$ - ჰორიზონტალური ზედაპირის მიერ ფერდობის მიმართულებით სითბური გამოსხივება, $U_{\text{ფ}}$ - ფერდობის სითბური გამოსხივება. უნდა აღინიშნოს, რომ გამოსახულება (4,66) სამართლიანია დაბლობ ადგილზე განლაგებული ფერდობებისათვის. მთიან რაიონებში ფერდობების რადიაციული რეჟიმის ფორმირებაში არსებით როლს ასრულებს მათ შორის რადიაციული გაცვლის პროცესები, რის შედეგად (4.66) გამოსახულებას ემატება შემდეგი წევრები $R_{\text{ფ}}''$ - მოპირდაპირე ფერდობიდან არეკლილი და მოცემულ ფერდობზე დაცემული

მოკლეთალღიანი რადიაცია, δE_{γ}^{II} - მოპირდაპირე ფერდობი-
 დან მოცემული ფერდობის მიმართულებით არეკლილი ატმოს-
 ფროს უკუგამოსხივება, $U_{0\gamma}^{II}$ - მოპირდაპირე ფერდობიდან
 მოცემული ფერდობის მიმართულებით სითბური გამოსხივე-
 ბა, თუ დაფუშვებთ, მოწმენდილი ცის შემთხვევაში ცის თაღის
 მიერ გაბნეული და ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი რადი-
 აცია, ატმოსფეროს და ქვეფენილი ზედაპირის მიერ გამოსხი-
 ვებული გრძელთალღიანი რადიაცია არის იზოტროპული, რა-
 დიაციული გაცვლის პროცესში მონაწილე მთის რელიეფის
 ელემენტების (ფერდობები, ჰორიზონტალური ზედაპირები)
 ტემპერატურა და ოპტიკური თვისებები კი იდენტური (რაც არ
 შეეფერება სინამდვილეს) მაშინ (4.66)-ში შემავალი რადიაციუ-
 ლი ბალანსის მდგენელების გამოსათვლელად შეიძლება გამო-
 ყენებული იქნენ იზოტროპიული მიახლოების მარტივი გამოსა-
 ხულებები (52, 57)-ში ფერდობებისათვის, იზოტროპიული მიახ-
 ლოების ფორმულებით გამოთვლილი რადიაციული ბალანსის
 მდგენელების სიდიდეები ხასიათდებიან განსაზღვრული ცდო-
 მილებებით, რომლებიც მათი დახრილობის კუთხის ზრდისას
 ხდებიან მნიშვნელოვანი, რის შედეგად განსაკუთრებულ აქტუ-
 ალობას იძენს ფერდობების რადიაციული ბალანსისა და მისი
 კომპონენტების შესწავლა ექსპერიმენტალური გზით. იალბუ-
 ზის რაიონში (2.2კმ) ოთხი ძირითადი ორიენტაციის ფერდო-
 ბებზე (α 35-40⁰) 1966-1989 წლებში ტარდებოდა დაკვირვებე-
 ბი რადიაციულ ბალანსზე და მის მდგენელებზე სპეციალური
 საველე დანადგარით (ნახ. 4.2.3), როგორც დაკვირვების მასა-
 ლების ანალიზიდან ჩანს, ფერდობებზე რადიაციული ბალანსი-
 სა და მისი მდგენელების დღიური მსვლელობა დამოკიდებუ-
 ლია ფერდობის ორიენტაციაზე და დახრილობის კუთხეზე. მა-
 გაღითად, ივლისში მოწმენდილი ცის შემთხვევაში 7 საათზე
 აღმოსავლეთის ფერდობზე $B_{\gamma} = 0.77$ კვტ/მ², დასავლეთის
 ფერდობზე $B = 0$, ხოლო 16 საათზე $B_{\gamma} = 0$ აღმოსავლეთის,
 $B_{\gamma} = 0.82$ კვტ/მ² დასავლეთის ფერდობზე. B_{γ} -ს მაქსიმუმი
 სამხრეთის და ჩრდილოეთის ფერდობებზე აღინიშნება შუად-
 ღის საათებში, აღმოსავლეთის და დასავლეთის ფერდობებზე
 კი შესაბამისად დღის პირველ და მეორე ნახევარში. სამხრე-

თის ფერდობზე მარტში შუადღის საათებში $B_{\text{ფ}}$ -ს სიდიდე აღწევს 0.80 კვტ/მ^2 . სამხრეთის, აღმოსავლეთის და დასავლეთის ფერდობებზე კი ზაფხულში 0.35 კვტ/მ^2 -ს. მთლიანი ღრუბლიანობის პირობებში $B_{\text{ფ}}$ -ს დღიური სვლის მრუდების თავისებურებები რჩებიან უცვლელი, ნაწილობრივი ღრუბლიანობის პირობებში $B_{\text{ფ}}$ -ს მაქსიმუმს შეიძლება ადგილი ჰქონდეს დღის ნებისმიერ საათში ფერდობის ორიენტაციაზე დამოუკიდებლად. როგორც ცნობილია (14), ჰორიზონტალურ ქვეფენილზე დაპირზე დაბლობ რაიონებში რადიაციული ბალანსის სიდიდე იცვლის ნიშანს მზის ამოსვლის შემდეგ $40-60$ წუთის შემდეგ, მზის ჩასვლის მომენტამდე $1,5$ საათით ადრე. მაღალმთიან რაიონებში ფერდობებისათვის რადიაციული ბალანსის ნიშნის შეცვლა ემთხვევა მზის ამოსვლის და ჩასვლის მომენტებს.

როგორც ცხრ. 4.4.1-დან ჩანს, რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების თვიური და წლიური ჯამების სიდიდე (ჯამები გამოთვლილია მზის ამოსვლიდან ჩასვლამდე დროის მონაკვეთებისათვის) მოწმენდილი ცის შემთხვევაში მაქსიმალურია სამხრეთის, მინიმალურია ჩრდილოეთის ფერდობებისათვის. აღმოსავლეთის და დასავლეთის ორიენტაციებზე წელიწადის თბილ პერიოდში ისინი ახლოა ერთმანეთთან, ცივ პერიოდში კი დასავლეთის ფერდობზე სეზონური თოვლის საფარის არსებობის მეტი ხანგრძლივობის

ცხრილი 4.4.1

მოწმენდილი ცის შემთხვევაში ბუნებრივ ფერდობებზე რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების თვიური

$\sum_{\text{ფ}}$ ჯამების და წლიური $\sum_{\text{წ}}$ ჯამების სიდიდე (მჯ/მ^2),

ორიენტაცია	თვე	რადიაციული ბალანსის მდგენელი						
		$\sum_{\text{ფ}} Q_{\text{ფ}}$	$\sum_{\text{ფ}} D_{\text{ფ}}$	$\sum_{\text{ფ}} S_{\text{ფ}}$	$\sum_{\text{ფ}} R_{\text{ფ}}$	$\sum_{\text{ფ}} B_{\text{ფ}}$	$\sum_{\text{ფ}} B_{\text{წ}}$	$\sum_{\text{ფ}} E_{\text{წ}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
აღმოსავლეთი	I	217.9	75.4	142.5	108.9	29.3	109.0	79.7
	IV	714.5	113.1	603.4	150.8	402.2	565.7	163.5
	VII	817.1	108.9	708.2	150.8	520.0	666.3	146.3

	X	435.8	75.4	360.4	108.9	230.5	326.9	96.4
	$\sum f$	6515.5	1118.6	5396.9	1533.5	3553.1	4982.5	1418.7
	$\frac{\sum f}{\sum f \cdot Q_{\text{ფ}}}$	1.00	0.17	0.83	0.24	0.55	0.76	0.22
დასავ ლეთი	I	188.6	50.3	138.3	71.2	33.6	117.4	83.8
	IV	695.5	142.5	553.0	159.2	358.5	536.3	177.8
	VII	846.4	142.5	703.9	159.2	523.8	687.2	163.4
	X	364.5	83.8	280.7	100.6	163.3	263.9	100.6
	$\sum f$	625.5	1257.0	4994.5	1466.5	3222.2	4785.1	1562.9
	$\frac{\sum f}{\sum f \cdot Q_{\text{ფ}}}$	1.00	0.20	0.80	0.25	0.52	0.77	0.25
ჩრდი ლოე თი	I	130.0	46.2	83.8	41.9	-20.8	88.1	108.9
	IV	372.9	108.9	263.0	96.64	167.6	276.5	108.9
	VII	582.4	117.3	465.1	96.4	347.7	486.0	138.3
	X	209.5	83.8	125.7	67.0	21.0	142.5	121.5
	$\sum f$	3909.3	1068.5	2840.8	905.0	1571.4	3004.3	1432.9
	$\frac{\sum f}{\sum f \cdot Q_{\text{ფ}}}$	1.00	0.27	0.73	0.23	0.40	0.77	0.37
სამხ რეთი	I	356.2	62.6	93.6	83.8	217.9	272.4	54.5
	IV	771.0	125.7	645.3	142.5	527.9	628.5	100.6
	VII	879.0	142.5	737.4	160.0	594.2	719.9	125.7
	X	561.0	92.2	469.3	125.7	364.6	435.8	71.2
	$\sum f$	7743.1	1261.2	6481.9	1529.4	5149.4	6213.7	1064.3
	$\frac{\sum f}{\sum f \cdot Q_{\text{ფ}}}$	1.00	0.16	0.84	0.20	0.67	0.80	0.14

გავლენის შედეგად რადიაციული ბალანსის ჯამები აღმოსავლეთის ფერდობთან შედარებით მცირდება. სამხრეთისა და აღმოსავლეთის ფერდობებზე $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ დადებითია წელიწადის განმავლობაში, ჩრდილოეთის ფერდობზე, $\sum_{\sigma} B_{\sigma}$ უარყოფითია ნოემბერ-იანვარში, ასავლეთის ფერდობზე – დეკემბერში. $\sum_{\sigma} B_{\sigma}$ -ს სიდიდეებში მაქსიმალური განსხვავება აღინიშნება წელიწადის ცივ პერიოდში. მზის სიმაღლის ზრდის პარალელურად $\sum_{\sigma} B_{\sigma}$ -ს დამოკიდებულება ფერდობის აზიმუტზე მცირდება.

როგორც ცხრ. 4.4.1-დან ჩანს $\sum_{\sigma} B_{\sigma}$ -ს მაქსიმალურია ჩრდილოეთის ფერდობზე, რაც განპირობებულია მისი მოპირდაპირედ განლაგებული სამხრეთის ფერდობის გავლენით ამ ფერდობზე $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ -ს სიდიდეების ფორმირებაში მთავარ როლს თამაშობს არა ცის თალის მიერ გაბნეული რადიაცია, არამედ სამხრეთის ფერდობთან ინტენსიური რადიაციული გაცვლის პროცესი. $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -ს სიდიდეები აღმოსავლეთის და დასავლეთის ფერდობებზე ახლოა ერთმანეთთან, ხოლო სამხრეთის ფერდობზე იგი თითქმის ორჯერ აღემატება ჩრდილოეთ ფერდობზე არსებულ მის სიდიდეს. რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების წლიური ჯამების $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -თან შეფარდებების სიდიდეები მერყეობენ შემდეგ ზღვრებში:

$$0.16-0.27(D_{\sigma}); \quad 0.73-84(S_{\sigma}); \quad 0.20-0.23(R_{\sigma}); \quad 0.40-0.67(B_{\sigma}); \quad 0.14-0.37(E_{\sigma})$$

$\frac{\sum_{\rho} R_{\rho}}{\sum_{\rho} Q_{\rho}}$ სიდიდე მინიმალურია (0.20) სამხრეთის ფერდობისათვის, რომლისთვის $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ არის მაქსიმალური, ხოლო სეზონური თოვლის საფარის არსებობის ხანგრძლივობა

მინიმალური სხვა ორიენტაციებთან შედარებით. $\frac{\sum_{\rho} R_{\rho}}{\sum_{\rho} D_{\rho}}$ -ს

სიდიდე მაქსიმალურია სამხრეთის და მინიმალურია ჩრდილოეთის ფერდობებისათვის. $\frac{\sum_{\rho} R_{\rho}}{\sum_{\rho} Q_{\rho}}$ -ს სიდიდე შეადგენს

ჩრდილოეთის 0.37, აღმოსავლეთის, დასავლეთის 0.22-0.25, სამხრეთის ფერდობებზე 0,14-ს. სამხრეთის ორიენტაციაზე ამ შეფარდების მინიმუმი განპირობებულია $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -ს დიდი მნიშვნელობებით, ქვეფენილი ზედაპირის ალბედოს შემცირებით და ჰაერის მიწისპირა ფენასთან ტურბულენტურ თბოცვლაზე სითბოს ხარჯვის ზრდით. ფერდობებისათვის ჩვენს მიერ მიღებული $\sum_{\rho} E$ -ის სიდიდეები ნაკლებია ჰორიზონტალური ზედაპირის შესაბამის სიდიდეებთან, რაც დამაკმაყოფილებელ თანხმობაშია α -ს მოცემული მნიშვნელობისათვის ($\alpha \approx 34 - 40^{\circ}$) (52, 57)-ში მოყვანილი

$$\sum_{\theta} \frac{\rho}{\sigma} = f(\alpha) \quad \text{დამოკიდებულების შესაბამისი მრუდიდან}$$

აღებულ მნიშვნელობებთან. აღსანიშნავია ისიც, რომ ბუნებრივი ფერდობებისათვის ჩვენს მიერ მიღებული ეფექტური გამოსხივების შედარებით დაბალი მნიშვნელობები განპირობებულია იმ გარემოებით, რომ ჯამები გამოთვლილია არა მთელი დღელამისათვის, არამედ მისი ნათელი ნაწილისათვის (მზის ამოსვლიდან მზის ჩასვლამდე). ფერდობებისათვის

$$\frac{\sum_{\rho} E_{\rho}}{\sum_{\rho} E_{\theta}}$$

-ის სიდიდეები იცვლებიან 0,42(ჩ)-0,62(დ) საზღვრებში,

აღმოსავლეთისა და ჩრდილოეთის ფერდობების შემთხვევაში კი ეს სიდიდეები შეადგენენ შესაბამისად 0,56-0,57 -ს ფერდობებზე რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების წლიური ჯამების შეფარდება შესაბამის ჯამებთან ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ორიენტაციაზე დამოკიდებულებით მერყეობენ ფართო ზღვრებში (ცხრილი 4.4.2)

$\frac{\sum_{\text{წ}} B_{\text{წ}}}{\sum_{\text{წ}} B_0}$ -ის სიდიდეები აღმოსავლეთის, დასავლეთის და

სამხრეთის ორიენტაციის ფერდობებისათვის მეტია, ხოლო ჩრდილოეთის ფერდობებისათვის ნაკლებია ერთზე (0,53). სამხრეთის ფერდობისათვის ამ შეფარდების მაქსიმუმი განპირობებულია სეზონური თოვლის საფარის ხანგრძლიობის გაცილებით მოკლე პერიოდით ჰორიზონტალურ ზედაპირთან შედარებით. ზედა და საშუალო იარუსის მთლიანი მოღრუბულობის პირობებში რადიაციული ბალანსის და მისი მდგენელების ინტენსივობის აზიმუტალური დამოკიდებულება სუსტდება მონმენდილ ცასთან შედარებით: ქვედა იარუსის გამჭვირვალე ღრუბლიანობის პირობებში ფერდობების ორიენტაციაზე დამოუკიდებლად ადგილი აქვს რადიაციული ბალანსის და მისი მდგენელების სიდიდეების გათანაბრებას. ისევე როგორც ჰორიზონტალური ქვეფენილი ზედაპირის შემთხვევაში ამ ფერდობებზე რადიაციული ბალანსის და მდგენელების სიდიდეები მაქსიმალურია ივნის-ივლისში, მინიმალურია დეკემბერში, რაც მიუთითებს იმ ფაქტზე, რომ მათი წლიური სვლის ფორმირებებზე განსაზღვრულ გავლენას ახდენს მზის სიმაღლის წლიური სვლის თავისებურებები.

ცხრილი 4.4.2

ფერდობებზე და ჰორიზონტალურ ზედაპირზე რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების წლიური ჯამების შეფარდების სიდიდეები (%), მონმენდილი ცის შემთხვევაში

ფერდობის ორიენტაცია	$\frac{\sum_{\text{წ}} S_{\text{წ}}}{\sum_{\text{წ}} S_0}$	$\frac{\sum_{\text{წ}} D_{\text{წ}}}{\sum_{\text{წ}} D_0}$	$\frac{\sum_{\text{წ}} D_{\text{წ}}}{\sum_{\text{წ}} D_0}$	$\frac{\sum_{\text{წ}} R_{\text{წ}}}{\sum_{\text{წ}} R_0}$	$\frac{\sum_{\text{წ}} B_{\text{წ}}}{\sum_{\text{წ}} B_0}$	$\frac{\sum_{\text{წ}} E_{\text{წ}}}{\sum_{\text{წ}} E_0}$	$\frac{\sum_{\text{წ}} B_{\text{წ}}}{\sum_{\text{წ}} B_0}$
აღმოსავლეთი	76.2	77.0	84.1	88.2	51.0	55.6	120.0
დასავლეთი	71.6	74.5	94.2	84.2	49.0	61.5	109.0
ჩრდილოეთი	39.2	46.4	80.0	52.0	30.8	57.0	53.0
სამხრეთი	91.0	91.3	94.2	87.5	63.5	42.0	174.5

ამრიგად, იმ ფაქტორებიდან, რომლებიც განსაზღვრავენ ბუნებრივი ფერდობების ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული ბალანსის და მისი მდგენელების ფორმირების თავისებურებებს (მზის სიმაღლე, ატმოსფეროს და ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებები, ღრუბლიანობა) მთიან რაიონებში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს მორფოლოგიური ფაქტორი. მთიანი რელიეფის ელემენტებზე რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების განაწილების შესწავლას წინ უნდა უძღოდეს დაკვირვების ორგანიზაციისას რეპრეზენტალური პუნქტების შერჩევა და მათთვის რადიაციული მახასიათებლების მყარი სტატისტიკური კანონზომიერებების დადგენა, რაც გაამართლებს მათი შემდგომი გავრცელების მიზანშეწონილობას რეგიონის ანალოგიური ორორაფიული, ჰიპსომეტრიული და მეტეოროლოგიური პირობების მქონე დანარჩენ რაიონებზე. ამ მოთხოვნის გათვალისწინებით მოპოვებული ინფორმაცია საფუძვლად დაედება მეთოდური სახის რეკომენდაციების შემუშავებას, რომლებიც აუცილებელია ფერდობების მიკროკლიმატური დახასიათების და მთიან რაიონებში აქტინომეტრიული სადგურების ქსელის რაციონალიზაციის საკითხების წარმატებით გადასაჭრელად.

თავი 5.

მზის სხივური ენერგიის სპექტრალური ნაკადები

5.1 ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაცია ჰორიზონტალურ ზედაპირზე და ფერდობებზე

მცენარეულ საფარში მიმდინარე ფოტობიოლოგიურ პროცესებში მზის სხივური ენერგიის ინტეგრალური და სპექტრალური ნაკადების როლი დიდი და მრავალხმრივია. ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაცია (ფარ), რომლის სპექტრალური დიაპაზონი შეადგენს 0,38-0,71მკმ-ს, მცენარეების მიერ გამოიყენება ფოტოსინთეზის პროცესში (ორგანული ნივთიერებების – ბიომასის შექმნაში, ფოტომორფოგენეზში, ტრანსპირაციაში და წყალ-სითბოს ბალანსის ფორმირებაში).

როგორც ცნობილია, მზის პირდაპირი რადიაცია შეიცავს მოკლელტალღიან ($0,3-0,4$ მკმ) და გრძელტალღიან ($\alpha > 4,0$ მკმ) ნაწილებს, რომელთაგან მცენარეებში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესებში მეტად მნიშვნელოვანია მზის სხივური ენერგიის სპექტრის პირველი ნაწილი, რომელიც იყოფა ულტრაიისფერ ($\lambda < 0,4$ მკმ), ხილულ ($0,40-0,75$ მკმ) და ინფრანითელ ($0,75-4,0$ მკმ) და არეებად. ხილული რადიაციის არეს თითქმის ემთხვევა ფიზიოლოგიური რადიაციის არე ($0,35-0,75$ მკმ), ხოლო ფიზიოლოგიური რადიაციის საზღვრებში გამოიყოფა ფარ-ის არე ($0,38-0,71$ მკმ). ფიზიოლოგიური და ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის არეებში თავმოყრილია მზის გამოსხივების თითქმის ნახევარი და მათ შესწავლას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. საკმარისია აღინიშნოს, რომ მცენარეებში მიმდინარე ფოტოსინთეზის და ფოტომორფოგენეზის პროცესების ოპტიმიზაცია რთული სასოფლო-სამეურნეო ეკოსისტემებისათვის (ავროცენოზები) სახავს პერსპექტიულ მიმართულებას მათი პროდუქტიულობის (მოსავლიანობის) ზრდაში, რასაც დიდი სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს. იმ ფაქტორებიდან, რომლებიც განსაზღვრავენ მცენარეული საფარის პროდუქტიულობას (ნიადაგი, წყალი, ნახშირმჟავა აირი, ჰაერისა და ნიადაგის ტემპერატურა) ფარ-ი არის ერთ-ერთი

ძირითადი, ამიტომ, სივრცეში და დროში მისი განაწილების კანონზომიერებების დადგენას დიდი მნიშვნელობა აქვს.

რიგ შრომებში (21, 23, 33, 34, 42) გეოგრაფიული ზონალობის, კლიმატური ფაქტორების ანალიზის და სითბური (ენერგეტიკული) ბაზის გეოგრაფიული პროცესების ინტენსივობასთან კავშირის საფუძველზე დადგენილია მცენარეული საფარის პროდუქტიულობის (მცენარეთა მიწისზედა და მიწისქვეშა ნაწილების ბიომასის წლიური ნამატი მშრალი სახით) რადიაციული ბალანსის წლიურ ჯამებზე და სიმშრალის რადიაციულ ინდექსებზე დამოკიდებულებები. მცენარეული საფარის ბიოლოგიური პროდუქტიულობის განსასაზღვრავად აუცილებელია ინფორმაცია ფარ-ზე და ჰაერის ტემპერატურაზე ან $\sum_{\rho} B$ -ზე და ნალექების სიდიდეებზე.

ფოთლის მიერ მზის სხივური ენერჯის შთანთქმის ზოგადი კანონზომიერებანი ექსპერიმენტულად დადგენილი იქნა სხვადასხვა ზონებში, აბსოლუტურ სიმაღლეებზე და განათების პირობებში არსებული მცენარეების 1400 სახეობისათვის მაქსიმალური შთანთქმა აღინიშნება 0,30-0,48მკმ (92-95%) (165), 0,64-0,68 (80-93%) და 0,68-0,70მკმ (65-75%) არეებში. ეს არეები მოიცავს ფიზიოლოგიური და ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის მთელ სპექტრს, ხოლო 0,70-1,10მკმ არეში შთანთქმა მერყეობს 5-15%-ის ფარგლებში. 1,20მკმ-დან დაწყებული შთანთქმა მატულობს ფოთოლში არსებული წყლის ხარჯზე, ხოლო 2,0-3,0 მკმ-დან დაწყებული ფოთოლი შთანთქმავს დაცემული რადიაციის 96-98%-ს ტალღის სიგრძეზე დამოუკიდებლად, როგორც ექსპერიმენტების და გამოთვლების შედეგების ანალიზიდან ჩანს, მზის სიმაღლის (h_0) დიდი მნიშვნელობების შემთხვევაში შთანთქმის მაქსიმუმი მოდის შედარებით მოკლე ტალღების (0,48-0,49მკმ) არეზე. მზის სიმაღლის კლების პირობებში შთანთქმის მაქსიმუმი გადაადგილდება სპექტრის წითელ გრძელტალღიან არეში, რის შედეგად ჯამური შთანთქმის სიდიდე მზის სიმაღლისაგან დამოუკიდებლად დღის განმავლობაში რჩება მუდმივი (საშუალოდ 80%). ე.ი. მთელი დღის განმავლობაში მზის სიმაღლის მიუხედავად ფოთოლი ერთნაირი ხარისხით შთანთქმავს ფიზიოლოგიური რადიაციას, რასაც აღწევს წითელი მაქსიმუმის, მზის დაბალი, ცისფერი

მაქსიმუმის და გაბნეული რადიაციის ხარჯზე დიდი სიმალ-
ლებების შემთხვევაში, უმეტესწილად გაბნეული რადიაციის
ხარჯზე დღის განმავლობაში (165).

სხვადასხვა ეკოტიპების მცენარეულობის (ბალახოვა-
ნი, ტყე, წყალმცენარეები, მეზოფიტები, ქსეროფიტები, სუ-
კულენტები) ფოთლების მიერ არეკლილი ფიზიოლოგიური
რადიაციის სიდიდეები მერყეობენ 10-12%-ის საზღვრებში,
შთანთქმული და ფოთლის მიერ გატარებული რადიაციის სი-
დიდეები კი შესაბამისად 76-90% და 0-12%-ის საზღვრებში.
(წყალქვემა მცენარეების შთანთქმული რადიაცია შეადგენს
66,4%-ს).

აღსანიშნავია, რომ ფოთლის მიერ შთანთქმული რადი-
აციის სიდიდე დამოკიდებულია დაცემული რადიაციის რაო-
დენობაზე, შთანთქმის კოეფიციენტის სიდიდეზე, ფოთლის
ზომაზე, ორიენტაციაზე და დახრილობის კუთხეზე. ბუნებ-
რივ პირობებში მცენარეების ფოთლების უმეტესობის გან-
ლაგება ხასიათდება უპირატესი (ვერტიკალური, ქაოტური
ანუ თანაბარი და ჰორიზონტალური) ორიენტაციით. სხვა-
დასხვა აზიმუტალურ მიმართულებებში გალაგებული ფოთ-
ლები დახრილობაზე დამოკიდებულებით საშუალებას აძლევ-
ვენ მცენარეს დღის განმავლობაში მზის სიმალლის მიხედ-
ვით მაქსიმალურად აღიქვას მზის პირდაპირი რადიაციის
ნაკადი: მზის დაბალი სიმალეების დროს მცენარისათვის
ძირითად ენერგეტიკულ დანიშნულებას ასრულებენ ვერტი-
კალურად, ხოლო შუადღის საათებში – ჰორიზონტალურად
განლაგებული ფოთლები. აქედან გამომდინარე, სასოფლო-
სამეურნეო კულტურების სელექციის ერთ-ერთ პერსპექტი-
ულ მიმართულებას წარმოადგენს, ისეთი აგროკულტურე-
ბის გამოყენება, რომელთა ფოთლების უპირატესო ორიენ-
ტაცია უზრუნველყოფს მცენარის მიერ შთანთქმული რადი-
აციის მაქსიმალურ სიდიდეებს ვეგეტაციური პერიოდის გან-
მავლობაში. რამაც შეიძლება საგრძნობლად გაზარდოს მა-
თი მოსავლიანობა (აგროკულტურების ნორმალური განვი-
თარებისათვის სხვა აუცილებელი პირობებით უზრუნველ-
ყოფის შემთხვევაში).

ამრიგად, მცენარე ნორმალურ, ბუნებრივ პირობებში
ფოთლების ორიენტაციით აღწევს დაცემული სხივური
ენერგიის ოპტიმალურ, მაქსიმალურ შთანთქმას, ხოლო არა-

საკმარისი ან შეზღუდული წყალმომარაგების და ჰაერის მაღალი ტემპერატურის პირობებში იგი ცდილობს შეამციროს შთანთქმული რადიაციის რაოდენობა, რასაც აღწევს: ფოთლის ზედაპირის მიერ არეკლილი რადიაციის ზრდით, ფოთლის ზედაპირის ფართობის შემცირებით, ფოთლების დახრილობის კუთხის ცვლილებით, ფოთლების დაგრაგვნიტ (დახვევით), მათი რაოდენობის შემცირებით, აგრეთვე რედუცირებით ეკლებში ან სხვა ფორმებში, ფოთლების დიმორფიზმით (წელიწადის პერიოდზე დამოკიდებულებით ფოთლის ფართობის ცვლილებით) (165).

დღის განმავლობაში ფოთლების ზედაპირზე ეცემა მზის პირდაპირი S და გაბნეული რადიაციის ნაკადები, რომელთა შემადგენლობაში შემავალი ცალკეული სპექტრალური არეების შესაბამისი ენერჯის სიდიდეები მზის სიმაღლეზე დამოკიდებულებით გარკვეულ ცვლილებებს განიცდიან. ე.ი. ფოთლების ორიენტაციის თავისებურებები განაპირობებენ დღის განმავლობაში მათი დასხვიების ინტენსივობას ფიზიოლოგიური რადიაციით, რომელშიც შეიძლება სჭარბობდეს მოკლეტალღიანი (ცისფერი სხივები) ან გრძელტალღიანი (ნარინჯისფერი, ნითელი სხივები) სპექტრის ნაწილი. ფოთლების ვერტიკალური მდგომარეობის პირობებში მზის დაბალი სიმაღლეების დროს მათზე მოდის ძირითადად მზის პირდაპირი რადიაცია, რომელშიც მზის სპექტრის „განითლების“ შედეგად სჭარბობს ნარინჯისფერი – ნითელი არე, ხოლო ჰორიზონტალური მდგომარეობის დრო მზის საკმაოდ დიდ სიმაღლეების პირობებში მათზე მოდის ძირითადად სპექტრის მოკლეტალღიანი (ცისფერი) არე. იმ მცენარეებისათვის, რომელთა ზედა იარუსის ფოთლები განლაგებულია ვერტიკალურად, ქვედა და საშუალო იარუსებისა ჰორიზონტალურად, დღის განმავლობაში სპექტრალური რადიაციული მახასიათებლები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან: ზედა იარუსის ფოთლები მზის დაბალი სიმაღლეების შემთხვევაში დასხვიდებიან ფიზიოლოგიური რადიაციის გრძელტალღიანი ქვედა და საშუალო იარუსის ფოთლები კი მზის დიდი სიმაღლეების პირობებში მოკლეტალღიანი ნაწილით.

ფოტოსინთეზურად აქტიურ მზის პირდაპირ და ჯამურ რადიაციაზე სტაციონარული და საველე დაკვირვებები.

ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე (0,4-3,8კმ) ჩვენს მიერ ტარდებოდა თერმოელექტრული აქტინომეტრებით და ფიტოპირანომეტრებით BC-8 და KC-19 შუქ-ფილტრების გამოყენებით 1965-1989 წლებში. გარდა ამისა, კავკასიის ტერიტორიისათვის მზის პირდაპირი, გაბნეული და ჯამური ფარ-ის თვითური ჯამები: $\sum_{\sigma} S'_{\sigma}$, $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ და $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ ჰორიზონტალური ზედაპირის და ფერდობებისათვის გამოთვლილი იქნა ინტეგრალური ნაკადების შესაბამისი ჯამების გამოყენებით. ცნობილი ფორმულის გამოყენებით:

$$\sum_{\sigma} Q_{\sigma} = -0.43 \sum_{\sigma} S' + 0.57 \sum_{\sigma} D \quad (5.1)$$

როგორც გამოთვლის შედეგებმა გვიჩვენა, მონმენდილი ცის შემთხვევაში ფარ-ის თვითური ჯამების სიდიდე კავკასიის დაბლობ რაიონებში ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით (სად. გიგანტი-ნახჭევანი) იცვლება დეკემბერში 25.0-4.0 ($\sum_{\sigma} D_{\sigma}$), 60.0-100.0 ($\sum_{\sigma} S'$), 85.0-140.0 ($\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$) მჯ/მ²-ის საზღვრებში, ივნისში შესაბამისად 100.0-95.0, 320.0-350.0 და 420.0-445.0 მჯ/მ²-ის საზღვრებში.

მთიან რაიონებში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას $\sum_{\sigma} S'$ და $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ -ის სიდიდეები მატულობენ, $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ -ის სიდიდეები კი კლებულობენ. მონმენდილი ცის შემთხვევაში მთიან რაიონებში დამოკიდებულებები $\sum_{\sigma} D_{\sigma} = f(H)$, $\sum_{\sigma} S' = f(H)$ და $\sum_{\sigma} Q_{\sigma} = f(H)$ ანალიზურად წარმოიდგინებთან წრფივი ფუნქციების სახით:

ცენტრალური კავკასიონი
დეკემბერი

$$\sum_{\sigma} D_{\sigma} = 37.71 - 4.19H \quad (5.2)$$

$$\sum_{\sigma} S' = 85.9 + 6.29H \quad (5.3)$$

ივნისი

$$\sum_{\sigma} D_{\sigma} = 98.18 - 8.38H \quad (5.4)$$

$$\sum_{\sigma} S_{\sigma}^{\cdot} = 316.40 + 31.43H \quad (5.5)$$

მცირე კავკასიონი
დეკემბერი

$$\sum_{\sigma} D_{\sigma} = 44.0 - 4.19H \quad (5.6)$$

$$\sum_{\sigma} S_{\sigma}^{\cdot} = 87.2 + 13.41H \quad (5.7)$$

ივნისი

$$\sum_{\sigma} D_{\sigma} = 100.56 - 8.38H \quad (5.8)$$

$$\sum_{\sigma} S_{\sigma}^{\cdot} = 305.87 + 29.33H \quad (5.9)$$

$\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ სიდიდეები მიიღება, როგორც $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ და $\sum_{\sigma} S_{\sigma}^{\cdot}$ -ს ჯამები შესაბამისი თვეებისათვის (5.2)-(5.9) გამო-სახულებით გამოთვლილი ჯამების აბსოლუტური ცთომი-ლება უმნიშვნელოა: იგი ივნისისათვის მიღებული (5.9) დამო-კიდებულებისათვის მერყეობს 10.0-15.0 მჯ/მ²-ის საზ-ღვრებში.

კავკასიის დაბლობ რაიონებში მონმენდილი ცის შემ-თხვევაში ივნის-ივლისში $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ -ს სიდიდეები მერყეობს 90.0 (არარატის ვაკე) – 110,0 (კოლხეთის დაბლობი) მჯ/მ²-ის საზღვრებში, ხოლო $\sum_{\sigma} S_{\sigma}^{\cdot}$ -ს სიდიდე 310.0 (კასპისპირა და მტკვარ-არაქსის დაბლობები) -350.0 (არარატის ვაკე) მჯ/მ²-ის საზღვრებში.

$\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ -ს სიდიდეები კავკასიის დაბლობ ტერიტორია-ზე ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით (პუნქტები გიგანტი-ნახჭევანი) მერყეობენ 3190.0-3500.0მჯ/მ²-ის ფარ-გლებში, $\sum_{\sigma} S_{\sigma}^{\cdot}$ -ის სიდიდეები კი შესაბამისად 2390.0-2680.0 მჯ/მ²-ის საზღვრებში. $\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ -ს სიდიდეები მინიმალურია შავი ზღვის სანაპიროზე და ჩრდილოეთი კავკასიის წინამ-

თის რაიონებში 710.0მჯ/მ^2 , მაქსიმალურია აფშერონის ნახევარკუნძულზე – 870.0მჯ/მ^2 .

კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის დამოკიდებულებები $\sum_{\text{წ}} D_{\text{გ}} = f(H)$, $\sum_{\text{წ}} S_{\text{გ}}^1 = f(H)$, $\sum_{\text{წ}} Q_{\text{გ}} = f(H)$ წარმოდგინებთან წრფივი ფუნქციის სახით:

$$\sum_{\text{წ}} D_{\text{გ}} = 775.15 - 62.85H \quad (5.10)$$

$$\sum_{\text{წ}} S_{\text{გ}}^1 = 2388.3 + 272.35H \quad (5.11)$$

$$\sum_{\text{წ}} Q_{\text{გ}} = 3163.45 + 209.50H \quad (5.12)$$

წრფივი ფუნქციის სახით წარმოდგინება აგრეთვე ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის სახეობების სეზონური ჯამების დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე:

$$\sum_{\text{გაზ}} Q_{\text{გ}} = 953.23 + 73.33H \quad (5.13)$$

$$\sum_{\text{ზაფ}} Q_{\text{გ}} = 1131.30 + 62.85H \quad (5.14)$$

$$\sum_{\text{შემ}} Q_{\text{გ}} = 620.12 + 37.71H \quad (5.15)$$

$$\sum_{\text{ზამ}} Q_{\text{გ}} = 419.0 + 20.95H \quad (5.16)$$

$$\sum_{\text{გაზ}} D_{\text{გ}} = 230.45 - 21.0H \quad (5.17)$$

$$\sum_{\text{ზაფ}} D_{\text{გ}} = 289.10 - 23.3H \quad (5.18)$$

$$\sum_{\text{შემ}} D_{\text{გ}} = 163.40 - 16.76H \quad (5.19)$$

$$\sum_{\text{ზამ}} D_{\text{გ}} = 129.89 - 12.57H \quad (5.20)$$

$$\sum_{\text{გაზ}} S_{\text{გ}}^1 = 722.78 + 94.33H \quad (5.21)$$

$$\sum_{\text{ზაფ}} S_{\text{გ}}^1 = 840.20 + 86.15H \quad (5.22)$$

$$\sum_{\text{შემ}} S_{\text{გ}}^1 = 456.72 + 54.47H \quad (5.23)$$

$$\sum_{\text{ზამ}} S_{\text{გ}}^1 = 289.11 + 33.52H \quad (5.24)$$

როგორც (5.10)-(5.24) გამოსახულებების ანალიზიდან ჩანს, მონმენდილი ცის შემთხვევაში ფოტოსინთეზურად აქ-

ტიური ჯამური რადიაციის, როგორც წლიური, ასევე სეზონური ჯამების, მაქსიმალური სიდიდეები აღინიშნებიან მაღალმთიან, ხოლო $\sum_{\rho} D_{\rho}$ და $\sum_{\iota} D_{\rho}$ -ს შემთხვევაში დაბლობ რაიონებში.

აგრომეტეოროლოგიის რიგი საკითხების აქტუალობიდან გამომდინარე მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის სიდიდეების განაწილების კანონზომიერებების დადგენა ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში. კავკასიის ტერიტორიის დაბლობ რაიონებში ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით ვეგეტაციური პერიოდის ხანგრძლივობა საშუალოდ იცვლება 7 თვიდან (IV-X) 8-9 თვემდე (III-X), მთიან რაიონებში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას ვეგეტაციური პერიოდის ხანგრძლივობა თანდათან კლებულობს და ნივალურ ზონაში აღწევს მინიმუმს. დაბლობ ტერიტორიაზე ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით (გიგანტი-ნახჭევანი) ფარ-ის საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში იზრდებიან 2400.0მჯ/მ²-დან 2800.0მჯ/მ²-მდე ($\sum_{\rho} Q_{\rho}$) 570.0 მჯ/მ²-დან 620.0მჯ/მ²-მდე $\sum_{\rho} D_{\rho}$, 1830.0მ ჯ/მ²-დან 2180.0მჯ/მ²-მდე ($\sum_{\rho} S_{\rho}^1$). ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას 0.4კმ-დან 4.0-კმ-მდე ცენტრალური კავკასიონის პირობებში $\sum_{\rho} Q_{\rho}$, $\sum_{\rho} S_{\rho}$, $\sum_{\rho} S_{\rho}^1$ იცვლებიან შესაბამისად შემდეგ საზღვრებში: 2700.0-970.0მჯ/მ², 570.0-155.0მჯ/მ² და 2130.0-815.0მ ჯ/მ². მცირე კავკასიონის პირობებში, რომლისთვისაც ვეგეტაციური პერიოდის ხანგრძლივობის n (თვეების რაოდენობა) დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე (H , კმ) ანალიზურად წარმოედგინა წრფივი ფუნქციის სახით

$$n=9,0 - 2,0 H. \quad (5.025)$$

(5.25)-ით გამოთვლილი იქნა ვეგეტაციური პერიოდის ხანგრძლივობის სიდიდეები ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით და მათი შესაბამისი $\sum_{\rho} Q_{\rho}$,

$\sum_{\beta} D_{\beta}$, $\sum_{\beta} S_{\beta}$ -ის მნიშვნელობები მცირე კავკასიონისათვის ადგილის სიმაღლის ზრდისას 0-4კმ დიაპაზონში. ეს ჯამები მცირდება შესაბამისად 2810,0-1020,0, 590,0-160,0, 2220,0-860,0 მჯ/მ²-ის საზღვრებში.

ფასის სიდიდეები, ისევე როგორც ინტეგრალური რადიაციის ნაკადები დამოკიდებული არიან, არა მარტო ადგილის განედზე და აბსოლუტურ სიმაღლეზე, არამედ რელიეფის მორფოლოგიურ თავისებურებებზეც (ფერდობების ორიენტაციაზე და დახრილობის კუთხის სიდიდეზე) ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში ფოტოსინთეზურად აქტიური გაბნეული რადიაციის ჯამები მონმენდილი ცის შემთხვევაში ყაბარდოს ვაკეზე ჩრდილოეთის ფერდობებზე α -ს ცვლილებას 0-45°-ის ფარგლებში, მცირდება 716.5 მჯ/მ²-დან 630.0მჯ/მ²-მდე. ხოლო 45-90°-ის ფარგლებში მატულობენ 630.0მჯ/მ²-დან 671მჯ/მ²-მდე. სამხრეთის ფერდობებზე 0-75°-ის დახრილობებზე $\sum_{\beta} D_{\beta}$ -ს სიდიდეები იზრდება 716.5მჯ/მ²-დან 909.0 მჯ/მ²-მდე, ვერტიკალურ ზედაპირებზე ($\alpha = 90^{\circ}$) მცირდება 870.0მჯ/მ²-მდე. აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ორიენტაციის ფერდობებზე α -ს ზრდისას 0-75°-ის საზღვრებში $\sum_{\beta} D_{\beta}$ -ს სიდიდეები იზრდება 716.5მჯ/მ²-დან 855.0მჯ/მ²-მდე, ხოლო ვერტიკალურ ზედაპირებზე მცირდება 837.5მჯ/მ²-მდე.

მთიან (მაღალმთიან რაიონებში) ვეგეტაციური პერიოდის ხანგრძლივობის შემცირებასთან ერთად $\sum_{\beta} D_{\beta}$ -ს სიდიდეები მცირდება. დამოკიდებულება $\sum_{\beta} D_{\beta} = f(\alpha)$ მაღალმთიანი რაიონებისათვის განსხვავდება დაბლობი რაიონებისათვის ზემოთ მიღებული დამოკიდებულებისაგან. მაღალმთიან რაიონებში $\sum_{\beta} D_{\beta}$ -ს სიდიდეები α -ს ზრდისას 0°-დან 90°-მდე ჩათვლით ოთხივე ორიენტაციის შემთხვევაში იზრდება და აღწევნენ მაქსიმუმს ვერტიკალურ ზედაპირზე. მაგალითად, ტერსკოლის, ჩეგეთის პიკებზე (3.1კმ) სადაც ვეგეტაციური პერიოდი შეადგენს 3,0-3,5თვეს $\sum_{\beta} D_{\beta}$ -ს სიდიდეები ჰორიზონტალურ ზედაპირზე შეადგე-

ნენ 180.0მჯ/მ², ხოლო ვერტიკალურ ზედაპირებზე 350.0 (ჩრდილოეთი), 390,0 (სამხრეთი), 360.0მჯ/მ²-ს (აღმოსავლეთი, დასავლეთი).

დამოკიდებულებები $\sum_{\text{ფ}} S_{\text{ფ}}^1 = f(H)$, $\sum_{\text{ფ}} D_{\text{ფ}} = f(H)$,
 $\sum_{\text{ფ}} Q_{\text{ფ}} = f(H)$ (რომლებშიც ჯამები მოცემულია მჯ/მ²-ში)
 ანალიზურად წარმოდგინებთან მეორე რიგის პარაბოლას სახით ოთხივე ორიენტაციის ფერდობებისათვის, გარდა ჩრდილოეთის ორიენტაციის 30-40⁰-ის დახრილობისა, რომლისთვისაც მას აქვს წრფივი ფუნქციის სახე. ამ დამოკიდებულებებში შემავალი კოეფიციენტები ს სიდიდეები მოცემულია ცხრილში 5.1.1.

$\sum_{\text{ფ}} Q_{\text{ფ}} = f(H)$ დამოკიდებულებების ანალიზური სახეები განისაზღვრება $\sum_{\text{ფ}} D_{\text{ფ}}$ და $\sum_{\text{ფ}} S_{\text{ფ}}^1$ -ს ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებების ანალიზური სახეების გამოყენებით იდენტური ორიენტაციის ფერდობების შესაბამისი დახრილობის კუთხეებისათვის (ცხრილში 4.4.1 მოყვანილი ინფორმაციის გამოყენებით).

მაგალითად, 30⁰-ის დახრილობის სამხრეთის ფერდობისათვის

$$\sum_{\text{ფ}} Q_{\text{ფ}} = 3978.5 + 87.0H + 54.2H^2 \quad (5.26)$$

აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ორიენტაციებისათვის

$$\sum_{\text{ფ}} Q_{\text{ფ}} = 3015.2 + 137.8H + 42.0H^2 \quad (5.27)$$

ჩრდილოეთის ორიენტაციისათვის

$$\sum_{\text{ფ}} Q_{\text{ფ}} = 1991.0 + 231.3H + 9.6H^2 \quad (5.28)$$

როგორც ცნობილია (165), ფიტოაქტინომეტრიის კვლევის საერთო ამოცანას წარმოადგენს მცენარეულ საფარში მზის სხივური ენერჯიის ტრანსფორმაციისა და ასიმილაციის შესწავლა და ვეგეტაციის პერიოდში ფარ-ის შთანთქმული რაოდენობის დაგროვილ ბიომასასთან და მასში მომარაგებულ ენერჯიასთან შედარება, ფარის მცენარეული საფარის მიერ შთანთქმული, არეკლილი და გასული ნაწილების განსაზღვრა ხდება მიჯრილ ცენოზებში, რომელთათვის გაზომ-

ვების ცდომილებები მინიმალურია. ასეთი სახის ფიტოცენოზები შთანთქავენ მასზე დაცემული ფარ-ის 85-90%-ს და ოპტიმალურ პირობებში მას გამოიყენებენ 10-12%-ის სიდიდის მარგი ქმედების კოეფიციენტით (მქკ),

ცხრილი 5.1.1.

$\sum_{\rho} S_{\rho}^1 = f(H)$, $\sum_{\rho} D_{\rho} = f(H)$ დამოკიდებულებებში შემავალი კოეფიციენტების a, b, c-ს მნიშვნელობები

$s \sum_{\rho}$	a						
	b						
	c	0	10	30	50	70	90
ჩრდილოეთის ორიენტაცია							
$\sum_{\rho} S_{\rho}^1$	a	2242.2	1943.5	1081.0	587.3	218.6	63.9
	b	394.6	297.3	288.30	68.5	0.0	-79.3
	c	-11.7	6.1	0.0	45.0	49.0	64.0
$\sum_{\rho} D_{\rho}$	a	886.0	815.0	910.0	772.0	790.0	860.0
	b	-79.4	-65.0	-57.0	-9.6	9.6	57.5
	c	-5.4	-3.4	-8.4	13.1	34.1	34.1
სამხრეთის ორიენტაცია							
$\sum_{\rho} S_{\rho}^1$	a	2242.2	2574.6	2988.5	3051.5	2723.3	2095.6
	b	394.6	384.8	207.2	80.4	0.0	0.0
	c	-11.7	-13.5	-41.7	71.8	88.5	72.2
$\sum_{\rho} D_{\rho}$	a	886.0	824.0	990.0	1000.2	920.0	1034.0
	b						
	c						
აღმოსავლეთის, დასავლეთის ორიენტაცია							
$\sum_{\rho} S_{\rho}^1$	a	2224.2	2320.0	2088.2	186.9	1637.7	1387.3
	b	394.6	248.2	221.6	157.1	72.1	-18.0
	c	-11.7	28.6	33.3	46.2	65.8	72.1
$\sum_{\rho} D_{\rho}$	a	886.0	863.1	927.0	957.0	972.0	1060.0
	b	-79.4	-72.0	-83.3	10.1	21.5	21.5
	c	-5.4	-5.1	9.6	7.9	16.7	44.0

აღსანიშნავია, რომ მცენარეული საფარის ვეგეტაციის პროცესში (აღმოცენებიდან მიჯრილი ცენოზის ფორმირების მომენტამდე) მცენარეების ფარ-ის გამოყენების მქკ-ის

იდიდე არ აღემატება 4-5%-ის მაღალპროდუქტიული სასოფლო-სამეურნეო აგროფოტოცენოზებისათვისაც კი. ზრდის ოპტიმალურ პირობებში ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში საშუალოდ ნათესის მიერ ფარ-ის ეფექტური გამოყენების სიდიდე შეადგენს დაახლოებით 6%-ს. ეს სიდიდე ითვლება ზრდის ოპტიმალურ პირობებში ბიომასის წარმოქმნაზე აგროფოტოცენოზების მიერ ფარ-ის ეფექტური გამოყენების თეორიულად შესაძლო სიდიდედ.

ამრიგად, განვითარების ოპტიმალურ პირობებში აგროკულტურების და ბუნებრივი ცენოზების მოსავლიანობის შემდგომი ზრდა უნდა ემყარებოდეს მათ მიერ მზის სხივური ენერჯის გამოყენების კოეფიციენტის ზრდას, რასაც ამჟამად აქტინობიოლოგიურ გამოკვლევებში არასაკმარისი ყურადღება ეთმობა და რაც მთავარია იგი ვერ პოულობს რეალიზაციას ყოველდღიურ აგრონომიულ პრაქტიკაში. მიუხედავად იმისა, რომ ფოტოსინთეზის პროცესში ორგანული ნივთიერების (ბიომასის) წარმოქმნა და მოსავლიანობის სიდიდე დამოკიდებულია აგრეთვე მზის სხივური ენერჯის გამოყენების ინტენსივობაზე ვეგეტაციის პერიოდის განმავლობაში. ფოტოსინთეზის ინტენსივობის უმარტივეს მახასიათებელს წარმოადგენს მზის სხივური ენერჯის გამოყენების ე.წ. ტექნიკური კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე განისაზღვრება ფოტოცენოზის მიერ გამოყენებული რადიაციის სიდიდის შეფარდებით მათ მიერ დაკავებულ ფართობზე დაცემული ჯამური რადიაციის სიდიდესთან დროის მონაკვეთში. მისი სიდიდე მერყეობს პროცენტის ათეული ნაწილებიდან ბუნებრივ პირობებში 1-2%-მდე აგროცენოზების შემთხვევაში, რაც შეესაბამება აგროკულტურების საშუალო და კარგ მოსავლიანობას. ამინდის და აგროტექნიკის ოპტიმალურ პირობებში სარეკორდო მოსავლიანობის დროს ტექნიკური კოეფიციენტის სიდიდემ შეიძლება მიაღწიოს 3-5%-ს. ცხადია, რომ გვალვების (ჰაერის მაღალი ტემპერატურისა და დაბალი ფარდობითი ტენიანობის) პირობებში იგი შეიძლება გახდეს ნულის ტოლი, რასაც თან სდევს ფოტოსინთეზის და ასიმილაციის პროცესების მკვეთრი შემცირება ან მთლიანი შეწყვეტა და ორგანული ნივთიერების წარმოქმნის შეჩერება და დაკარგვაც კი. აღსანიშნავია, რომ ფარ-ის ენერჯია ნაკლებად იხარჯება ფოტოსინთეზის პროცესზე (ბიომასის

ნარმოქმნაზე) და უფრო მეტად ტრანსპირაციაზე და ჰაერთან ფოთლის ზედაპირის თბოცვლაზე. რაც უფრო ნაკლებად იხარჯება ფაბის სიდიდეები ტრანსპირაციაზე და თბოცვლაზე, მით მეტი ნაწილი მოდის ფოტოსინთეზზე (ბიომასის ნარმოქმნაზე, მოსავლიანობაზე), ე.ი. მოსავლიანობის სიდიდე უმაღლესი აგროტექნიკის პირობებშიც კი დამოკიდებულია ფოთოლში მიმდინარე ამ პროცესების სპეციფიკაზე და ჰაერის ფიზიკურ თვისებებზე (ტემპერატურა, ტენიანობა და სხვ.) რაც მოწმობს იმაზე, რომ ნიადაგის ნაყოფიერების პარალელურად არსებობს ატმოსფეროს ნაყოფიერებაც, რომელიც დამოკიდებულია მის ფიზიკურ თვისებებზე და მასში მიმდინარე მეტეოროლოგიურ პროცესებზე, რაც სახავს ფიტოცენოზების და ცალკეული მცენარეების პროდუქტიულობის გაზრდის და რეგულირების შესაძლებლობის გარკვეულ პერსპექტივებს. აგროფიტოცენოზების პროდუქტიულობის გაზრდის მიზნით შეიძლება დასახელებული იქნეს ორი მიმართულება: ინტენსიური ფოტოსინთეზური ჯიშების სელექცია და იმ ფორმების სელექცია, რომლებიც ხარჯავენ შედარებით ცოტა ენერგიას ბიომასის ნარმოქმნაზე. ასეთი სახის მცენარეების ეტალონებად შეიძლება პირობითად დასახელდეს სიმინდი, სოიო, შაქრის ლერწამი, რომელთა ბიომასის ნარმოქმნის მაღალი მქკ-ის ერთერთი მიზეზია არა მარტო სინათლისმოყვარულობა, არამედ ტრანსპირაციაზე და თბოცვლაზე ნაკლები ენერგიის ხარჯვაც.

კავკასიის ტერიტორიის ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის პოტენციალის დროში და სივრცეში ცვლილებების კანონზომიერებების დადგენას ბუნებრივი და აგროფიტოცენოზებისათვის მისი პრაქტიკული გამოყენების ასპექტის შესწავლას აქვს არა მარტო მეცნიერული, არამედ დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა. მით უმეტეს, რომ როგორც (153)-შია ნაჩვენები, ბუნებრივ პირობებში მცენარეთა მიერ მზის სხივური ენერგიის გამოყენების პოტენციალური შესაძლებლობები არ არის ამონურული: ბიომასის დაგროვებამ მცენარეებში, შეიძლება მიაღწიოს 14-15%-ს, მაშინ როდესაც მათი უმრავლესობისათვის იგი შეადგენს საშუალოდ შთანთქმული ფარ-ის 1-2%-ს და ინტეგრალური ნაკადის 0,5-1,5%. უდაბნოს მცენარეულობისათვის იგი ეცემა 0,03%-მდე, ხოლო ტყის ეკოსისტემებისათვის აღწევს 2-4%-ს. სინათ-

ლისმოყვარული მცენარის სიმინდის ბიომასის მქკ ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში აღწევს 5-7%-ს ბოგარზე და 10%-ს ნარწყავ მიწაზე. საერთოდ კი ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში კარგი მდგომარეობის ნათესებში მქკ შეადგენს 1-4%-ს.

ამრიგად, ფარ-ის მახასიათებლების წილური მსვლელობის კანონზომიერებების ცოდნა საჭიროა აგრომეტეოროლოგიურ გამოკვლევებში, განსაკუთრებით აგროფიტოცენოზების პროდუქტიულობის (მოსავლიანობის) მოდელირებაში. კავკასიის ტერიტორიისათვის ჩვენს მიერ მიღებული შედეგები წარმოდგენას იძლევიან იმ დიდ ენერგეტიკულ რესურსებზე, რომლებიც განსაზღვრავენ ამ რეგიონის კლიმატის პოტენციალურ პროდუქტიულობას. ფარ-ის ინფორმაციის გამოყენებით რეგიონის ბუნებრივი და კულტურული ლანდშაფტებისათვის შესაძლებელია განისაზღვროს ფიტოცენოზების მიერ მზის რადიაციის გამოყენების ეფექტურობა მქკ-ით, რომელიც გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$K_{\text{ფარ}} = \frac{YC}{\sum_j Q_{\text{ფარ}}} \quad (5.29)$$

სადაც Y არის ბიოლოგიური მოსავლიანობის სიდიდე (საერთო მშრალი ფიტომასა, გრ/სმ²), C - მოსავლის ორგანული ნივთიერების ერთეულის კალორიულობა (მჯ/კმ), $\sum_j Q_{\text{ფარ}}$ - ჯამური ფარ-ის ჯამი ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში (მჯ/მ²). (5.30)- დან მოსავლიანობის სიდიდე Y განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით:

$$Y = \frac{K_{\text{ფარ}} \sum_j Q_{\text{ფარ}}}{C} \quad (5.30)$$

მოსავლიანობის სიდიდის განსაზღვრისას ამ ფორმულის გამოყენებით ზოგიერთ მნიშვნელოვან გამოკვლევაში (154), რომელიც ეძღვნება რეგიონის კლიმატური რესურსების გავლენის რაოდენობრივ შეფასებას ყურძნის მოსავლიანობის სიდიდის ფორმირებაზე, მასში შემავალი $\sum_j Q_{\text{ფარ}}$ სიდიდეები აღებულია ჰორიზონტალური ქვეფენილი ზედაპირისათვის, რაც მთაგორიან რეგიონში წარმოადგენს რელიეფის ერთ კერძო შემთხვევას; ე.ი. არ არის გათვა-

ლისწინებული რელიეფის დამახასიათებელი თავისებურებები: ფერდობის ორიენტაცია, დახრილობა და აბსოლუტური სიმაღლე, რაც გადამწყვეტ გავლენას ახდენს $\sum_{\beta} Q_{ფარ}$ -ის სიდიდეებზე. ხოლო $\sum D_{ღფარ}$ -ის სიდიდეების ზუსტი განსაზღვრა თავის მხრივ გავლენას ახდენს მოსავლის სიდიდის განსაზღვრაზე, გარდა ამისა, (154)-ში მოყვანილი ინტეგრალური რადიაციის სიდიდიდან ჯამური ფარ-ის სიდიდის გადამთვლელი კოეფიციენტის მნიშვნელობა, 0,49, კავკასიის და კერძოდ საქართველოს პირობებისათვის საჭიროებს გარკვეულ დასაბუთებას. ვინაიდან იგი წარმოადგენს ღრუბლიანობის რეჟიმის ლოკალური თავისებურებების ფუნქციას. აქედან გამომდინარე, მთაგორიანი რეგიონის შემთხვევაში დიდ პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს გაბნეული, მზის პირდაპირი და ჯამური ფარ-ის ცვალებადობის კანონზომიერებების დადგენა ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში, ფერდობის ორიენტაციაზე, დახრილობის კუთხეზე და აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით.

ჩვენი დაკვირვებით და სათანადო გამოთვლებით მიღებული ინფორმაციის ანალიზის შედეგად დადგენილი იქნა ფარ-ის ამ სახეობის სიდიდეების აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების ანალიზური სახეები ფერდობების ორიენტაციაზე და დახრილობის კუთხეზე დამოკიდებულებით ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში ცენტრალური კავკასიონის პირობებში მცენარეული საფარის გავრცელების ზედა საზღვრამდე (0-4კმ). დამოკიდებულებები

$\sum_{\beta} Q_{ფ} = f(H)$ ანალიზურად წარმოიდგინებინან კვადრატული ფუნქციის სახით: $\sum_{\beta} Q_{ფ} = a - bH^2$ a და b კოეფიციენტების მნიშვნელობები ფერდობის ორიენტაციაზე და დახრილობის კუთხის სიდიდეზე (α) დამოკიდებულებით მოწმენდილი ცის შემთხვევაში მოცემულია ცხრილში 5.1.2.

თუ ფერდობებისათვის ცნობილია გამომშრალი ფიტომასა-ბიოლოგიური მოსავალი, მაშინ ამ გამოსახულებების ჩასმით (5.30) –ში კონკრეტული ორიენტაციისა და დახრილობის შემთხვევაში შესაძლებელია გამოითვალოს მასზე განლაგებული ბუნებრივი ან აგროფიტოცენოზების მიერ მზის რა-

დიაციის გამოყენების ეფექტურობა (მქკ), ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში, მონმენდილი ცის შემთხვევაში.

ცხრილი 5.1.2.

$\sum_j Q_{\beta} = a - bH^2$ დამოკიდებულებაში შემავალი a და b კოეფიციენტების სიდიდეები

a, b	α , გრადუსი						
	0	15	30	45	60	75	90
ჩრდილოეთის ორიენტაცია							
a	2723.0	2338.0	1943.0	1274.0	1075.5	811.7	746.4
b	-136.6	-114.0	-96.0	-52.8	-40.28	32.9	-25.0
სამხრეთის ორიენტაცია							
a	2730.0	2808.1	3040.6	2852.06	2752.1	2421.9	1936.6
b	-136.1	-176.7	-175.0	-161.1	-161.1	145.0	-119.5
აღმოსავლეთის ორიენტაცია							
a	2730.0	3957.7	2506.8	2283.9	2178.7	1977.6	1826.6
b	-136.1	-170.8	-123.6	-118.1	115.3	-101.4	-87.5

როგორც (5.1) დამოკიდებულება გვიჩვენებს, $\sum_{\omega} Q_{\beta}$ სიდიდეების ფორმირებაში მონაწილეობენ გაბნეული ფარ-ის ჯამები $\sum_{\omega} D_{\beta}$, რომლებიც ასევე დამოკიდებული არიან რელიეფის თავისებურებებზე, რაც განსაზღვრავს რადიაციული გაცვლის პროცესების ინტენსივობას ფერდობებს შორის. $\sum_{\omega} D_{\beta}$ -ს სიდიდეების დამოკიდებულება ფერდობის დახრილობის კუთხეზე გაანალიზებული იქნა ღია ჰორიზონტის (მთიანი, მაღალმთიანი ტაფობი, თხემი) და ღრმა ხეობების შემთხვევებისათვის, როდესაც მინიმალურია ან გამორიცხულია ფერდობებს შორის რადიაციული გაცვლის პროცესი, ან ადგილი აქვს ინტენსიურ რადიაციულ გაცვლას. პირველ შემთხვევაში $\sum_j D_{\beta}$ მაქსიმალურია სამხრეთის მინიმალურია ჩრდილოეთის და შუალედურია აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ფერდობებისათვის. მეორე შემთხვევაში კი ფერდობების ორიენტაციის მიუხედავად დამოკიდებულება

$\sum_{g} D_{g} = f(\alpha)$ წარმოიდგინება ერთი წრფივი ფუნქციის სახით: მაგალითად, 2,2 კმ სიმაღლეზე (აზაუს ხეობა) ვეგეტაციური პერიოდი სათვის, რომელიც აქ შეადგენს 5 თვეს, დამოკიდებულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$\sum_{g} D_{g} = 325.0 + 1.67\alpha \quad (5.31)$$

ორივე შემთხვევაში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას $\sum_{g} D_{g}$ -ს სიდიდეებს შორის განსხვავება სხვადასხვა ორიენტაციის ფერდობებზე მცირდება. მაგალითად, დაბლობ რაიონებში 50°-იანი დახრილობის ჩრდილოეთის და სამხრეთის ორიენტაციის ფერდობებზე განსხვავება $\sum_{g} D_{g}$ -ს სიდიდეებს შორის შეადგენს 250,0 მჯ/მ²-ს, 3,1 კმ სიმაღლეზე იგი ტოლია 50,0 მჯ/მ²-ისა, ხოლო 4 კმ სიმაღლეზე – 10,0მჯ/მ²-ისა.

ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში მზის პირდაპირი, ჯამური ფარ-ის სიდიდეები მცირდება, ხოლო გაბნეული ფარ-ის სიდიდეები მატულობს. კავკასიის დაბლობ რაიონებში, ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით (სალსკის ტრამალი - ნახჭევანის ქვაბული) ფარ-ის თვიური ჯამების (XII) სიდიდეები იცვლება 40,0-100,0 ($\sum_{\sigma} Q_{g}$), 35,0-65,0 ($\sum_{\sigma} D_{g}$), 5,0-35,0 ($\sum_{\sigma} S_{g}^1$)მჯ/მ²-ის საზღვრებში, ივნისში 340,0-380,0 ($\sum_{\sigma} Q_{g}$), 165,0-120,0 ($\sum_{\sigma} D_{g}$), 175,0-260,0 ($\sum_{\sigma} S_{g}^1$)მჯ/მ²-ის საზღვრებში. ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში $\sum_{\rho} D_{g}$ -ს სიდიდეები დაბლობ რაიონებში მერყეობენ 1060,0 (სალსკი) 1220 (ალაზან-ავტორანის ვაკის ვაკის წინამთა. მკ/მ²-ის საზღვრებში, ხოლო $\sum_{\rho} D_{g}$ -ს სიდიდეები 2165,0 (ჩრდილოეთ კავკასიის წინამთა) 2935,0 (ნახჭევანის ქვაბული) მჯ/მ²-ის საზღვრებში. $\sum_{\rho} Q_{g}$ -ს მაქსიმუმი აღინიშნება სომხეთისა და აზერბაიჯანის დაბლობ რაიონებში. რაც შეესაბამება ამ რაიონებში საერთო ღრუბლიანობის მინიმალურ მნიშვნელობებს.

მთიან რაიონებში ფარ-ის მრავალწლიური საშუალო ჯამები ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას 0-4 კმ დიაპაზონში იზრდება 2300,0-დან 3300,0 მჯ/მ²-მდე ($\sum_{\rho} Q_{\rho}$), 1188.0მჯ/მ²-დან 200.0მჯ/მ²-მდე ($\sum_{\rho} D_{\rho}$), 1120მჯ/მ²-დან 1300,0 მჯ/მ²-მდე ($\sum_{\rho} S_{\rho}^1$) დიდი და მცირე კავკასიონის ცალკეულ ფერდობებზე ფარ-ის სიდიდეების ცვლილება ღრუბლიანობის რეჟიმზე დამოკიდებულებით ხასიათდება სპეციფიკური თავისებურებებით: H-ის ზრდისას 0-4 კმ სიმაღლეთა დიაპაზონში $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ საშუალოდ იზრდება დიდი კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე 2250,0-3450,0 მჯ/მ²-ის, სამხრეთ ფერდობზე 2300,0-3250,0 მჯ/მ²-ის, მცირე კავკასიონის მთიან რაიონებში 2400,0-3700,0 მჯ/მ²-ის საზღვრებში. ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში დამოკიდებულება $\sum_{\rho} Q_{\rho} = f(H)$, სადაც H მოცემულია კმ-ში, კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის ანალიზურად წარმოდგინება მეორე პარაბოლას სახით:

$$\sum_{\rho} Q_{\rho} = 2300.0 - 18.5H + 63.2H^2 \quad (5.32)$$

კავკასიის მთიანი სისტემების ცალკეული რაიონებისათვის ამ დამოკიდებულებას გააჩნია გარკვეული თავისებურებები: მაგალითად,

კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობისათვის

$$\sum_{\rho} Q_{\rho} = 2225.0 + 8.38H + 73.5H^2 \quad (5.53)$$

სამხრეთი ფერდობისათვის

$$\sum_{\rho} Q_{\rho} = 2340.0 + 230.5H \quad (5.54)$$

დამოკიდებულება $\sum_{\rho} S_{\rho}^1 = f(H)$ კავკასიის მთიანი რაიონებისთვის ანალიზურად წარმოდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

$$\sum_{\rho} S_{\rho}^1 = 1130.0 + 83.8H \quad (5.55)$$

$\sum_{\rho} D_{\rho} = f(H)$ კი მეორე რიგის პარაბოლას სახით:

$$\sum_{\rho} D_{\rho} = 1170.0 - 102.3H + 63.2H^2 \quad (5.56)$$

ანალიზური გამოსახულებით გამოთვლილი ფარის ნლიური ჯამების სიდიდეების ცდომილება მერყეობს $\pm 10.0-35.0$ მჯ/მ²-ის საზღვრებში.

ფარ-ის სიდიდეები ღრუბლების სახეობის და რაოდენობის ფუნქციაა. ჩვენი დაკვირვებების მონაცემების თანახმად იალბუზის რაიონში (2,2-3,8 კმ) $\sum_{\rho} D_{\rho}$ მაქსიმუმს აღწევს ზედა და შუა იარუსების ათბალიანი და ქვედა იარუსის ცხრაბალიანი მოლრუბლულობის (Θ^2) პირობებში (ცხრილი (5.1.3) როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, სიმაღლის ზრდისას 1,6კმ-ით ქვედა იარუსის ათბალიანი მოლრუბლულობის პირობებში $\sum_{\rho} D_{\rho}$ -ს სიდიდეები საშუალოდ მატულობენ 880,0 მჯ/მ²-ით, ხოლო ფერდობების დახრილობის კუთხის ზრდის შემთხვევაში მცირდება და აღწევს მინიმალურ მნიშვნელობებს ვერტიკალურ ზედაპირზე. ბაქსანისა და ჩეგემის ხეობებში (ყაბარ-დო-ბალყარეთი) 2,2-2,5 კმ სიმაღლეებზე ასეთი მოლრუბლულობის პირობებში α -ს მატებისას 0⁰-დან 90⁰-ის ჩათვლით $\sum_{\rho} D_{\rho}$ -ს სიდიდეები მცირდება 1480.0-770.0 ჩრდილოეთის, 1480.0-880.0 სამხრეთის, 1480.0-800.0 მჯ/მ²-ის საზღვრებში აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ფერდობებზე.

ცხრილი 5.1.3

$\sum_{\sigma} D_{\sigma}$ და $\sum_{\rho} D_{\rho}$ -ს სიდიდეები განსაზღვრული იარუსის ღრუბლიანობის პირობებში იალბუზის რაიონში, მჯ/მ²

თვე, წელი	ბალი	იარუსი				
		ქვედა		საშუალო		ზედა
H კმ		2.2	3.1	3.8	3.1	3.1
XII	1	26.1	24.5	26.5	27.5	28.8
	10	60.0	88.8	99.7	99.0	56.6
VI	1	65.2	59.2	65.0	70.0	72.0
	10	243.0	336.0	360.0	400.0	230.7
წელი	1	576.0	529.0	534.0	557.0	648.0
	10	1750.0	2400.0	2630.0	3050.0	1775.0

პრაქტიკული თვალსაზრისით განსაკუთრებით საინტერესოა ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში ფარ-ის

ცვლილებათა კანონზომიერებების ცოდნა ვეგეტაციური პერიოდისათვის. როგორც გამოთვლების შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, ამ პერიოდში კავკასიის დაბლობ ტერიტორიაზე ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით $\sum_{j} Q_{jy}$ -ს სიდიდეები იზრდებიან 920.0 მჯ/მ2-დან (სალსკის ტრამალი) 1170.0 მჯ/მ2-მდე (არარატის ვაკე, ნახჭევანი ქვაბული). $\sum_{j} S_{jy}^1$ -ს ჯამები ამ რაიონებში შეადგენენ შესაბამისად 400,0 და 660მჯ/მ2-ს. რაც შეეხება $\sum_{j} D_{jy}$ -ს სიდიდეებს, რომელთა ფორმირების პროცესებზე გაცილებით მეტ გავლენას ახდენენ ღრუბელწარმოქმნის ლოკალური პროცესები, მათთვის აღინიშნება ასეთი განედური განაწილების კანონზომიერებების დარღვევა, რის შედეგად წინამთის და შავიზღვისპირა რაიონებში $\sum_{j} Q_{jy}$ -ს სიდიდეები მაქსიმალურია (590.0. მჯ/მ² ალაზნის ველი წინამთის რაიონები და კოლხეთის დაბლობი), ხოლო ნახევარუდაბნო არიდულ რაიონებში (კასპიისპირა დაბლობის შავი მიწების რაიონში, ნახჭევანის ქვაბული მინიმალურია – 510.0მჯ/მ²). დამოკიდებულებები $\sum_{j} Q_{jy} = f(H)$, $\sum_{j} D_{jy} = f(H)$ ჰორიზონტალური ქვეფენილი ზედაპირისათვის კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში ანალიზურად წარმოიდგინებიან კვადრატული ფუნქციის სახით:

$$\sum_{j} D_{jy} = 548.7 - 27.4H^2 \quad (5.37)$$

$$\sum_{j} Q_{jy} = 1023.2 - 56.2H^2 \quad (5.38)$$

$$\sum_{j} S_{jy}^1 = 474.4 - 28.8H^2 \quad (5.39)$$

აღსანიშნავია, რომ ნახჭევანის ქვაბული, არარატის ვაკეზე და სომხეთის მთიანეთში ანალოგიურ სიმაღლეებზე დაბალი ღრუბლიანობის შედეგად კავკასიის სხვა რაიონებთან შედარებით ამ დამოკიდებულებებს აქვს განსხვავებული სახე:

$$\sum_{j} S_{jy}^1 = 696.0 - 42.0H^2 \quad (5.40)$$

$$\sum_{j} Q_{jy} = 1244.8 - 69.4H^2 \quad (5.41)$$

$$\sum_{\text{გ}} D_{\text{გ}} = 548.8 - 27.4H^2 \quad (5.42)$$

ამ გამოსახულებებში ჯამები მოცემულია მჯ/მ²-ში, H კი კმ-ში. დამოკიდებულებებით გამოთვლილი და მათი შესაბამისი მრუდებიდან აღებული ჯამების სიდიდეებს შორის განსხვავება უმნიშვნელოა (5.38) –სათვის იგი შეადგენს 1 კმ-ზე 11.3, 2 კმ-ზე 19.1, 3 კმ-ზე 2.1, 4 კმ-ზე 12.0მჯ/მ²-ს.

როგორც აღინიშნა, ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე ჩვენს მიერ ტარდებოდა დაკვირვებები ფოტოსინთეზურად აქტიურ რადიაციაზე სათანადო აპარატურით და შუქფილტრებით. ყველა სახის შესწორებების შეტანის შემდეგ გალვანომეტრის მაჩვენებლები გადაიყვანებოდა ენერგეტიკულ ერთეულებში. რაც შეეხება დღის განმავლობაში მზის რადიაციის სპექტრალური შემადგენლობის ცვლილებებზე შესწორებებს, მათი სიმცირის შედეგად სპექტრის ფართო არეებისათვის (1%-ზე ნაკლები), ისინი, როგორც წესი, მხედველობაში არ მიიღებიან. შუქფილტრების ოპტიკური მახასიათებლების სტაბილურობის ხარისხი მოწმდებოდა სპექტროფოტომეტრებით. მოწმენდილი ცის შემთხვევაში დაკვირვებების მონაცემებით გამოთვლილი ჯამების, აგრეთვე თვიური და წლიური ჯამების ($\sum S_{\text{გ}}^1$, $\sum D_{\text{გ}}$, $\sum Q_{\text{გ}}$) ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებებში $\sum S_{\text{გ}}^1 = f(H)$, $\sum D_{\text{გ}} = f(H)$, $\sum Q_{\text{გ}} = f(H)$ (რომლებიც წარმოადგენენ წრფივ ფუნქციებს) შემავალი კოეფიციენტების (a,b) სიდიდეები მოცემულია ცხრილში 5.1.4 ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში $\sum_{\text{გ}} S_{\text{გ}}^1$, $\sum_{\text{გ}} D_{\text{გ}}$, $\sum_{\text{გ}} Q_{\text{გ}}$ -ს (მ ჯ/მ²) დამოკიდებულებები ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე Hკმ ანალიზურად წარმოიდგინებთან წრფივი ფუნქციის სახით:

$$\sum_{\text{გ}} S_{\text{გ}}^1 = 2300.0 - 400.0H \quad (5.42)$$

$$\sum_{\text{გ}} D_{\text{გ}} = 712.5 - 162.5H \quad (5.43)$$

$$\sum_{\sigma} Q_{\sigma} = 3012.5 - 562.5H \quad (5.44)$$

როგორც ამ გამოსახულებებიდან ჩანს, ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში ადგილის სიმაღლის მატებისას ფარ-ის სეზონური ჯამები მცირდება, რაც განპირობებულია ვეგეტაციური პერიოდის ხანგრძლივობის შემცირებით. ამ ჯამებისაგან განსხვავებით თვითური და წლიური ჯამები ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას მზის პირდაპირი და ჯამური ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის შემთხვევაში მატულობენ, ხოლო გაბნეული რადიაციის შემთხვევაში კლებულობენ, რაც გამოწვეულია ატმოსფეროს ოპტიკური სისქის, მისი ტენშემცველობის და აეროზოლური დაჭუჭყიანების შემცირებით დიდ სიმაღლეებზე.

გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს ექსპერიმენტული გზით და (5.1) ფორმულით გამოთვლილი ჯამების სიდიდეების შედარება. ამ მიზნით აგებული იქნა ორივე გზით მიღებული თვითური ჯამების კორელაციური კავშირის გრაფიკები $\sum_{\sigma} S_{\sigma}^1$, $\sum_{\sigma} D_{\sigma, \text{ზამ}} = f(\sum_{\sigma} S_{\sigma, \text{ექსპ}}^1)$, $\sum_{\sigma} D_{\sigma, \text{ზამ}} = f(\sum_{\sigma} D_{\sigma, \text{ექსპ}}^1)$, $\sum_{\sigma} Q_{\sigma, \text{ზამ}} = f(\sum_{\sigma} Q_{\sigma, \text{ექსპ}})$, რომლებიც ანალიზურად წარმოდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

$$\sum_{\sigma} S_{\sigma, \text{ზამ}}^1 = 0.9 \sum_{\sigma} S_{\sigma, \text{ექსპ}}^1 - 10.0 \quad (5.45)$$

$$\sum_{\sigma} D_{\sigma, \text{ზამ}} = 0.9 \sum_{\sigma} D_{\sigma, \text{ექსპ}} + 2.0 \quad (5.46)$$

$$\sum_{\sigma} Q_{\sigma, \text{ზამ}} = 0.95 \sum_{\sigma} Q_{\sigma, \text{ექსპ}} - 15.0 \quad (5.47)$$

როგორც ამ გამოსახულებების ანალიზიდან ჩანს, ჯამების გამოთვლილი სიდიდეები ნაკლებია ექსპერიმენტული გზით მიღებულ სიდიდეებზე. ეს განსხვავება მერყეობს 3,0-8,0 ($\sum_{\sigma} D_{\sigma}$), 20.0 -40.00 ($\sum_{\sigma} S_{\sigma}^1$) და 23.0-50.0 მჯ/მ²-ის საზღვრებში $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ -ს შემთხვევაში. ჯამური ფარ-ის გამოსათვლელ ფორმულაში მთავარ როლს თამაშობს მზის პირდაპირი

ცხრილი 5.1.4

ფოტოსინთეზურად აქტიური მზის პირდაპირი, გაბნეული, ჯამური რადიაციის თვიური და წლიური ჯამების სიდიდეები, მჯ/მ. დამოკიდებულებებში $D_{\text{წ}} = f(H)$, $S_{\text{წ}} = f(H)$, $Q_{\text{წ}} = f(H)$

H, კმ	Σ	თვე					
		I	II	III	IV	V	VI
0.4	$S_{\text{წ}}$	100.9	153.2	216.2	279.3	342.4	356.8
	$D_{\text{წ}}$	38.5	48.3	66.2	84.0	90.0	95.8
	$Q_{\text{წ}}$	139.4	201.5	282.4	363.3	432.4	452.6
2.2	$S_{\text{წ}}$	133.3	189.2	270.3	342.4	403.6	418.1
	$D_{\text{წ}}$	27.6	36.0	48.0	60.0	70.5	75.0
	$Q_{\text{წ}}$	160.9	255.2	318.3	402.4	474.1	493.1
3.1	$S_{\text{წ}}$	162.8	234.3	315.4	369.4	443.3	454.1
	$D_{\text{წ}}$	21.5	29.0	42.0	50.5	60.0	65.1
	$Q_{\text{წ}}$	184.3	263.3	357.4	419.9	503.3	519.2
3.8	$S_{\text{წ}}$	170.8	263.1	330.6	390.4	468.5	480.0
	$D_{\text{წ}}$	18.0	24.0	34.0	45.2	53.5	57.0
	$Q_{\text{წ}}$	188.8	237.1	364.5	435.6	522.0	537.0
$\sum_{\text{თ}} S_{\text{წ}}^I$	a	17.5	32.5	35.0	35.0	32.5	35.0
	b	102.5	127.5	195.0	265.0	337.5	350.0
$\sum_{\text{თ}} D_{\text{წ}}$	a	-6.5	-7.0	-8.0	-10.0	-11.1	-10.9
	b	41.5	51.0	67.0	83.0	93.2	98.5
$\sum_{\text{თ}} Q_{\text{წ}}$	a	11.5	25.5	27.0	25.0	21.4	24.1
	b	144.0	178.5	262.0	345.0	450.7	442.5

ცხრილი 5.1.4-ის გაგრძელება

H, კმ	Σ	თვე							წლიური
		VII	VIII	IX	X	XI	XII		
0.4	$S_{\text{ფ}}$	337.0	279.3	225.3	171.2	115.3	75.7	2652.6	
	$D_{\text{ფ}}$	99.2	89.6	66.0	52.5	40.6	35.0	805.7	
	$Q_{\text{ფ}}$	436.2	368.9	291.3	223.7	155.9	110.7	3458.3	
2.2	$S_{\text{ფ}}$	389.2	333.4	270.3	198.2	144.2	99.1	3191.3	
	$D_{\text{ფ}}$	79.0	70.5	52.8	39.5	30.0	25.8	614.2	
	$Q_{\text{ფ}}$	468.7	403.9	323.1	236.7	174.2	124.9	3805.5	
3.1	$S_{\text{ფ}}$	432.5	369.4	297.3	225.3	169.4	126.3	359.5	
	$D_{\text{ფ}}$	67.6	60.0	43.0	30.9	23.5	19.0	512.1	
	$Q_{\text{ფ}}$	500.1	429.4	340.3	256.2	192.9	145.3	411.6	
3.8	$S_{\text{ფ}}$	451.0	380.1	324.4	252.3	189.2	140.0	3840.7	
	$D_{\text{ფ}}$	62.0	52.0	37.8	26.8	19.0	16.0	445.3	
	$Q_{\text{ფ}}$	513.0	432.1	363.2	279.1	208.2	156.0	4286.0	
$\sum_{\text{თ}} S^I_{\text{ფ}}$	a	35.0	32.5	25.2	25.0	22.5	17.5	350.0	
	b	320.0	257.5	214.8	155.0	107.5	72.5	2450.0	
$\sum_{\text{თ}} D_{\text{ფ}}$	a	-11.0	-11.0	-9.5	-8.0	-7.0	-6.5	-80.0	
	b	103.0	88.0	73.5	57.0	46.0	39.5	750.0	
$\sum_{\text{თ}} Q_{\text{ფ}}$	a	24.0	21.5	17.2	17.0	15.5	11.0	170.0	
	b	425.0	545.5	288.3	212.0	153.5	112.0	320.0	

რადიაცია. გაბნეული რადიაციის წვლილი მის ფორმირებაში მონმენდილი ცის შემთხვევაში მცირეა დაბლობი და მით უმეტეს იგი უმნიშვნელო ხდება მთიანი და მაღალმთიანი რაიონებისათვის. აქედან გამომდინარე, ექსპერიმენტული გზით და გამოთვლების შედეგად მიღებული სიდიდეებს შორის არსებული განსხვავების მიზეზი უნდა ვეძიოთ მზის პირდაპირი რადიაციის თვიური ჯამების გადამყვანი კოეფიციენტის K_s სიდი-

დის სიზუსტის განსაზღვრაში. შემთხვევითი არ არის, რომ სათანადო გამოკვლევებში მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა (5.1) ფორმულაში შემავალი გადამყვანი კოეფიციენტების სიდიდეების კრიტიკულ ანალიზს (37, 65, 155, 136). დადგინდა, რომ K_D და K_s სიდიდეები არ წარმოადგენენ რაიმე უნივერსალურ მუდმივებს და იცვლებიან ადგილის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე და ღრუბლიანობაზე დამოკიდებულებით. მაგალითად, K_D და K_s შეადგენენ: უკრაინის ტერიტორიაზე 0.63 და 0.43, სახალინზე 0.50 და 0.43, შუა აზიაში 0.62 და 0.41. მინუსინსკის რაიონში ფერადი პირანომეტრების გამოყენებით ჩატარებული ჯამური ფარ-ის რეგისტრაციის შედეგად დადგინდა, რომ K_Q -ს სიდიდე დამოკიდებულია როგორც ამინდის პირობებზე, ასევე მზის სიმაღლეზეც.

ამრიგად, სხვადასხვა ფიზიკურ-გეოგრაფიულ რაიონებში კოეფიციენტების მუდმივი სიდიდეების გამოყენება შესაბამის გამოთვლებში იძლევა ექსპერიმენტული გზით მიღებული შედეგებისაგან გარკვეულ განსხვავებას, რაც აისახა კავკასიის პირობებში კორელაციური კავშირების გრაფიკებზე და შესაბამის ანალიზურ გამოსახულებებზე. აქვე აღვნიშნავთ, რომ (155)-ში მოცემულია ორი კოეფიციენტის K_D და K_s -ის ნაცვლად ერთი K_Q , რომლის მნიშვნელობა ყაზახეთის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილისთვის იცვლება 0.45-0.52 ფარგლებში, რაც შეესაბამება მოწმენდილი ცისა და ქვედა იარუსის (Ns, Cb) ღრუბლიანობის პირობებს, ე.ი. K_Q -ს სიდიდე წარმოადგენს მოღრუბლულობის და შესაბამისად მისი თავისებურებებით განპირობებული $\frac{D}{Q}$ შეფარდების ფუნქციას.

5.2. ახლოინფრანითელი რადიაცია

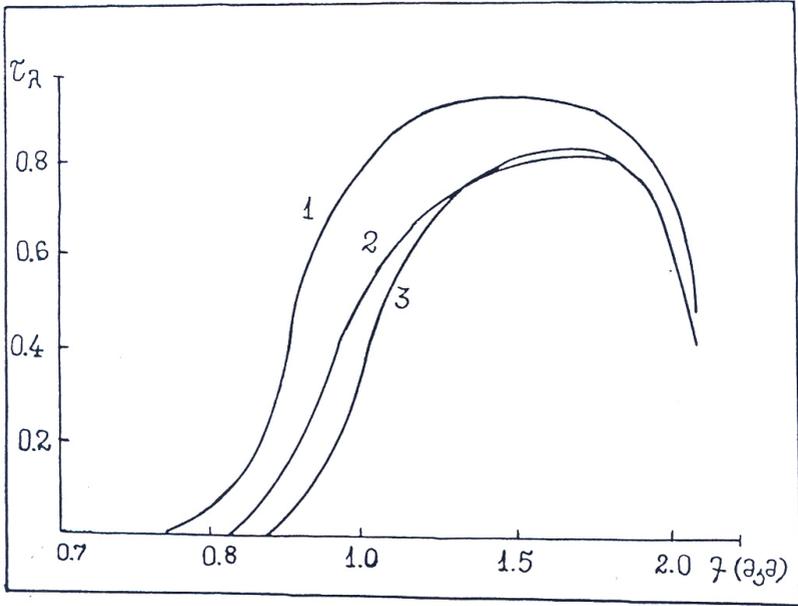
მზის სპექტრის ახლოინფრანითელი არეს შესწავლა საჭიროა როგორც ატმოსფეროს ოპტიკური თვისებების დასადგენად, ასევე ცოცხალ ორგანიზმებში (კერძოდ ადამიან-

ნებში) მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესებზე მისი ბიოლოგიური ზემოქმედების შესაფასებლად. აღსანიშნავია ისიც, რომ მზის დაბალი სიმალღეების პირობებში, ინფრანითელი რადიაციის სიდიდე რამდენჯერმე აღემატება ხილული სპექტრის და ულტრაიისფერი რადიაციის სიდიდეებს რადიაციულ ინტეგრალურ ნაკადში.

აქ განვიხილავთ მზის სხივური ენერგიის სპექტრის ახლოინფრანითელი არეს (0,8-2,0მკმ) წლიური მსვლელობის თავისებურებებს ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე 0,4-4,0კმ სიმალღეთა საზღვრებში ჩვენი სტაციონარული და საველე დაკვირვებების ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე 1965-1989 წლების განმავლობაში. დაკვირვებები ტარდებოდა თერმოელექტრული აქტინომეტრით და მინის ოპტიკური შუქფილტრით ИКС-1 მონმენდილი ცის შემთხვევაში სათანადო მეთოდიკის რეკომენდაციების გამოყენებით (80,81), ამ შუქფილტრის სპექტრალური გაშვების მრუდი შუქფილტრების ИКС-2 და ИКС-3-ის მრუდებთან ერთად მოცემულია ნახ. 5.2.1.-ზე. შუქფილტრი სპექტრალური მახასიათებლები მონმდებოდა სპექტროფოტომეტრებით.

როგორც ცნობილია, მზე წარმოადგენს ინფრანითელი რადიაციის მძლავრ წყაროს, რომლის სპექტრი იყოფა ორ არედ: უახლოეს ინფრანითელ არედ (მოკლეტალლიან არედ) 0,76-1,4მკმ ტალღის სიგრძის დიაპაზონით (ეს ის სხივებია, რომლებიც ღრმად აღწევენ ცოცხალი ორგანიზმის და კერძოდ ადამიანის სხეულის ქსოვილებში). მეორე შორეულ ინფრანითელ, ანუ გრძელტალლიანი ინფრანითელი გამოსხივების არედ (1.5-2.4მკმ ტალღის სიგრძით). ინფრანითელი რადიაციის ეს ნაწილი შთაინთქმება ადამიანის კანის ზედა ფენების მიერ. მზის ინფრანითელი გამოსხივების არეს, რომელიც შეიცავს 0.76-3.0 მკმ ტალღის სიგრძეებს მედიცინაში ეწოდება ინფრანითელი გამოსხივების პრაქტიკული გამოყენების არე.

ატმოსფეროში არსებული წყლის ორთქლი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ინფრანითელი რადიაციის შთანთქმის პროცესში. ცხრილში 5.2.18 მოცემულია წყლის ორთქლის შთანთქმის ინტენსიური ზოლების დასახელება და მათი ცენტრები (მკმ).



ნახ. 5.2.1 ИКС-1 შუქფილტრის სპექტრალური გაშვების მრუდი (1)

ცხრილი 5.2.1

წყლის ორთქლის შთანთქმის ზოლები 0,72-2,68 მკმ ტალღების სიგრძის არეში

ზოლის ცენტრი მკმ	შთანთქმის ზოლი								
	α	β	$\rho\sigma\tau$	ϕ	ψ	Ω	Ω_1	Ω_2	χ
მკმ	0.72	0.82	0.93	1.13	1.38	1.80	2.01	2.01	2.68

მზის რადიაციის სპექტრის ამ ნაწილში ჟანგბადს გააჩნია შთანთქმის A ზოლი ცენტრით 0,7მკმ. მაგრამ მის მიერ შთანთქმული რადიაციის სიდიდე უმნიშვნელოა. ფოულის (51) მიერ დადგენილი იქნა მზის სპექტრის ინფრანითელ არეში წყლის ორთქლის შთანთქმასთან დაკავშირებით ენერჯის განაწილების კანონზომიერებები და შთანთქმის სიდიდეების დამოკიდებულება ატმოსფეროში წყლის ორთქლის

საერთო რაოდენობაზე W ($W = 2.1e_0$, სადაც e_0 არის წყლის ორთქლის დრეკადობა დედამიწის ზედაპირზე) შემდეგში კი ამ არესათვის წყლის ორთქლის მიერ რადიაციის შთანთქმულ სიდიდეებსა და W -ს შორის დამოკიდებულება წარმოდგენილი იქნა ექსპონენციალურად კლებადი ფუნქციის სახით:

$$S_{\Delta z} = S_{0,\Delta z} e^{-k_{\Delta z} w} \quad (5.48)$$

სადაც $S_{\Delta z}$ და $S_{0,\Delta z}$ არიან ატმოსფეროში გაღწეული და მის ზედა საზღვარზე დაცემული რადიაციის სპექტრალური ნაკადის სიდიდეები. $K_{\Delta z}$ შთანთქმის სპექტრალური კოეფიციენტი. ატმოსფეროს მასის $m=1$ მნიშვნელობისათვის შთანთქმის საშუალო სიდიდეები შეადგენენ 8 -10%-ს.

უნდა აღინიშნოს, რომ წყალს წყლის ორთქლთან შედარებით გააჩნია ინფრანითელი რადიაციის შთანთქმის გაცილებით ინტენსიური ზოლები, რომლებიც გადაწეულია წყლის ორთქლის შთანთქმის ზოლებთან შედარებით მარჯვნივ გრძელი ტალღების მხარეს. მაგრამ ატმოსფეროში წყალი შედარებით ნაკლებ როლს თამაშობს ინფრანითელი რადიაციის საერთო შთანთქმაში, ვინაიდან წყლის მასის უდიდესი ნაწილი იმყოფება ორთქლის მდგომარეობაში.

როგორც აღვნიშნეთ 0,76-3,0 მკმ ტალღების დიაპაზონის ინფრანითელი გამოსხივების არეს მედი ცინაში ეწოდება პრაქტიკული გამოყენების არე, ვინაიდან იგი ახდენს მნიშვნელოვან გავლენას ადამიანის ორგანიზმის ფიზიოლოგიურ ცხოველქმედებაზე, როგორც უშუალოდ (მისი კანის საფარის მიერ შთანთქმის შედეგად), ასევე ზოგიერთი მეტეორელებენტის მეშვეობით (ატმოსფერული წნევა ჰაერის ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა). ჰაერის ტემპერატურის და ფარდობითი ტენიანობის 100%-მდე ზრდა სინქრონულად დაბალი ატმოსფერული წნევის პირობებში, რასაც თან სდევს ჰაერში ჟანგბადის შემცველობის და მისი პარციალური წნევის ვარდნა (რომელიც ასე აუცილებელია არტერიული სისხლის ჟანგბადით გაჯერებისათვის) მძიმე სისხლძარღვოვანი დაავადებების დროს დიდ საშიშროებას უქ-

მნის ადამიანის სიცოცხლეს. მზის ინფრანითელი გამოსხივება ხელოვნურ წყაროებთან შედარებით, გაცილებით მდიდარია მოკლეტალღიანი სხივებით, რომლებიც მტკივნეული შეგრძნების გარეშე ღრმად ატანენ ადამიანის ორგანიზმის ქსოვილებში. ინფრანითელი გამოსხივება, როგორც თერმული ზემოქმედების მიმართ მგრძნობიარე ნერვების დაბოლოებების მძლავრი გამაღიზიანებელი, მთავარ როლს თამაშობს ადამიანის ორგანიზმის თერმორეგულაციაში სისხლძარღვების გამტარუნარიანობის ცვალებადობისა და მათში სისხლის გადანაწილების გზით (71) ინფრანითელი რადიაციის გავლენა მნიშვნელოვანია ადამიანის კანის საფარის პიგმენტაციის პროცესში. ადამიანის კანი პიგმენტაციის გარეშე შთანთქავს ინფრანითელი რადიაციის 38%-ს, ხოლო პიგმენტაციის შემთხვევაში 58%-ს. მცენარეების ფოთლები ატარებენ, ან აიჩქარებენ მათ ზედაპირზე დაცემული ინფრანითელი რადიაციის დიდ ნაწილს, ვინაიდან ქლოროფილი მას არ შთანთქავს. ამის შედეგად არსებობდა მოსაზრება, რომ ახლო ინფრანითელი რადიაცია საერთოდ არ იღებს მონაწილეობას ფოტოსინთეზის პროცესში. მაგრამ როგორც ექსპერიმენტებით დადგინდა, ინფრანითელი რადიაციის ნამატი მნიშვნელოვნად ზრდის მცენარეების მიერ ბიომასის წარმოქმნას და გავლენას ახდენს მათში მიმდინარე ფოტოტროპიულ და ზრდის პროცესებზე. გარდა ამისა, ინფრანითელ გამოსხივებას, როგორც სითბურ ენერჯის წყაროს, განსაკუთრებით დაბალი თერმული რეჟიმის პირობებში, დიდი ეკოლოგიური მნიშვნელობაც აქვს. ინფრანითელი რადიაცია ავტონომიურად ნაკლებ აქტიურია ბაქტერიციდული თვალსაზრისით, მაგრამ ულტრაიისფერ და ხილულ სხივებთან სინქრონული მოქმედებისას იგი საგრძნობლად ამაღლებს მათ ბაქტერიციდულ აქტიურობას (71).

როგორც ცნობილია, ადამიანის კანის საფარს გააჩნია ორგანიზმის როგორც მექანიკური, ასევე იმუნობიოლოგიური დაცვის ფუნქციები. ცნობილია, რომ კანის ინფრანითელი რადიაციისაგან ხანგრძლივი იზოლაცია იწვევს ორგანიზმის იმუნობიოლოგიური დამცავი მექანიზმის დაზუსტებას. ინფრანითელი რადიაციის მოკლეტალღიანი ნაწილის ადამიანის ორგანიზმში 4 სმ სიღრმემდე შეღწევის შედეგად ხდება მასში რადიაციული სითბოს დანაკარგების კომპენსაცია და

შინაგანი სასიცოცხლო მნიშვნელოვანი ორგანოების მუდმივი თერმიული რეჟიმის (37°) ფორმირება. უნდა აღვნიშნოთ, რომ ჩვენი კვლევის მიზანს არ წარმოადგენს ინფრანითელი რადიაციის ფიზიოლოგიური ასპექტების განხილვა. ჩვენ აქ მოვიყვანეთ ამ საკითხთან დაკავშირებული ზოგიერთი მაგალითი, რომლებიც წარმოდგენას იძლევიან მზის სხივური ენერჯის ამ სპექტრალურ არეს ფიზიოლოგიურ და ეკოლოგიურ მნიშვნელობაზე. როგორც ჩვენი დაკვირვებების შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, ცენტრალური კავკასიონის პირობებში მზის სპექტრის ახლოინფრანითელი არეს ინტენსივობა, ისევე როგორც ინტეგრალური ნაკადის შემთხვევაში, მაქსიმალურია შუადღის საათებში, რაც განსაკუთრებით მკვეთრად არის გამოხატული ჰორიზონტალური ზედაპირისათვის, რომლისთვისაც წელიწადის განმავლობაში ინფრანითელი რადიაციის ინტენსივობის მაქსიმუმი აღინიშნება ივნისში, მინიმუმი – დეკემბერში. მზის სხივისადმი ნორმალურ ზედაპირზე მაქსიმუმს ადგილი აქვს თებერვალში და მარტში (როდესაც მზის სიმაღლე შესამჩნევად მატულობს, ატმოსფეროს ტენიანობა კი ჯერ კიდევ რჩება შედარებით დაბალი), მინიმუმს – ზაფხულის თვეებში (მზის სიმაღლის ფიქსირებული მნიშვნელობისათვის). მოწმენდილი ცის შემთხვევაში მზის სხივისადმი ნორმალურ სიბრტყეში, ინფრანითელი რადიაციის ინტენსივობის საშუალო სიდიდეები მზის სიმაღლეზე დამოკიდებულებით ცენტრალური კავკასიონისათვის (0,4-3,8) მოცემულია ცხრილში 5.2.2.

როგორც მზის, ასევე ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატების შემთხვევაში $S_{\theta \varphi}$ -ის სიდიდე მატულობს. უნდა აღინიშნოს, რომ ინფრანითელი რადიაციის ინტენსივობის მატება ადგილის სიმაღლის ზრდასთან დაკავშირებით შვეიცარიის ალპებში დადგენილი და რაოდენობრივად შეფასებული იქნა ს. დორნოს (46) მიერ. ჩვენი მონაცემების თანახმად, ცენტრალურ კავკასიონზე ადგილის სიმაღლის ზრდასას 0,4-3,8კმ საზღვრებში. $S_{\theta \varphi}$ -ს საშუალო სიდიდე იანვარში (h_0 -ს 5-30°-ს დიაპაზონისათვის) იზრდება 0,19-0,24, აგვისტოში (h_0 -ს ცვლილებას 10-70°-ის საზღვრებში) 0,14-0,19 კვტ/მ²-ით, მოწმენდილი ცის შემთხვევაში მზის სხივისადმი

ნორმალურ სიბრტყეში ინფრანითელი რადიაციის ინტენსივობის საშუალოდ სიდიდეები მოცემულია ცხრილში 5.2.3. როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, ადგილის სიმაღლის ზრდისას 0,4-3,8 კმ სიმაღლეთა დიაპაზონში სხვაობის $S_{3,8} - S_{0,4}$ სიდიდე საშუალოდ შეადგენს ზამთარში 0,17, გაზაფხულზე 0,13, ზაფხულში 0,16, შემოდგომაზე 0,18 კვტ/მ²-ს. ინფრანითელი რადიაციის საშუალოდ ინტენსივობის (12 სთ., 30 წუთი) სეზონური ვერტიკალური გრადიენტი შეადგენს გაზაფხულზე 0,04, ნელინადის დანარჩენი სეზონებისთვის 0.05 კვტ/მ²-ს 1 კმ სიმაღლეზე. საშუალო თვიური გრადიენტების სიდიდე რამდენადმე განსხვავდება საშუალო სეზონური გრადიენტების სიდიდისაგან: მაგალითად, იანვარში იგი შეადგენს 0.053, მარტში 0,040, აგვისტოში 0,044, ოქტომბერში 0,053 კვტ/მ²-ს 1 კმ სიმაღლეზე.

დამოკიდებულებები $S_{o\text{წ.}} = f(H)$ და $S_{o\text{წ.}}^I$, სადაც H მოცემულია კმ-ში. $S_{o\text{წ.}}$ და $S_{o\text{წ.}}^I$ კვტ/მ²-ში, ანალიზურად წარმოიდგინებთან წრფივი ფუნქციის სახით:

იანვარი

$$h_0 = 20^0$$

$$S_{o\text{წ.}} = 0.480 + 0.075H \quad (5.49)$$

$$h_0 = 25.9^0 \text{ (12 სთ. 30 წთ)}$$

$$S_{o\text{წ.}}^I = 0.235 + 0.025H \quad (5.50)$$

აგვისტო

$$h_0 = 20^0$$

$$S_{o\text{წ.}} = 0.330 + 0.055H \quad (5.51)$$

$$h_0 = 60.7^0 \text{ (12 სთ. 30 წთ)}$$

$$S_{o\text{წ.}}^I = 0.405 + 0.045H \quad (5.52)$$

ცხრილი 5.2.2.

ინფრანითელი რადიაციის საშუალო ინტენსივობა, კვტ/მ²

თვე	H, კმ	h ₀ გრადუსი							
		5	10	20	30	40	50	60	70
I	0.4	0.35	0.42	0.50					
	2.2	0.47	0.54	0.62					
	3.1	0.53	0.60	0.69					
	3.8	0.56	0.66	0.73					
IV	0.4	0.18	0.30	0.45	0.53	0.55	0.57		
	2.2	-	-	0.54	0.59	0.60	0.62		
	3.1	-	-	0.58	0.62	0.64	0.66		
	3.8	-	-	0.63	0.64	0.66	0.69		
VII	0.4	-	-	0.36	0.43	0.48	0.50	0.51	0.53
	2.2	-	-	0.46	0.52	0.53	0.655	0.57	0.58
	3.1	0.35	0.43	0.53	0.57	0.60	0.62	0.64	0.65
	3.8	0.38	0.48	0.54	0.59	0.63	0.64	0.66	0.67
X	0.4	-	0.32	0.44	0.49	0.53			
	2.2	0.42	0.650	0.56	0.60	0.62			
	3.1	0.45	0.52	0.59	0.64	0.66			
	3.8	0.48	0.54	0.60	0.66	0.70			

ცხრილი 5.2.3

მზის სხივისადმი ნორმალურ სიბრტყეში ინფრანითელი რადიაციის ინტენსივობის საშუადლო საშუალო მნიშვნელობები, კვტ/მ²

H კმ	თვე					
	I	II	III	IV	V	VI
0.4	0.55	0.62	0.58	0.58	0.56	0.54
2.2	0.64	0.67	0.65	0.63	0.62	0.58
3.1	0.70	0.72	0.70	0.67	0.67	0.66
3.8	0.73	0.76	0.73	0.69	0.69	0.70

H კმ	თვე					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0.4	0.53	0.49	0.51	0.53	0.53	0.54
2.2	0.58	0.56	0.58	0.61	0.62	0.63
3.1	0.65	0.62	0.64	0.66	0.67	0.69
3.8	0.67	0.66	0.68	0.70	0.71	0.73

(5.49)-(5.52) გამოსახულებებით გამოთვლილ და დაკვირვებით მიღებულ $S_{o\text{წ.}}^I$ -ს სიდიდეებს შორის აბსოლუტური გადახრის მაქსიმუმი არ აღემატება $0,01$ კვტ/მ² წრფივი ფუნქციის სახით წარმოიდგინება აგრეთვე დამოკიდებულება $S_{o\text{წ.}}^I = f(h_0)$ იმ შემთხვევაში, როდესაც $h_0 < 40^0$ $S_{o\text{წ.}} = f(h_0)$ კი წარმოიდგინება მეორე რიგის პარაბოლას სახით; მაგალითად, ჩეგეთის პიკის (3.1კმ) მონაცემებით თებერვლისათვის:

$$S_{o\text{წ.}}^I = 0.013h_0 - 0.04 \quad (5.53)$$

$$S_{o\text{წ.}} = 0.427 + 0.017h_0 - 0.00025h_0^2 \quad (5.54)$$

მზის სიმაღლის მატებისას იანვარში 5^0 -დან 25^0 -მდე $S_{o\text{წ.}}$ იზრდება დაბლობ რაიონებში 0.35 -დან 0.55 კვტ/მ²-მდე, მაღალმთიან რაიონებში (3,8კმ) $0,56$ -დან $0,73$ კვტ/მ²-მდე. $S_{o\text{წ.}}^I$ კი $0,03$ დან $0,23$ კვტ/მ²-მდე დაბლობ და 0.054 -დან 0.0310 კვტ/მ²-მდე მაღალმთიან რაიონებში (3,8კმ). ივლისში h_0 -ს ცვლილებისას 20^0 -დან 70^0 -მდე $S_{o\text{წ.}}$ იზრდება $0,36$ -დან $0,53$ კვტ/მ²-მდე დაბლობ და $0,54$ -დან $0,67$ კვტ/მ²-მდე მაღალმთიან რაიონებში (3,8კმ) $S_{o\text{წ.}}^I$ კი $0,12$ -დან $0,50$ -კვტ/მ²-მდე დაბლობ და $0,18$ -დან $0,57$ კვტ/მ²-მდე. მაღალმთიან რაიონებში (3,8კმ). ატმოსფეროს გამჭვირვალობის რყევების შედეგად $S_{o\text{წ.}}$ და $S_{o\text{წ.}}^I$ -ს სიდიდეები იცვლებიან $1,5$ -ჯერ შუადღის და თითქმის $3,0$ -ჯერ დილის და საღამოს საათებში, მაღალმთიან რაიონებში მათი ცვლილების დიაპაზონი მცირდება.

ატმოსფეროს საშუალო გამჭვირვალობის პირობებში, რაც ზ. პივოვაროვას (74) თანახმად შეადგენს $0,1722-0,764$ -ს, სხვისადმი ნორმალურ სიბრტყეში ინფრანითელი რადიაციის

წვლილი ინტეგრალურ მზის პირდაპირ რადიაციაში $\frac{S_{o\text{წ.}}}{S_o}$

მზის სიმაღლის მატებისას 5^0 -დან 70^0 -მდე საშუალოდ მცირ-

დება 0,92-დან 0,61-მდე $\cdot \frac{S_{of}}{S_o}$ -ის მაქსიმალური შემცირება

აღინიშნება მზის სიმაღლის ცვლილებისას 5-30°-ის ფარგლებში. 30-70°-ის დიაპაზონში ამ შეფარდების სიდიდეები იცვლება უმნიშვნელოდ (5.2.2.). აღსანიშნავია, რომ სლუცკში, სადაც ინფრანითელი რადიაციის რეგისტრაცია ტარდებოდა

შოტის RG-5 ფილტრის (0.66-2.80მკმ) გამოყენებით $\frac{S_{of}}{S_o}$ -ის

სიდიდე h_0 -ის ზრდისას 2-50°-ის ფარგლებში მცირდებოდა 0,88-0,57-ის საზღვრებში. ამასთანავე ამ შეფარდების მაქსიმალური შემცირება აღინიშნებოდა მზის სიმაღლის ზრდისას

2°-დან 30°-მდე (46)-შია აღნიშნული. $\frac{S_{of}}{S_o}$ -ის სიდიდეების შემ-

ცირება 0,88-დან 0,63-მდე h_0 -ის ზრდისას 5-50°-ის ფარგლებში დადგენილი იქნა აგრეთვე დორნოს მიერ შვეიცარიის ალპებში 2470მ სიმაღლეზე, მაგრამ იმ განსხვავებით, რომ ამ სიმაღლეზე S_{of} -ს პროცენტული შემადგენლობა S_o -ში მზის სიმაღლის ფიქსირებული მნიშვნელობისათვის მეტი იყო ვიდრე სლუცკში, რაც აიხსნება მაღალმთიან რაიონებში ატმოსფეროში წყლის ორთქლის შემცველობის ვარდნით და შესაბამისად ინფრანითელი რადიაციის შთანთქმის ინტენსივო-

ბის შემცირებით. ანალოგიური სახის ტენდენციები $\frac{S_{of}}{S_o}$ -ის

შემცირებაში მზის სიმაღლის მატების შემთხვევაში და ინტეგრალურ ნაკადში ინფრანითელი რადიაციის პროცენტული შემადგენლობის ზრდაში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდის სინქრონულად ჩვენს მიერ დაფიქსირდა ცენტრალური კავკასიონის პირობებშიც. განსაზღვრული პუნქტისათვის ნელინადის განმავლობაში მზის სიმაღლის მუდმივი მნიშვნე-

ლობებისათვის $\frac{S_{of}}{S_o}$ -ის ცვლილების დიაპაზონი არის ნელი-

ნადის დროის (სეზონის) ფუნქცია, რაც ძირითადად განპირობებულია ატმოსფეროს ტენშემცველობის ცვალებადობით. ჩვენი მონაცემებით ყაბარდოს ვაკეზე (0,4კმ) მზის სიმაღლის

ცვლილებისას 0° -დან 70° -მდე $\frac{S_o f.}{S_o}$ -ის დიაპაზონი ვიწროვდება 22-დან 3%-მდე. მაღალმთიან რაიონებში კი (ჩეგეთის პიკი, 3,1კმ) 12-დან 3%-მდე.

ამრიგად, მზის დაბალი სიმაღლეების პირობებში $\frac{S_o f.}{S_o}$ -

ის ცვლილებების დიაპაზონი დაბლობი რაიონებისათვის გაცილებით მეტია მაღალმთიან რაიონებთან შედარებით, რაც განპირობებულია ატმოსფეროს ტენშემცველობის მცირეამპლიტუდიანი წლიური სვლით დიდ აბსოლუტურ სიმაღლეებზე.

დამოკიდებულება $\frac{S_o f.}{S_o} = f(T_2)$, სადაც T_2 არის $m = 2$

მასაზე მიყვანილი სიმღვრივის ფაქტორი, ყაბარდოს ვაკისათვის ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

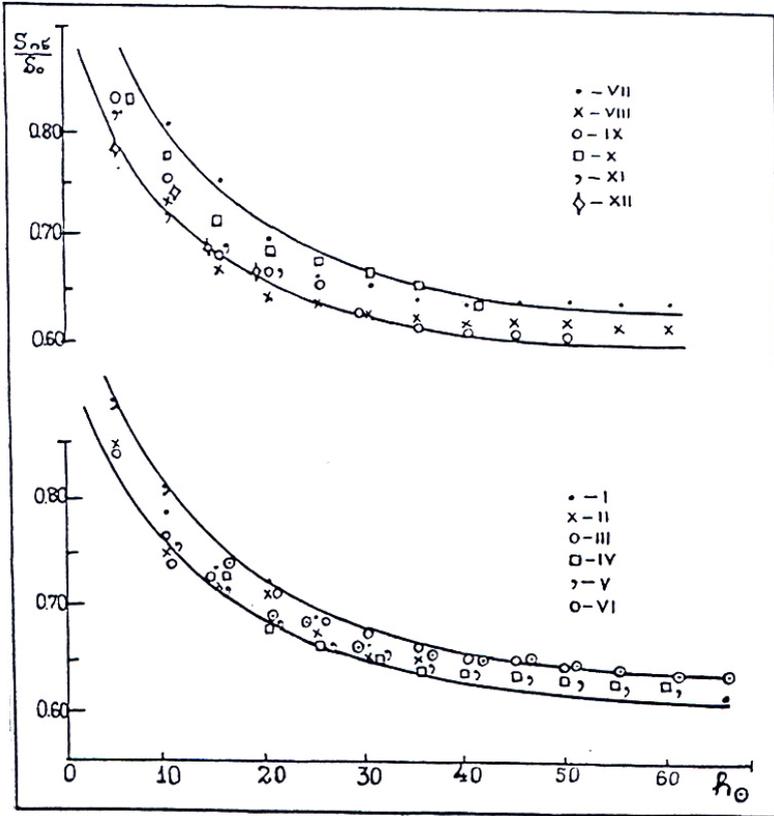
$$h_o = 10^{\circ}, \quad \frac{S_o f.}{S_o} m = 0.570 + 0.038T_2 \quad (5.55)$$

$$h_o = 50^{\circ}, \quad \frac{S_o f.}{S_o} m = 0.440 + 0.025T_2 \quad (5.56)$$

$$h_o = 70^{\circ}, \quad \frac{S_o f.}{S_o} m = 0.420 + 0.022T_2 \quad (5.57)$$

ატმოსფეროს ტენშემცველობის ზრდისას ადგილი აქვს

$\frac{S_o f.}{S_o}$ სიდიდის შემცირებას. მაგალითად, როდესაც W იზრდება 1,5-2,5 სმ-ის ფარგლებში $\frac{S_o f.}{S_o}$ მცირდება 4%-ით.



ნახ. 5.2.2 დამოკიდებულებები $\frac{S_0^f}{S_0} = f(h_0)$ მოწმენდილი ცის შემთხვევაში.

მზის სიმაღლის ფიქსირებული მნიშვნელობისათვის S_0^f -ს მაქსიმუმი აღინიშნება ნელინადის ცივ, მინიმუმი თბილ პერიოდში (ცხრ. 5.2.3). ანალოგიური შედეგი მიღებულია სლუკკში, ყარადაღში (ყირიმი) და სხვა პუნქტებში (მაგალითად, მოსკოვი). ორი ფაქტორის – მზის სიმაღლის და ატმოსფეროს ტენშემცველობის წლიური სვლის თავისებურებების სინქრონული გავლენა მკაფიოდ მჟღავნდება მზის პირდაპირი რადიაციის ინტეგრალური და ახლოინფრარითელი ნაკა-

დების დღიური მსვლელობის მრუდების ურთიერთგანლაგების ცვლილებით წელიწადის ცივი და თბილი პერიოდისათვის. როგორც მზის სხივისადმი ნორმალურ და ჰორიზონტალურ ზედაპირებზე, რადიაციის ინტეგრალური და ინფრანითელი ნაკადების დღიური სვლის მრუდების ანალიზიდან ჩანს (ყაბარდოს ვაკე 29.II, 13.VIII. 1967წ.), ცენტრალური კავკასიონის წინამთაში წელიწადის სეზონზე დამოკიდებულებით მრუდების ურთიერთგანლაგების წესი იცვლება (ნახ. 5.2.3): აგვისტოში ყველაზე მაღალი მდებარეობა უკავია ინტეგრალური რადიაციის დღიური მსვლელობის მრუდებს (1,2) ორივე ზედაპირისათვის, დაბალი – ინფრანითელი რადიაციის დღე-ღამური მსვლელობის მრუდებს („ა“ და „ბ“). თებერვალში მრუდების განლაგების წესი დიამეტრიულად იცვლება: ყველაზე მაღალი მდებარეობა უკავია მზის სხივისადმი ნორმალურ ზედაპირზე ინტეგრალური რადიაციის 1 მრუდს, მის ქვემოთ უკვე განლაგებულია ამავე ზედაპირზე ახლოინფრანითელი რადიაციის მრუდი „ა“, ამ მრუდის ქვემოთ გალაგებულია ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ინტეგრალური რადიაციის მრუდი – 2, როგორც ზაფხულში (VIII), ასევე ზამთარში (II) ყველაზე დაბალი მდებარეობა უკავია ჰორიზონტალური ზედაპირისათვის ინფრანითელი რადიაციის „ბ“ მრუდს. ანალოგიურ მოვლენას ადგილი აქვს მთიანი და მაღალმთიანი რაიონებისათვისაც. უნდა აღინიშნოს, რომ ახლოინფრანითელი და ინტეგრალური რადიაციის დღიური მსვლელობის სპეციფიკა წელიწადის პერიოდზე დამოკიდებულებით დაბლობი რაიონებისათვის პირველად დადგენილი იქნა (46)-ში. როგორც აღვნიშნეთ ინტეგრალური და ახლო ინფრანითელი რადიაციის ინტენსივობის სიდიდე დამოკიდებულია ორი ფაქტორის, მზის სიმაღლის და ჰაერის ტენიანობის ერთობლივ მოქმედებაზე. რის შედეგად ადგილი აქვს ერთ-ერთი მათგანის პრევალირებულ გავლენას წელიწადის სეზონზე დამოკიდებულებით. ანალოგიურ მოვლენას ადგილი აქვს კავკასიის მთიანი და მაღალმთიანი რაიონებისთვისაც. გრძელტალღიანი (0,7-2,8მკმ) და მოკლეტალღიანი (0,3-0,7 მკმ) სპექტრალური არეებისათვის გამოთვლილი იქნა ლინკეს სიმღვრივის ფაქტორის T სიდიდეები:

$$T = \frac{\lg P}{\lg P_{0, \text{გ}}} = \frac{\lg S_0 - \lg Sm}{\lg S_0 - \lg S_{0, \text{გ}}} \quad (5.58)$$

სადაც $\lg P$ და $\lg P_{0, \text{გ}}$ არიან მზის რადიაციის შესუსტების კოეფიციენტები რეალურ და იდეალურ ატმოსფეროში. S_0 არის მოცემული სპექტრალური არესათვის მზის პირდაპირი რადიაციის საშუალო ინტენსივობა ატმოსფეროს ზედა საზღვარზე. მზის პირდაპირი რადიაციის სიდიდეები იდეალურ ატმოსფეროში და ატმოსფეროს ზედა საზღვარზე განსაზღვრული იქნა მზის რადიაციის სპექტრალური შემადგენლობის ცხრილების საშუალებით (138). $S_{0, \text{გ}}$ არის მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობა სპექტრის მოცემული არესათვის იდეალურ ატმოსფეროში ოპტიკური მასის სიდიდეზე დამოკიდებულებით. Sm წარმოადგენს რადიაციის ინტენსივობის საშუალო სიდიდეს მოცემული სპექტრალური არესათვის ატმოსფეროს მასის m იმ მნიშვნელობისათვის, რომლისთვისაც განისაზღვრება $S_{0, \text{გ}}$. m ის შესაბამისი Sm -ის საშუალო სიდიდეები მოკლელტალლიანი და გრძელტალლიანი არეებისათვის აღებული იქნა თითოეული თვისათვის აგებული $Sm = f(m)$ დამოკიდებულებების მრუდებიდან, რომლებიც მიყვანილი იქნა მზესა და დედამიწას შორის მანძილის საშუალო მნიშვნელობაზე. მიღებული შედეგების შედარების მიზნით სხვადასხვა აბსოლუტურ სიმაღლეზე მიღებული T -ს სიდიდეები მიყვანილია ერთ აბსოლუტურ მასაზე ($m = 2$). მზის სხივური ენერჯიის სპექტრის მოკლელტალლიანი არეს ინტენსივობის სიდიდეები გამოთვლილი იქნა როგორც ინტეგრალური და გრძელტალლიანი რადიაციის ინტენსივობის სხვაობები. ადგილის სიმაღლის მატებისას 0,4-3,8 კმ-ის საზღვრებში სიმღვრივის ფაქტორის საშუალო თვიური სიდიდე სპექტრის გრძელტალლიანი და მოკლელტალლიანი არეებისათვის, მაგალითად, იანვარში შესაბამისად მცირდება 3.8 და 2,2-დან 1,9 და 1.2-მდე. სიმღვრივის ფაქტორის საშუალო თვიური სიდიდეები მაქსიმალურია ზაფხულის, მინიმალურია ზამთრის თვეებში. ინფრანითელი რადიაციის თვიური (წლიური) ჯამები ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის

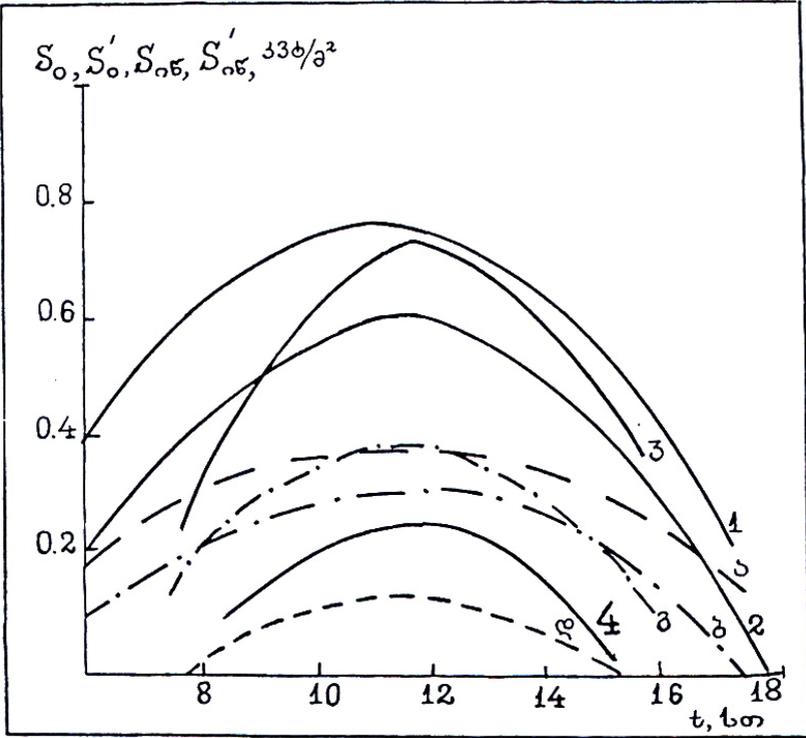
ზრდისას მატულობენ. ჰორიზონტალური ზედაპირისათვის დამოკიდებულებები $\sum_{\sigma} S_{\sigma}^1 = f(H)$, $\sum_{\rho} S_{\rho}^1 = f(H)$ ანალიზურად წარმოიდგინებიან წრფივი ფუნქციის სახით. წრფივ ფუნქციებში შემავალი კოეფიციენტებით (a,b) სიდიდეები მოცემულია ცხრილში 5.2.4. $\sum_{\sigma} S_{\sigma}^1$ -ის მაქსიმუმი აღინიშნება იენისში, მინიმუმი დეკემბერში. აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას ზღვის დონიდან 4კმ-მდე თვიური ჯამის სიდიდე მატულობს იენისში 187,9მჯ/მ²-ით, დეკემბერში 50,0მჯ/მ²-ით, ნელინადის ჯამები კი 1348,4 მჯ/მ²-ით. მზის სხივისადმი ნორმალურ ზედაპირზე ინფრანითელი რადიაციის თვიური $\sum_{\sigma} S_{\sigma}$ და წლიური $\sum_{\sigma} S_{\sigma}$ ტ ჯამები ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას, ისევე როგორც ჰორიზონტალური ზედაპირის შემთხვევაში, მატულობენ და აღწევენ მაქსიმუმს 4 კმ-ზე. $\sum_{\sigma} S_{\sigma}$ -ის სიდიდეები აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას 0-4 კმ საზღვრებში მატულობს იენისში 300,0 მჯ/მ²-ით, დეკემბერში 140,0მჯ/მ²-ით. დამოკიდებულებები $\sum_{\sigma} S_{\sigma} = f(H)$ აპროქსირირდებიან წრფივი ფუნქციების სახით:

$$\text{დეკემბერი: } \sum_{\sigma} S_{\sigma} = 415.0 + 35.0H \quad (5.59)$$

$$\text{იენისი: } \sum_{\sigma} S_{\sigma} = 650.0 + 75.0H \quad (5.60)$$

(5.60)-(5.61) დამოკიდებულებებით გამოთვლილ და დაკვირვებებით მიღებულ ჯამებს შორის განსხვავება არ აღემატება ± 10.0 მჯ/მ²-ს.

ინფრანითელი რადიაციის ჯამები ს წილს ინტეგრალური რადიაციის ჯამებში ჰორიზონტალური ზედაპირის შემთხვევაში გააჩნია მკვეთრად გამოხატული წლიური მსვლელობა მაქსიმუმით ზამთრის და მინიმუმით ზაფხულის თვეებში, რაც განპირობებულია ატმოსფეროს ტენშემცველობის და აეროზოლური დაჭუჭყიანების წლიური სვლის თავისებურებებით. მაგალითად, დაბლობ რაიონებში (ყაბარდოს



ნახ. 5.2.3 რადიაციის ინტეგრალური და ინფრანითელი ნაკადები დღიური სვლა

ცხრილი 5.2.4

$\sum_{\sigma} S$ და $\sum_{\varphi} S$ -ის სიდიდეები ჰორიზონტალურ ზედაპირზე

მჯ/მ², $\sum_{\sigma} S = aH + B$ და $\sum_{\varphi} S = aH + B$ დამოკიდებულებებში

შემავალი კოეფიციენტების (ა, ბ) სიდიდეები (ღია ჰორიზონტი)

H, კმ	ოვე						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
0	148.0	232.1	317.5	370.1	405.0	440.1	419.5
1	168.1	248.2	335.4	400.0	454.0	495.0	432.0
2	188.5	264.5	371.0	431.0	504.0	542.1	502.0
3	200.0	284.1	395.0	465.0	542.0	596.2	560.6
4	210.5	310.0	419.0	490.0	586.7	628.0	605.0
ა	17.5	20.0	27.5	35.0	45.0	45.0	50.0
ბ	148.5	225.0	307.5	355.0	450.0	450.0	410.5

H, კმ	ოვე					
	VIII	IX	X	XI	XII	წლიური
0	380.0	315.5	230.5	159.4	118.0	3532.7
1	415.5	340.6	245.0	170.5	130.5	3864.8
2	460.5	370.4	260.0	190.4	141.0	4225.4
3	490.6	395.0	270.4	204.0	155.3	4558.2
4	538.0	430.0	292.4	225.5	168.0	488.1
ა	40.0	30.0	15.2	17.5	12.5	346.7
ბ	375.0	310.0	230.0	157.5	112.5	3518.1

ვაკე) $\frac{\sum_{\sigma} S_{\sigma}^1}{\sum_{\sigma} S^1}$ შეადგენს დეკემბერში 0,63-ს. ივნისში 0,56-ს.

ჰორიზონტალურ ზედაპირზე $\sum_{\varphi} S_{\sigma}^1$ -ს ვერტიკალური გრადიენტის იდიდე შეადგენს საშუალოდ 34,0მჯ/მ²-ს 100მ სიმაღლეზე, მზის სხივისადმი ნორმალურ ზედაპირზე $\sum_{\varphi} S_{\sigma}^1$ -ს ვერტიკალური გრადიენტის სიდიდე აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას 0-4 კმ დიაპაზონში მატულობს 75,0 მჯ/მ²-დან (0-1კმ) 90,0მჯ/მ²-მდე (3-4კმ).

თავი 6

მზის სხივური ენერჯის პრაქტიკული გამოყენების პირსპექტივები

სახალხო მეურნეობის რიგი პრაქტიკული პრობლემების წარმატებით გადაჭრისათვის აუცილებელია მეტეოროლოგიური, მათ შორის რადიაციული ფაქტორების გათვალისწინება. მზის სხივური ენერჯის ინფორმაციის მომხმარებელთა ფართო წრიდან აღსანიშნავია საპროექტო და მაგეგმარებელი ორგანიზაციები, რომლებიც ინფორმაციას იყენებენ საძიებო და საპროექტო სამუშაოების წარმოებისას მშენებლობაში, ის სახალხო-სამეურნეო ორგანიზაციებიც რომლებიც ყოველდღიურ პრაქტიკაში სარგებლობენ ამ სახის ინფორმაციით, მაგალითად, ჰელიოენერგეტიკული დანადგარებისა ექსპლუატაციის პროცესში, ჰელიოთერაპიაში სანატორიუმებსა და სამკურნალო დაწესებულებებში – რადიაციის ინტეგრალური და სპექტრალური ნაკადების ბიოდოზირებაში, რაც დამოკიდებულია მეტეოროლოგიური და რადიაციული პარამეტრების ვარიაციაზე და მათზე ადამიანის ორგანიზმის მრავალმხრივი ფიზიოლოგიური რეაქციების თავისებურებაზე. ამ პარამეტრების გავლენა ადამიანის ორგანიზმზე ხასიათდება ე.წ. რადიაციულ-ექვივალენტური ეფექტური ტემპერატურებით, რომლებიც ითვალისწინებენ, გარდა ისეთი მეტეოროლოგიური ელემენტებისა, როგორცაა ჰაერის ტემპერატურა, ტენიანობა და ქარის სიჩქარე, აგრეთვე ადამიანის კანის საფარზე დაცემული ჯამური და მის მიერ შთანთქმული რადიაციის სიდიდეებს, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს კანის საფარის რადიაციული და სითბური ბალანსის და შესაბამისად ადამიანის ორგანიზმისათვის კომფორტული პირობების ფორმირებაში. როგორც მე-5 თავში იყო აღნიშნული, მზის სხივური ენერჯია უაღრესად მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ბუნებრივი და აგროფიტოცენოზების ბიოლოგიური მოსავლიანობის და მათი ბიოკლიმატური პოტენციალის პროცესში. მონაცემები (მზის პირდაპირი, გაბნეული, ჯამური რადიაციის ეფექტური გამოსხივების, რადიაციული ბალანსის შესახებ), ფართო გამოყენებას პოულობენ ისეთი კონკრეტული პრაქტიკულად მნიშვნე-

ლოვანი ამოცანების გადაწყვეტაშიც, როგორცაა ადგილის მიკროკლიმატური თავისებურებების შეფასება. წაყინვების, წყალსაცავებში ყინულის საფარის მწარმოქმნის და მისი რღვევის მომენტების ოპერატიული პროგნოზების შედგენა, ნიადაგის ტენიანობის ხარისხის შეფასება, წყალსაცავების და სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ქვეფენილი ზედაპირის სითბური ბალანსის მდგენელების და აორთქლების სიდიდეების გამოთვლა, მთიან რაიონებში ინსოლაციური და სუბლიმაციური დიაფტორების ტიპის ზვავების პროგნოზირება და სხვა. საპროექტო და სამშენებლო ორგანიზაციების მოქმედი სახელმწიფო სტანდარტები, მშენებლობის ნორმები და წესები, მეთოდური სახის მითითებები და სახელმძღვანელოები, როგორც წესი, შეიცავენ აუცილებელ მონაცემებს ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ტრადიციული რადიაციული მახასიათებლების სიდიდეების შესახებ. გარდა ამ პარამეტრებისა, აუცილებელია ინფორმაცია, ნაგებობების შემომზღუდავი კონსტრუქციების (კედლები, ფანჯრები, სახურავები) სხვადასხვა ორიენტაციის და დახრილობის (გარე ზედაპირისათვის) ინსოლაციის შესახებ (78), რა საჭიროებს დახრილ ზედაპირზე სათანადო დაკვირვებების ორგანიზებას, რადგანაც იზოტროპული მიახლოების გამოთვლითი მეთოდები ვერ უზრუნველყოფენ გაბნეული, არეკლილი და ეფექტური გამოსხივების სიდიდეების პრაქტიკული მოთხოვნილებებიდან გამომდინარე საჭირო სიზუსტეს. აღსანიშნავია, რომ კონკრეტული სამშენებლო (საექსპლუატაციო) საკითხების გადასაჭრელად რიგ შემთხვევებში რეჟიმული კლიმატოლოგიური ინფორმაციის გამოყენება არასაკმარისია და საჭირო ხდება ლოკალური მეტეოროლოგიური და რადიაციული მახასიათებლების ოპერატიული (მყისიერი) მნიშვნელობების გათვალისწინება. პრობლემისადმი ასეთი მიდგომა არსებით გავლენას ახდენს პროექტის ოპტიმალური ვარიანტისა და ობიექტის განლაგების ადგილის რაციონალურ შერჩევაზე, რაც ამართლებს სათანადო თბოფიზიკური სამშენებლო მასალის გამოყენების მიზანშეწონილებას, გამათბობელი და მაკონდიციონერული სისტემის შესაბამისი სიმძლავრეების შერჩევას, მზის რადიაციისაგან თავდაცვის ან მისი მაქსიმალურად გამოყენების საკითხების რაციონალურად გადაჭრას და სხვა. აღსანიშნავია, რომ მოქმედ ნორ-

მატივებში და სტანდარტებში აქტინომეტრიული და მეტეოროლოგიური ინფორმაცია წარმოდგენილია კომპლექსურად, რაც მიუთითებს ამ სახით მათი გამოყენების პრაქტიკულ აქტუალობაზე (64,143). საკითხთა, იმ ფართო სპექტრიდან, რომლის გადაჭრისას აუცილებელია მზის სხივური ენერჯის მახასიათებლების გათვალისწინება, აქ შევხებით ნაგებობების შემომზღუდავი კონსტრუქციების სითბური რეჟიმის რადიაციული ფაქტორების დახასიათებას და ჰელიოენერგეტიკული რესურსების ტერიტორიულ განაწილებას. აქვე აღვნიშნავთ, რომ (128), იგი როგორც აქ მოყვანილი ფართო სპექტრის პრობლემატიკის კონკრეტულ მაგალითზე, ჩვენს მიერ სტავროპოლის მხარისათვის რაოდენობრივად შეფასდა ნაყინების ფორმირებაში (სინოპტიკური სიტუაციების ანალიზის პარალელურად) რადიაციული ფაქტორის გავლენა ადგილის ლოკალური მორფოლოგიური მახასიათებლების გათვალისწინებით.

6.1 ნაგებობების შემომზღუდავი კონსტრუქციების სითბური რეჟიმის რადიაციული ფაქტორების დახასიათება

ნაგებობების სითბური რეჟიმი განისაზღვრება სითბოს შიდა წყაროების და გარემოს მეტეოროლოგიური ფაქტორების (ჰაერის ტემპერატურა, ქარი, მზის სხივური ენერჯია) ერთობლივი სინქრონული გავლენით. ამათგან რადიაციული მახასიათებლების როლი ნაგებობის მიკროკლიმატის ფორმირებაში მნიშვნელოვანია. როგორც ავლნიშნეთ, ნაგებობების დაპროექტების, მშენებლობის და ექსპლუატაციის პროცესში აუცილებელია ადგილის რადიაციული კლიმატის მახასიათებლების გათვალისწინება, რომლებიც ზოგიერთ შემთხვევაში გამოიყენებიან ავტონომიურად უმეტესად კი სხვა მეტეოელემენტებთან კომპლექსში. შენობების თბოტექნიკური და სხვა სახის გაანგარიშებებში შესაფერისად შერჩეული ძირითადი კლიმატური და რადიაციული მახასიათებლები იძლევიან ოპტიმალური საექსპლუატაციო თვისებების ნაგებობების მშენებლობის გარანტიას. ნელინადის ცივ პერიოდში მზის რადიაცია ასრულებს რა გათბობის დამატები-

თი წყაროს როლს, იძლევა შესამჩნევ ეკონომიკურ ეფექტს, ხოლო ზაფხულში მაღალი თერმული რეჟიმის პირობებში იგი ასრულებს იმ ფაქტორის როლს, რომლის ნეგატიური ზემოქმედების ნიველირების მიზნით, საჭირო ხდება დამატებითი კაპიტალური დაბანდებები (თბომდგრადი შემომზლუდავი კონსტრუქციების, შუქჭრილების მზისგან დამცავი მოწყობილობების, კონდიციონერების და ვენტილაციის სისტემების ორგანიზაცია), რაც საგრძნობლად ზრდის მშენებლობის თვითღირებულების და საექსპლუატაციო ხარჯებს. ნაგებობების შემომზლუდავი კონსტრუქციების სხვადასხვა ორიენტაციის და დახრილობის ზედაპირისათვის მზის სხივური ენერჯის გავლენის რაოდენობრივი შეფასების მიზნით საჭიროა მისი დროში და სივრცეში ცვლილებების კანონზომიერებების დადგენა. სამშენებლო პრაქტიკაში მზის რადიაციის გათვალისწინების მიზნით გამოიყენება თეორიული გამოთვლები, მოდელირება და გრაფიკული მეთოდები, რაც ძირითადად, განპირობებულია სათანადო ექსპერიმენტული მონაცემების უკმარისობით ან არარსებობით. გამოთვლითი მეთოდები, რომელშიც რადიაციული ბალანსის რიგი მდგენელების სიდიდეების განსაზღვრის მიზნით გამოიყენება იზოტროპული მიახლოების ფორმულები, როგორც იყო აღნიშნული, იძლევიან არადაამაკმაყოფილებელ შედეგებს. ამასთან პარალელურად განისაზღვრება მზის ნათების ხანგრძლიობა, შენობის ორიენტაციის და არქიტექტურული თავისებურებების გათვალისწინებით მასში რადიაციის შეღწევის სიღრმე და სიდიდე, ჰორიზონტის ის სექტორები, რომელთა ორიენტაცია რადიაციული მოთხოვნილების გათვალისწინებით ნაგებობისათვის ხელსაყრელია და პირიქით.

როგორც ცნობილია, ნაგებობების სითბური რეჟიმი დამოკიდებულია შემომზლუდავი კონსტრუქციების გარე ზედაპირზე თბოცვლის კონდექტიური, ინფილტრაციული და რადიაციული ნაკადებით, აგრეთვე სითბოს იმ რაოდენობით, რომელიც გამოიყოფა შენობის ექსპლუატაციის პროცესში მისი სითბური რეჟიმის რეგულირებით (გათბობა, ჰაერის კონდიციონერება, ვენტილაცია და სხვა). თუ მხედველობაში არ მივიღებთ სითბოს იმ ნაკადებს, რომლებიც განპირობებულია წელიწადის განმავლობაში შენობის სითბური რეჟიმის

რეგულირებით, მაშინ მისი სითბური ბალანსი წარმოიდგინება შემდეგი განტოლების სახით:

$$B = P + V - Q \quad (6.1)$$

სადაც P და V არის შესაბამისად კონდუქტიური (მოლეკულური) თბოგამტარობით და ინფილტრაციული ჰაერ-ცვლით განპირობებული თბოდანაკარგები, Q არის რადიაციული სითბოს ნაკადი. P -ს სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით:

$$P = \frac{t_1 - t_2}{R} \quad (6.2)$$

სადაც t_1 და t_2 არის ჰაერის ტემპერატურის სიდიდეები შენობის შიგნით და გარეთ, R შემომზღუდავი კონსტრუქციების საშუალო თერმული წინააღობა

$$V = f(V)(t_1 - t_2) \quad (6.3)$$

$f(V)$ არის ქარის სიჩქარის ფუნქცია

$$Q = \sigma_0 \varepsilon_0 S_0 \quad (6.4)$$

σ_0 არის შუქქრილების ფართობი, S_0 – შუქქრილების ზედაპირზე დაცემული ჯამური რადიაციის ნაკადი, ε_0 – შუქქრილების გაშვების კოეფიციენტი, Q არის რადიაციის ნაკადი, რომელიც შუქქრილებიდან შედის შენობის შიგნით, იგი წარმოადგენს მზის პირდაპირი, ცის თალის მიერ გაბნეული და ქვეფენილი ზედაპირიდან (ან მეზობელი ნაგებობებიდან) არეკლილი რადიაციების ჯამს.

ამრიგად, შენობის შემოზღუდავ კონსტრუქციებზე თერმული დატვირთვა ხორციელდება ჰაერის ტემპერატურის, რადიაციისა და ქარის ერთობლივი მოქმედების შედეგად. წელიწადის ცივ პერიოდში რადიაციული სითბოს სიმცირის და t_1 და t_2 ტემპერატურებს შორის დიდი განსხვავების შედეგად ნაგებობის თბოდანაკარგების სიდიდეების ფორმირებაში მთავარ როლს თამაშობს კონდუქტიური და ინფილტრაციული თბოდანაკარგები, შემოდგომისა და გაზაფხულის თვეებში კი ჯამური რადიაციის ზრდის შედეგად

შენობაში შეღწეული რადიაციული სითბო ხდება თავისი სიდიდით კონდუქტიური თბოდანაკარგების ტოლფასი. საერთო შემთხვევაში რადიაციული თბოცვლის მექანიზმი ნაგებობებსა და გარემოს შორის ხასიათდება განსაზღვრული სირთულეებით. შემომზღუდავი კონსტრუქციების გარეშე ზედაპირზე დაცემული ჯამური რადიაცია ნაწილობრივ აირეკლება, ნაწილობრივ შთაინთქმება და ნაწილობრივ მასში გადის. თავის მხრივ ისინი ასხივებენ გრძელტალღიან რადიაციას, მათზე კი ეცემა ატმოსფეროს ქვეფენილი ზედაპირის და გარშემო არსებული ობიექტების მიერ გამოსხივებული გრძელტალღიანი რადიაციის ნაკადები. მაგრამ რადიაციის ამ სახეობებიდან იმ შენობებისათვის, რომელთა შუქჭრილების ფართობი შეადგენს შემომზღუდავი კონსტრუქციების საერთო ფართობის 15-20%-ს, სითბური რეჟიმის ფორმირებაში მთავარ როლს თამაშობს შუქჭრილებში შენღეული მოკლელტალღიანი რადიაციის ნაკადები. ამ გარემოების გათვალისწინებით სამშენებლო ნორმებსა და წესებში, ყოფილ საბჭოთა კავშირის სამხრეთ რაიონებში, აკრძალული იყო ბინის ყველა საცხოვრებელი ოთახის სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულებით $\pm 23^{\circ}$ - ის ფარგლებში ორიენტაცია, რაც ზაფხულის ცხელ დღეებში გამორიცხავდა ბინის გადახურებას.

როგორც ცნობილია (52), ვერტიკალურ ზედაპირზე (კედელზე) დაცემული მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობა S_{θ} გამოითვლება ფორმულით:

$$S_{\theta} = S \cosh_0 \cos(A_{\theta} - A) \quad (6.5)$$

სადაც S არის მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობა სხივისადმი ნორმალურ ზედაპირზე, h_{θ} - მზის სიმაღლე, A - კედლისადმი ნორმალის აზიმუტი, A_{θ} - მზის აზიმუტი. h_{θ} და A_{θ} გამოითვლებიან შემდეგი ფორმულებით:

$$\sinh_{\theta} = \sin \varphi \sin \sigma + \cos \sigma \cos \Omega \quad (6.6)$$

$$\sin A_{\Theta} = \frac{\cos \sigma_{\Theta} \sin \Omega}{\cosh \Theta} \quad (6.7)$$

სადაც φ არის დაკვირვების პუნქტის განედი Θ , σ – მზის დახრილობა, Ω – მზის საათის კუთხე.

(6.5) გამოსახულებიდან კონკრეტული ორიენტაციის კედლისათვის, თუ მასში ჩავსვამთ კედლისადმი ნორმალის აზიმუტის მნიშვნელობებს, მივიღებთ: სამხრეთის ორიენტაციის კედლისათვის ($A = 0$)

$$S_b = S \cosh_{\Theta} \cos A_{\Theta} \quad (6.8)$$

აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ორიენტაციის კედლები-სათვის ($A \pm 90^{\circ}$)

$$S_{\sigma-\varphi} = S \cosh_{\Theta} \sin A_{\Theta} \quad (6.9)$$

ჩრდილოეთის ორიენტაციის კედლისათვის

$$S_{\varphi} = -S \cosh_{\Theta} \cos A_{\Theta} \quad (6.10)$$

ხოლო ფორმულა (6.5) შეიძლება დაინეროს ასე:

$$S_3 = S_{3b} \cos A_{\Theta} + S_{3b,\varphi} A_{\Theta} \quad (6.11)$$

(6.11) საფუძველზე შეიძლება მიღებული იქნას შესაბამისი გამოსახულებები შუალედური რუმბების (სდ, ჩა, ჩდ, სა) ორიენტაციის კედლებისათვის:

$$S_{s\varphi \ b\alpha} = +0.707S(\cosh_{\Theta} \sin A_{\Theta} - \cosh_{\Theta} \cos A_{\Theta}) \quad (6.12)$$

$$S_{b\varphi \ b\alpha} = +0.707S(\cosh_{\Theta} \sin A_{\Theta} + \cosh_{\Theta} \cos A_{\Theta}) \quad (6.13)$$

ამ შემთხვევაში, როდესაც ვერტიკალურ ზედაპირზე პირანომეტრებით იზომება (ან ხდება რეგისტრაცია) ჯამური Q_3 და გაბნეული D_3 რადიაციის სიდიდეები, მაშინ S_3 სიდიდეები გამოითვლება შემდეგი გამოსახულებიდან:

$$S_3 = Q_3 - D_3 \quad (6.14)$$

მეოთხე თავში დადგენილი იქნა, მონმენდილი ცისა და ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში, მზის პირდაპირი, გაბნეული, ჯამური და ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი რა-

დიაციის ინტენსივობის, თვიური და წლიური ჯამების წლის სვლის კანონზომიერებები ფერდობებისა და ვერტიკალური კედლებისათვის ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით. ამ სახის ინფორმაცია ფართო გამოყენებას პოულობს სამშენებლო პრაქტიკაში, კერძოდ ნაგებობების შემომზადავი კონსტრუქციების გარე ზედაპირის მიერ შთანთქმული რადიაციის სიდიდეების და მათი შესაბამისი ტემპერატურული შესწორებების გამოთვლებში.

ნაგებობების შემომზადავი კონსტრუქციების გარე ზედაპირზე დაცემული ჯამური რადიაცია შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი გამოსახულებიდან:

$$Q_3 = S_3 + D_3 + R_3 \quad (6.14)$$

ექსპერიმენტული გზით ჩვენს მიერ კავკასიის პირობებში, დადგინდა $(D + R)_3$ ნაკადის სიდიდეების წლიური სვლის კანონზომიერებები ფერდობებსა და ვერტიკალურ ზედაპირებზე. (59)-ში აღნიშნულია, რომ 7-10 ბალიანი მოღრუბლულობის პირობებში კედლებზე დაცემული გაბნეული D_3 და ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი R_3 რადიაციის ნაკადები და ჯამები ზაფხულის სეზონში არ არის დამოკიდებული კედლების ორიენტაციაზე, მზის სიმაღლეზე და ქვეფენილი ზედაპირის ალბედოზე. მაგრამ, როგორც ჩვენი დაკვირვებების შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, ეს სამართლიანია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც მზის დისკოს მდებარეობის განსაზღვრა ცის თაღზე შესაძლებელია. თუ მზის დისკო ჩანს გარკვევით (\ominus), სუსტად (\ominus^0), ან ადგილი აქვს დიფუზურ ლაქას, მაშინ ფერდობებზე და კედლებზე D_3 და R_3 -ის სიდიდეები ხასიათდებიან შესამჩნევი აზიმუტალური დამოკიდებულებით. აღსანიშნავია, რომ (77)-ში მოცემულია რეკომენდაცია იმის შესახებ, რომ კედლებისათვის იზოტროპიული მიახლოების ფორმულებით D_3 და R_3 -ის სიდიდეების გამოთვლა შეტანილი უნდა იქნეს მოქმედ სამშენებლო ნორმებსა და წესებში ნაგებობების დაპროექტებისა და ექსპლუატაციის პროცესში მათი გათვალისწინების მიზნით, მიუხედავად იმისა, რომ ამ გზით გამოთვლილი სიდიდეები რეალუ-

რიდან დიდად განსხვავდებიან და მათზე დაყრდნობით ნაგებობების შემომზღლუდავი კონსტრუქციების გარე ზედაპირების სითბურ ბალანსში მზის რადიაციის სითბური ეფექტის როლის ამ გზით შეფასება მნიშვნელოვან ცდომილებას იძლევა (52).

ნაგებობების კედლების მიერ შთანთქმული რადიაციის სიდიდეების გამოსათვლელად საჭიროა კედლების გარე ზედაპირის ალბედოს ცოდნა. სამშენებლო ნორმებისა და წესების თანახმად ალბედოს საშუალო სიდიდეები შეადგენს: წითელი ფერის აგურისათვის 30%-ს, ცემენტის ბლოკისა, ბეტონის პანელებისა, მუქი ნაცრისფერი ტუფისა და ამავე ფერის ბათქაშით დაფარული კედლებისათვის 50%-ს, სილიკატის აგურისათვის 70%-ს, მონმენდილი ცის შემთხვევაში ცენტრალური კავკასიონის 0-4 კმ სიმაღლეთა დიაპაზონისათვის ჩვენს მიერ ექსპერიმენტული გზით მიღებული იქნა ვერტიკალურ ზედაპირზე (კედლებზე) ჯამური რადიაციის წლიური ჯამების $\sum_{\rho} Q_3$ (მჯ/მ²) ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H (კმ) დამოკიდებულების შემდეგი ანალიზური სახეები:

ჩრდილოეთის ორიენტაციის კედლები

$$\sum_{\rho} Q_3 = 1676.0 - 83.84H + 209.51H^2 \quad (6.16)$$

სამხრეთის ორიენტაციის კედლები

$$\sum_{\rho} Q_3 = 6675.1 + 213.3H + 218.3H^2 \quad (6.17)$$

დასავლეთის (აღმოსავლეთის) კედლები

$$\sum_{\rho} Q_3 = 499.03 - 4.19H + 245.12H^2 \quad (6.18)$$

ჩრდილო-დასავლეთის (ჩრდილო-აღმოსავლეთის) კედლები

$$\sum_{\rho} Q_3 = 284.08 - 8.38H + 201.12H^2 \quad (6.19)$$

სამხრეთ-დასავლეთის (სამხრეთ-აღმოსავლეთის) კედლები

$$\sum_{\rho} Q_3 = 6578.3 + 293.3H + 209.5H^2 \quad (6.20)$$

(6.16)-(6.20) გამოსახულებებიდან გამოითვლება $\sum_{\text{წ}} Q_3$ -ის სიდიდეები 0-4 კმ სიმაღლეთა დიაპაზონისათვის, შემდეგ კი $\sum_{\text{წ}} R_3$ და $\sum_{\text{წ}} Q_{\text{გ}}$ - კედლების ზედაპირის მიერ არეკლილი და შთანთქმული რადიაციის წლიური ჯამები:

$$\sum_{\text{წ}} R_3 = \sum_{\text{წ}} Q_3 \cdot A \quad (6.21)$$

$$\sum_{\text{წ}} Q_{\text{გ}} = \sum_{\text{წ}} Q_3 - R_3 \quad (6.22)$$

ჯამების სიდიდე გამოთვლილი იქნა წითელი ფერის აგურის ($A = 30\%$) და თეთრი ფერის კედლების (სილიკატის აგური $A = 70\%$) შემთხვევისათვის (ცხრილი 6.1.1.).

როგორც ამ ცხრილში მოყვანილი ინფორმაციის ანალიზი გვიჩვენებს, $\sum_{\text{წ}} Q_{\text{გ}}$ - ის სიდიდეები ადგილის სიმაღლის ზრდის შემთხვევაში მატულობენ. დამოკიდებულებები $\sum_{\text{წ}} Q_{\text{გ}} = f(H)$ ანალიზურად წარმოდგინებიან კვადრატული ფუნქციების $\sum_{\text{წ}} Q_{\text{გ}} = a + bH^2$ სახით. a და b კოეფიციენტების მნიშვნელობები ამ დამოკიდებულებაში მოცემულია ცხრილში 6.1.2.

ცხრილი 6.1.2

$\sum_{\text{წ}} Q_{\text{გ}} = a + bH^2$ დამოკიდებულებაში შემავალი კოეფიციენტების (a, b) მნიშვნელობები

A %	a, b	კედლის ორიენტაცია				
		A	ს	ა.დ	ჩა. ჩდუ	სა, სდ
30	a	1165.3	4764.4	3294.4	1984.9	4731.2
	b	130.8	187.3	186.7	139.4	194.0
	a	487.2	2041.5	1496.2	850.6	2032.4
	b	57.1	80.3	73.3	59.8	80.3

ანალიზური გამოსახულებებით გამოთვლილი და დაკვირვებების შედეგად მიღებულ $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -ის სიდიდეებს შორის განსხვავება უმნიშვნელოა: მაგალითად,

ცხრილი 6.1.1.

$\sum_{\rho} Q_{\rho}$, $\sum_{\rho} R_{\rho}$, $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ - ის სიდიდეები, მჯ/მ² მონმენდილი ცა

\sum_{ρ}	H კმ	A %	კედლის ორიენტაცია					
			ჩ	ს	ა,დ	ჩა,ჩდ	სა,სდ	
$\sum_{\rho} Q_{\rho}$	0		1676.0	6675.1	4990.3	2840.8	6578.3	
	1		1801.7	7106.7	5231.2	0333.5	7081.1	
	2		2346.4	7974.5	5962.3	3629.5	8002.9	
	3		3310.1	9279.7	7183.8	4625.7	9343.7	
	4		4692.7	11021.1	8895.5	6025.2	11103.5	
$\sum_{\rho} R_{\rho}$	0	30	502.8	2002.5	1497.1	852.2	1973.5	
		70	1173.2	4672.6	3493.2	1988.6	4604.8	
	1	30	510.5	2152.0	1569.4	910.1	2124.0	
		70	1261.4	4974.7	3661.3	2123.4	4956.8	
	2	30	703.9	2392.5	17886.7	1088.6	2400.9	
		70	1642.3	5582.4	4173.6	2540.0	5602.0	
	3	30	993.0	2783.9	2155.1	1387.7	2803.0	
		70	2317.1	6495.8	5028.7	3238.0	6540.6	
	4	30	1407.8	3306.3	2668.6	1807.6	3331.0	
		70	3285.0	7714.8	6226.8	4217.6	7772.4	
	$\sum_{\rho} Q_{\rho}$	0	30	1173.2	4672.6	3493.2	1988.6	4604.8
			70	502.8	2002.5	1497.1	852.2	1973.5
		1	30	1261.2	4974.7	3661.8	2123.4	4956.8
70			540.3	2132.0	1569.4	910.1	2124.3	
2		30	1642.5	5582.4	4173.6	2539.9	5602.0	
		70	704.1	239.6	1788.5	1088.5	2400.9	
3		30	2317.1	6495.8	5028.7	3238.0	6540.7	
		70	993.0	2783.9	2155.1	1387.0	2803.1	
4		30	3285.0	7714.8	6226.9	4217.6	7772.5	
		70	1407.8	3306.3	2668.7	1807.6	3331.1	

ჩრდილოეთის კედლისათვის ($A = 30\%$) მიღებული გამო-
სახულების შემთხვევაში აბსოლუტური ცდომილების სიდიდე
მერყეობს 0-4 კმ სიმაღლეებისათვის 12,1-46,0მჯ/მ²-ის, ხოლო
ფარდობითი ცდომილება 1-3%-ის ფარგლებში. აღსანიშნავია,
რომ კედლების გარე ზედაპირის ალბედოს სიდიდის რეგული-
რებით შესაძლებელია მათი სითბური რეჟიმის ცვლილებების
სასურველი ტენდენციების რეალიზაცია. ნაგებობების შემომ-
ზღუდავი კონსტრუქციების გარე ზედაპირის ალბედოს შემცი-
რებისას 70%-დან 30%-მდე კედლების მიერ შთანთქმული რა-
დიაციის წლიური ჯამების ნამატის სიდიდე 0-4 კმ სიმაღლე-
ების დიაპაზონში გამოითვლება შემდეგი გამოსახულებით:

ჩრდილოეთის კედლებისათვის

$$\Delta \sum_{\varphi} Q_{\vartheta} = 678.1 + 73.7H^2 \quad (6.23)$$

სამხრეთის კედლებისათვის

$$\Delta \sum_{\varphi} Q_{\vartheta} = 2722.9 + 107.0H^2 \quad (6.24)$$

აღმოსავლეთის (დასავლეთის) კედლებისათვის

$$\Delta \sum_{\varphi} Q_{\vartheta} = 1798.2 + 113.4H^2 \quad (6.25)$$

ჩრდილო-აღმოსავლეთის (ჩრდილო-დასავლეთის) კედ-
ლებისათვის

$$\Delta \sum_{\varphi} Q_{\vartheta} = 1134.3 + 79.6H^2 \quad (6.26)$$

სამხრეთ-დასავლეთის (სამხრეთ-აღმოსავლეთის) კედ-
ლებისათვის

$$\Delta \sum_{\varphi} Q_{\vartheta} = 2698.8 + 113.7H^2 \quad (6.27)$$

მაგალითად, ჩრდილოეთის კედლებისათვის ალბედოს
ზრდისას 30-70%-ის ფარგლებში $\Delta \sum_{\varphi} Q_{\vartheta}$ -ის სიდიდეები
მცირდება ზღვის დონეზე 678.1 მჯ/მ²-ით, 4 კმ სიმაღლეზე
1179.2 მჯ/მ²-ით. ღრუბლიანობის პირობებში კედლების მიერ
შთანთქმული რადიაციის სიდიდე საშუალოდ მცირდება. მაქსი-
მალური შემცირება აღინიშნება ქვედა იარუსის მთლიანი მოლ-
რუბლულობის პირობებში (10/10, II, Θ^0 , დიფუზიური ლაქა)
ამასთან ადგილი აქვს ყველა ორიენტაციაზე რადიაციის სიდი-
დეების ურთიერთ დაახლოების ტენდენციას, მაგრამ მიუხედა-

ვად ამისა $\sum_f Q_{\gamma}$ -ის მაქსიმუმი მაინც აღინიშნება სამხრეთის, ხოლო მინიმუმი – ჩრდილოეთის კედლებზე (ცხრილი 6.1.3). თუ მოწმენდილი ცის შემთხვევაში ამ ორიენტაციების კედლებზე $\sum_f Q_{\gamma}$ -ის სიდიდეებს შორის განსხვავება მერყეობს (0-4 კმ სიმაღლეებზე) 3400,0-4500,0 მჯ/მ²-ის ($A = 30\%$) და 1500.0-2000.0მჯ/მ²-ის საზღვრებში ($A = 70\%$), ქვედა იარუსის ათბალიანი მოლრუბლულობისას მათ შორის განსხვავება შეადგენს 400.0-600.0 ($A = 30\%$) და 300.0-500.0 ($A = 70\%$) მჯ/მ²-ს. კედლების ზედაპირის ალბედოს მკვეთრად შემცირების პირობებში (10%-ზე დაბლა), რასაც ადგილი აქვს შავი ფერის კედლების შემთხვევაში, $\sum_f Q_{\gamma}$ -ის სიდიდეები კიდევ უფრო მეტად იზრდება და მათი ცვალებადობის დიაპაზონიც ორიენტაციაზე დამოკიდებულებით ფართოვდება.

ცხრილი 6.1.3

$\sum_f R_s$, $\sum_f Q_{\gamma}$ და $\sum_f Q_s$ ქვედა იარუსის მთლიანი მოლრუბლულობის პირობებში, მჯ/მ² (10/10 II, Θ, $A = 30\%$, 70%)

\sum_f	a,b	H, კმ					
		0		1		2	
A%		30	70	30	70	30	70
$\sum_f Q$	ჩ	812.0					
	ს	812.0					
	ა,დ	812.0					
	ჩ	243.6	568.4	325.6	764.4	407.5	917.5
$\sum_f R$	ს	243.6	568.4	367.5	657.5	451.2	1052.8
	ა,დ	243.6	568.4	348.6	813.4	412.4	961.8
$\sum_f Q$	ჩ	568.4	243.6	764.4	327.6	917.5	407.5
	ს	568.4	243.6	857.5	367.5	1052.8	451.2
	ა,დ	568.4	243.6	813.4	348.6	961.8	412.2

\sum_{ρ}	a,b	H, კმ			
		3		4	
A%		30	70	30	70
$\sum_{\rho} Q$	ჩ	812.0			
	ს	812.0			
	ა, დ	812.0			
	ჩ	436.5	1018.5	458.1	1068.9
$\sum_{\rho} R$	ს	498.6	1163.4	526.8	1229.2
	ა, დ	457.8	1068.2	493.2	1150.8
$\sum_{\rho} Q$	ჩ	1018.5	436.5	1068.9	458.1
	ს	1163.4	498.6	1229.2	526.8
	ა, დ	1068.2	457.8	1150.8	453.2

მონმენდილ ცასთან შედარებით აღნიშნული ღრუბლიანობის შემთხვევაში $\sum_{\rho} Q_3$ -ის სიდიდეები საშუალოდ მცირდება. ($H = 30 - 70\%$, $H = 0 - 4$ კმ) სამხრეთის კედლებზე 7.0-8.0-ჯერ, ჩრდილოეთის კედლებზე 2,0-4,0-ჯერ, აღმოსავლეთის (დასავლეთის) კედლებზე 6,0-6,2-ჯერ. დამოკიდებულებები $\sum_{\rho} Q_{\eta} = f(H)$ ქვედა იარუსის ათბალიანი მოღრუბლულობის შემთხვევაში ანალიზურად წარმოიდგინებიან მეორე რიგის პარაბოლას სახით:

სამხრეთის ორიენტაციის კედლები

$$A-30\% \quad \sum_{\rho} Q_{\eta} = 632.3 + 192.4H - 9.8H^2 \quad (6.28)$$

$$A-70\% \quad \sum_{\rho} Q_{\eta} = 266.3 + 100.4H - 7.8H^2 \quad (6.29)$$

ჩრდილოეთის ორიენტაციის კედლები

$$A-30\% \quad \sum_{\rho} Q_{\eta} = 610.3 + 152.4H - 9.8H^2 \quad (6.30)$$

$$A-70\% \quad \sum_{\rho} Q_{\eta} = 250.3 + 67.4H - 3.8H^2 \quad (6.31)$$

დასავლეთის (აღმოსავლეთის) ორიენტაციის კედლები

$$A-30\% \quad \sum_{\rho} Q_{\eta} = 630.4 + 176.8H - 11.7H^2 \quad (6.32)$$

$$A-70\% \quad \sum_{\rho} Q_{\eta} = 275.0 + 76.0H - 4.5H^2 \quad (6.33)$$

ყველა იარუსის ათბალიანი გაუმჭვირვალე მოღრუბლულობის პირობებში კედლების გარეშე ზედაპირის ალბედოს შემცირებისას 70%-დან 30%-მდე შთანთქმული რადიაციის წლიური ჯამების სიდიდე ცენტრალური კავკასიონის 0-4კმ სიმაღლეების დიაპაზონში გამოითვლება შემდეგი გამოსახულებებიდან:

ჩრდილოეთის ორიენტაცია

$$\sum_{\rho} Q_{\rho\eta} = 360.0 + 85.0H - 6.0H^2 \quad (6.34)$$

სამხრეთის ორიენტაცია

$$\sum_{\rho} Q_{\rho\eta} = 366.0 + 92.0H - 2.0H^2 \quad (6.35)$$

აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ორიენტაცია

$$\sum_{\rho} Q_{\rho\eta} = 355.4 + 100.8H - 7.2H^2 \quad (6.36)$$

მაგალითად, ჩრდილოეთის კედლების ალბედოს შემცირებისას 70%-დან 30%-მდე $\sum_{\rho} Q_{\rho\eta}$ -ის სიდიდე მატულობს (გამოსახულება 6,34) ზღვის დონეზე 360,0 მჯ/მ²-ით, 4კმ სიმაღლეზე 604,0 მჯ/მ²-ით.

სამშენებლო კლიმატოლოგიაში განსაზღვრულ ინტერესს წარმოადგენს ნაგებობების კედლებზე დაცემული მზის რადიაციის სითბური ეფექტის განსაზღვრა. ამ ჟამად დიდი ყურადღება ეთმობა ნაგებობების კედლებზე დაცემული რადიაციის და კედლების გარე ზედაპირის ტემპერატურის სიდიდეებს შორის კავშირის დადგენას ე.ი. შთანთქმული რადიაციის გავლენის შედეგად კედლების გარე ზედაპირის ტემპერატურის ზრდის სიდიდეების რაოდენობრივად შეფასებას. როგორც (77)-შია ნაჩვენები, მზის რადიაციის გავლენით გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდში სამხრეთის და აღმოსავლეთის ორიენტაციების კედლებზე საშუალო დღელამური ტემპერატურა იზრდება 2-3⁰-ით, ჩრდილოეთის კედლებზე კი 0,5-1,5⁰-ით.

კედლის ზედაპირის მიერ შთანთქმულ რადიაციისა ($\sum_{\rho} Q_{\rho}$ მჯ/მ²) და ტემპერატურის ნამატს (Δt^0) შორის დამოკიდებულება ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

$$\Delta t^0 = 0.0124 \sum_{\sigma} Q_{\sigma} - 0.64 \quad (6.37)$$

ვინაიდან $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$ -ის სიდიდეები დამოკიდებულია კედლების ორიენტაციაზე, ალბედოზე და ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე, ამავე ფაქტორებით განისაზღვრებიან Δt -ის მნიშვნელობებიც.

ჩვენი მონაცემების გამოყენებით მონმენდილი ცის შემთხვევაში როდესაც კედლების ალბედო შეადგენს 30%-ს, Δt -ს სიდიდეების მაღლივი ცვლილებების დინამიკა ცენტრალური კავკასიონის პირობებში ნარმოიდგინება შემდეგი გამოსახულები სახით:

$$\text{იანვარი, ჩრდილოეთის კედლები} \\ \Delta t^0 = 0.0124(57.2 + 9.7H^2) - 0.64 \quad (6.38)$$

$$\text{სამხრეთის კედლები} \\ \Delta t^0 = 0.0124(451.5 + 15.1H^2) - 0.64 \quad (6.39)$$

$$\text{აღმოსავლეთის (დასავლეთის) კედლები} \\ \Delta t^0 = 0.0124(172.0 + 10.9H^2) - 0.64 \quad (6.40)$$

$$\text{ივნისი, ჩრდილოეთის კედლები} \\ \Delta t^0 = 0.0124(220.3 + 16.8H^2) - 0.64 \quad (6.41)$$

$$\text{სამხრეთის კედლები} \\ \Delta T = 0.0124(279.2 + 17.3H^2) - 0.64 \quad (6.42)$$

$$\text{დასავლეთის (აღმოსავლეთის) კედლები} \\ \Delta t = 0.0124(329.2 + 16.5H^2) - 0.64 \quad (6.43)$$

(6.38)-(6.43) გამოსახულებებით გამოთვლილ Δt -ს მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში 6.1.4

ცხრილი 6.1.4

კედლების გარე ზედაპირის ტემპერატურის რადიაციული შესწორებების სიდიდე (გრად) მონმენდილი ცის შემთხვევაში. $A = 30\%$

თვე	H კმ	კედლის ორიენტაცია		
		ჩ	ს	ა, დ
I	0	0.1	4.9	1.5
	1	0.2	5.1	1.6
	2	0.6	5.7	2.0
	3	1.1	6.6	2.7
	4	2.0	7.9	3.7
VI	0	2.1	2.8	3.4
	1	2.3	3.0	3.7
	2	2.9	3.7	4.3
	3	4.0	4.8	5.2
	4	5.4	6.2	6.6

აღსანიშნავია, რომ ადგილის სიმაღლის ზრდისას Δt -ს სიდიდეები იზრდება. გარდა ამისა, სამხრეთ ის კედლები-სათვის იანვრის შესწორებები მეტია ივნისის შესწორებებზე, რაც იმით აიხსნება, რომ იანვარში ამ ორიენტაციის ვერტიკალურ ზედაპირზე მოდის (და შთაინთქმება) მეტი რადიაცია ივნისთან შედარებით. ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიის სამხრეთი ნაწილის დაბლობ რაიონებში Δt -ს მაქსიმალური მნიშვნელობა კედლებისათვის (რომელთა ალბედო ტოლია 30%-ის) (77)-ის მონაცემებით შეადგენს 5° -ს. მთიან რაიონებში Δt -ს ზრდა 5° -ზე მეტად განპირობებულია დიდ სიმაღლეებზე ჯამური (შესაბამისად კედლების მიერ შთანთქმული) რადიაციის სიდიდეების საგრძნობი ზრდით დაბლობ რაიონებთან შედარებით. როგორც, ცხრილში (6.1.4) – მოყვანილი ინფორმაციიდან ჩანს, ცენტრალური კავკასიონის პირობებში კედლების ზედაპირის ტემპერატურის რადიაციული დანამატი მაქსიმალურია სამხრეთის (იანვარი), აღმოსავლეთის (დასავლეთის) (ივნისი) და მინიმალურია ჩრდილოეთის კედლებისათვის (წელიწადის განმავლობაში).

შთანთქმული რადიაციის გავლენით კედლების ტემპერატურის სიდიდეების ცვლილება გამოითვლება აგრეთვე ცნობილი ფორმულით:

$$t_s = t_0 + \frac{PQ}{\alpha_H} \quad (6.44)$$

სადაც t_s არის ჰაერის პირობითი ტემპერატურა შენობის გარეთ, რომელიც ტოლია კედლის გარე ზედაპირის ტემპერატურისა, t_0 შენობის გარეთ ჰაერის ტემპერატურა, α_H - ზედაპირის სითბოს გამტარობის კოეფიციენტი (კკალ/მ²სთ). ფორმულაში Q გამოითვლება როგორც ჯამი კედელზე დაცემული მზის პირდაპირი რადიაციისა და ჰორიზონტალურ ზედაპირზე დაცემული გაბნეული რადიაციის სიდიდის ნახევრისა, ე.ი. გაბნეული რადიაციის გამოთვლა კედლებისათვის ხდება იზოტროპული მიახლოების მეთოდით. რაც, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მიუღებელია. მაგრამ, მიუხედავად ამისა, კედლებისათვის გაბნეული რადიაციის გამოთვლის აღნიშნული მეთოდი შესულია მთავარი გეოფიზიკური ობსერვატორიის მიერ დამუშავებული მეთოდურ მითითებებში (64,143). α_H -ის სიდიდეები (6,44) გამოითვლება შემდეგი ფორმულით.

$\alpha_H = 3 + 10\sqrt{v}$, სადაც v არის ქარის სიჩქარე. თუ $v \leq 10$ მ/წ-ზე. კედლის გარე ზედაპირის ტემპერატურაში შესწორება (Δt) შეიტანება შემდეგი ფორმულით:

$$\Delta t = \ln(V + 1) + 2\sqrt{v} \quad (6.45)$$

ცხრილში 6.1.4 მოყვანილი Δt -ს სიდიდეები მიღებულია მონმენდილი ცის შემთხვევაში, რაც შეეხება ათბალიანი გაუმჭვირვალე ღრუბლიანობის პირობებში Δt -ს სიდიდეებს, ისინი აღნიშნულ სიდიდეებთან შედარებით უმნიშვნელოა.

როგორც აღვნიშნეთ, შენობაში ტემპერატურის სიდიდეების ფორმირებაზე საგრძნობ გავლენას ახდენს შუქქრილებში შეღწეული ჯამური რადიაცია, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია მინაზე დაცემული რადიაციის ინტენსივობაზე, მინის ფიზიკურ თვისებებზე (ზედაპირის მდგომარეობა).

სამშენებლო პრაქტიკაში ერთმანეთს მომინული ფანჯრის სტანდარტულ მინაში მზის რადიაციის გაღწევის კოეფიციენტის საშუალო სიდიდედ მიღებულია 50%, ორმანათიანი შემთხვევაში კი 30%. შენობის შიგნით მზის სხივური ენერჯის შეღწევის სიღრმე l გამოითვლება მარტივი ფორმულით:

$$l = Hctgh_0 \quad (6.46)$$

$$l = Hctgh_0 - H_0ctgh_0 \quad (6.47)$$

სადაც H არის მინის ზედა საზღვრის სიმაღლე იატაკის მიმართ იმ შემთხვევაში, როდესაც მინის ქვედა საზღვარი ემთხვევა იატაკს, H_0 - იატაკსა და მინის (ფანჯრის) ქვედა საზღვარს შორის არსებული გაუმჭვირვალე კედლის სიმაღლე. ჩვენს მიერ ცენტრალური კავკასიონის 0-4 კმ სიმაღლეთა დიაპაზონში ნაგებობებისათვის გამოთვლილი იქნა ერთმანეთს მომინულ შუქქრილებში რადიაციის გაშვების კოეფიციენტი (ტოლია 0,50-ის) შეღწეული რადიაციის თვიური და წლიური ჯამები, $\sum_{\sigma} Q_{\sigma}$, $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ სიდიდეები მოწმენდილი ცის შემთხვევაში. დამოკიდებულებები $\sum_{\sigma\rho} Q_{\sigma\rho} = f(H)$ აპროქსიმირდებიან კვადრატული ფუნქციების სახით:

$$\sum_{\sigma\rho} Q_{\sigma\rho} = a + bH^2$$

წლიური ჯამების შემთხვევაში სამხრეთის, სამხრეთ-დასავლეთის, სამხრეთ-აღმოსავლეთის ორიენტაციის შუქქრილები:

$$\sum_{\rho} Q_{\rho} = 3492.3 + 124.6H^2 \quad (6.48)$$

ჩრდილოეთის ორიენტაციის შუქქრილები:

$$\sum_{\rho} Q_{\rho} = 776.0 + 112.0H^2 \quad (6.49)$$

დასავლეთის (აღმოსავლეთის) ორიენტაციის შუქქრილები:

$$\sum_{\rho} Q_{\rho} = 2511.5 + 123.1H^2 \quad (6.50)$$

ადგილის სიმაღლის ზრდისას ზღვის დონიდან 4კმ-მდე $\sum_{\rho} Q_{\rho}$ -ს სიდიდეები საშუალოდ იზრდება სამხრეთის (სა,

სდ) აღმოსავლეთის, დასავლეთის ორიენტაციაზე დაახლოებით 2000,0 მჯ/მ²-ით, ჩრდილოეთის ორიენტაციაზე 1800,0-მჯ/მ²-ით. თვიური ჯამების შემთხვევაში:

$$\text{იანვარი } \sum_{\sigma} Q_{\eta} = 35.1 + 7.1H^2 \quad (6.51)$$

$$\text{ივნისი } \sum_{\sigma} Q_{\eta} = 149.2 + 13.5H^2 \quad (6.52)$$

სამხრეთის ორიენტაცია

$$\text{იანვარი } \sum_{\sigma} Q_{\eta} = 335.0 + 10.0H^2 \quad (6.53)$$

$$\text{ივნისი } \sum_{\sigma} Q_{\eta} = 195.8 + 12.3H^2 \quad (6.54)$$

აღმოსავლეთის, დასავლეთის ორიენტაცია

$$\text{იანვარი } \sum_{\sigma} Q_{\eta} = 123.0 + 8.0H^2 \quad (6.55)$$

$$\text{ივნისი } \sum_{\sigma} Q_{\eta} = 238.0 + 10.6H^2 \quad (6.56)$$

როგორც (6.53)-(6.54) გამოსახულებების შედარებიდან ირკვევა სამხრეთის ორიენტაციის შუქჭრილების მიერ შენობის შიგნით გაშვებული რადიაციის სიდიდე იანვარში გაცილებით მეტია ივნისთან შედარებით (0-4კმ სიმაღლეების დიაპაზონში 100.0-140.0 მჯ/მ²-ით), ამასთან იანვარში მზის დაბალი სიმაღლეების გამო შენობაში რადიაციის შეღწევის სიღრმე და დასხივებული ფართობის სიდიდე ივნისთან შედარებით საგრძნობლად იზრდება. გარდა ამისა, ზამთრის თვეებში შუქჭრილების მინების ზედაპირზე მზის სხივები თითქმის ნორმალურად ეცემიან, რაც ადიდებს მინის მიერ გაშვებული რადიაციის ინტენსივობას. ყოველივე ეს საგრძნობლად ამცირებს შენობის სეზონურ გათბობაზე განეულ ხარჯებს. მშენებლობის პროცესში განსაზღვრული მნიშვნელობა ენიჭება შენობის და მისი შუქჭრილების ორიენტაციის გათვალისწინებას, მზის სხივური ენერჯიის მაქსიმალური გამოყენების მიზნით შენობის ყველა შესაძლო ორიენტაციებიდან ოპტიმალურ ვარიანტად მიღებულია განედური ორიენტაცია (ე.ი. აღმოსავლეთიდან დასავლეთის მიმართულებით წაგრძელებული შენობა) სამხრეთის ორიენტაციის შუქჭრილებით. აქვე ავლინდება, რომ გათბობის სეზონის ხანგრძლიობა (143) შეადგენს თბილისში 129, ბაქოში 113,

ერევანში 144 დღეს. ხოლო (10)-ის და ჩვენი მონაცემებით რადიაციის სრული გათვალისწინებით, შესაბამისად 131, 134, 126 დღეს რადიაციის ნახევრის გათვალისწინებით კი 172, 170, 164 დღეს. ამ მონაცემების შედარებიდან ნათელი ხდება რადიაციის გავლენის მნიშვნელობა გათბობის სეზონის ხანგრძლივობაზე.

როგორც ცნობილია, ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული ბალანსის სიდიდეების ფორმირებაში მზის სხივური ენერჯის მოკლეტალღიანი ნაკადების გარდა მონაწილეობს გრძელტალღიანი ეფექტური გამოსხივება. შენობების შემომზღუდავი ვერტიკალური კონსტრუქციების გარე ზედაპირის რადიაციული ბალანსის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$B = (S_3 + \frac{1}{2}D + \frac{1}{2}I\alpha_0)(1 - \alpha) - \frac{1}{2}E - 4S\sigma Q^3(Q_3 - Q) + 2S\sigma Q^3(Q_0 - Q) \quad (6.57)$$

სადაც S_3 , $\frac{1}{2}D$, $\frac{1}{2}I\alpha_0$ არიან შესაბამისად კედელზე დაცემული მზის პირდაპირი, გაბნეული და ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი რადიაციები, α_0 ქვეფენილი ზედაპირის ალბედო, α - კედლის გარე ზედაპირის ალბედო. განტოლების პირველი წევრი წარმოადგენს კედლის მიერ შთანთქმული მოკლეტალღიან რადიაციას. E ეფექტური გამოსხივებაა, $1/2 E$ მისი ის ნაწილია, რომელიც კედლის ზედაპირზე ეცემა. Q_3 , Q , Q_0 შესაბამისად კედლის ზედაპირის, ჰაერის და ქვეფენილი ზედაპირის ტემპერატურებია, σ - სტეფან-ბოლცმანის მუდმივა, S კოეფიციენტი, განტოლების წევრები $4S\sigma Q^3(Q_3 - Q)$ და $2S\sigma Q^3(Q_3 - Q)$ ითვალისწინებენ კედლის ზედაპირის მიერ გამოსხივებული გრძელტალღიანი რადიაციის სიდიდეებს კედლიდან ჰაერში და ქვეფენილი ზედაპირიდან კედლისაკენ. ფორმულაში (6.37) შემავალი ED_3 და R_3 -ის ნაკადების სიდიდეების გამოთვლისას მხედველობაში არ არის მიღებული მათი აზიმუტზე დამოკიდებულებების თავისებურებები, რაც განაპირობებს, როგორც აღნიშნული იყო, გამოთვლის შედეგების მნიშვნელოვან ცვლილებებს. ამიტომ მათი სიდიდეები უნდა განისაზღვროს დაკვირვებე-

ბის გზით. როგორც ზემოთ იყო ნაჩვენები, ჩვენი დაკვირვებების საფუძველზე დადგენილი იქნა (6.57)-ში შემავალი პირველი ორი წევრის (კედლების მიერ შთანთქმული რადიაციის და ეფექტური გამოსხივების) ადგილის აბსოლუტურ სიმალლეზე დამოკიდებულების ანალიზური სახეები. მათი ჩასმის შემდეგ (6.57) ლებულობს შემდეგ სახეს:

ნელინადი, $A = 30\%$

ჩრდილოეთის ორიენტაციის კედლები

$$\sum_{\rho} B = (1165.3 + 130.8H^2) - (2534.9 + 41.9H) - 4S\sigma^3(Q_3 - Q) + 2S\sigma^3(Q_0 - Q) \quad (6.58)$$

სამხრეთის ორიენტაციის კედლები

$$\sum_{\rho} B = (4764.4 + 187.3H^2) - (2534.9 + 41.9H) - 4S\sigma^3(Q_3 - Q) + 2S\sigma^3(Q_0 - Q) \quad (6.59)$$

დასავლეთის (აღმოსავლეთის) ორიენტაციის კედლები

$$\sum_{\rho} B = (3294.4 + 186.7H^2) - (2534.9 + 41.9H) - 4S\sigma^3(Q_3 - Q) + 2S\sigma^3(Q_0 - Q) \quad (6.60)$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც კედლების ალბედო შეადგენს 70%-ს (6.57)-ში უნდა ჩაისვას შთანთქმული რადიაციის H -ზე დამოკიდებულების შესაბამისი გამოსახულებები.

თვითნებური ჯამების შემთხვევაში (6.57) ფორმულა ლებულობს შემდეგ სახეს:

$A = 30\%$, ჩრდილოეთის ორიენტაციის კედლები

იანვარი

$$\sum_{\sigma} B = (51.5 + 9.4H^2) - (209.5 + 6.3H) - 4S\sigma^3(Q_3 - Q) + 2S\sigma^3(Q_0 - Q) \quad (6.61)$$

ივნისი

$$\sum_{\sigma} B = (220.0 + 17.0H^2) - (194.2 + 12.5H) - 4S\sigma^3(Q_3 - Q) + 2S\sigma^3(Q_0 - Q) \quad (6.62)$$

სამხრეთის ორიენტაციის კედლები

იანვარი

$$\sum_{\sigma} B = (447.6 + 17.4H^2) - (209.5 + 6.30H) - 4S\sigma^3(Q_3 - Q) + 2S\sigma^3(Q_0 - Q) \quad (6.63)$$

ივნისი

$$\sum_{\sigma} B = (284.8 + 16.5H^2) - (194.2 + 12.5H) - 4S\sigma Q^3(Q_3 - Q) + 2S\sigma Q^3(Q_0 - Q) \quad (6.64)$$

დასავლეთის (აღმოსავლეთის) ორიენტაციის კედლები
იანვარი

$$\sum_{\sigma} B = (172.3 + 10.6H^2) - (209.5 + 6.30H) - 4S\sigma Q^3(Q_3 - Q) + 2S\sigma Q^3(Q_0 - Q) \quad (6.65)$$

ივნისი

$$\sum_{\sigma} B = (329.2 + 16.5H^2) - (194.2 + 12.5H) - 4S\sigma Q^3(Q_3 - Q) + 2S\sigma Q^3(Q_0 - Q) \quad (6.66)$$

როგორც გამოთვლების შედეგები გვიჩვენებენ, H -ის ცვლილებისას 0-4კმ სიმაღლეთა დიაპაზონში $\sum_{\sigma} B_3$ -ს სიდიდეები იცვლებიან იანვარში ($A = 30\%$) (-55.0)-(-85.0) ჩრდილოეთის 240,0-470,0 სამხრეთის, 67,5-187,1 მჯ/მ²-ის საზღვრებში აღმოსავლეთის (დასავლეთის) ორიენტაციის კედლებზე, ივნისში კი შესაბამისად 123.0-371.0, 188,0-423.0 და 232.0-496.1 მჯ/მ²-ის საზღვრებში.

ამრიგად, იანვარში ჩრდილოეთის ორიენტაციის კედლები გარე ზედაპირის რადიაციული ბალანსი არის უარყოფითი. ჩვენს მიერ მიღებული გამოსახულებებით (6.58-6.66) შეიძლება შეფასდეს $\sum_{\sigma} B_3$ და $\sum_{\rho} B_3$ -ს სიდიდეები აქტივობით დაკვირვებების გარეშე. ერთადერთი პარამეტრი, რომლის სიდიდის გაზომვა აუცილებელია, ეს არის კედლების გარე ზედაპირის ტემპერატურა. ამ გამოსახულებებით გამოთვლილი $\sum_{\sigma} B_3$ და $\sum_{\rho} B_3$ -ის სიდიდეები წარმოადგენენ მზის სხივური ენერჯიის იმ რაოდენობას, რომელიც იხარჯება კედლების გათბობაზე.

6.2 კავკასიის ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული რესურსები

კავკასიის ტერიტორიაზე ჰელიოენერგეტიკული რესურსების შესწავლის და პრაქტიკული ათვისების პირველი ნაბიჯები გადაიდგა ჩვენი საუკუნის 40-50-იან წლებში. ამ სა-

კითხისადმი ინტერესი გაიზარდა 70-იანი წლების დასაწყისიდან, როდესაც ნათლად გამოიკვეთა ენერგეტიკული კრიზისის და კაცობრიობის სამეურნეო საქმიანობის შედეგად ატმოსფეროს გლობალური დაჭუჭყიანების საგანგამო სიმპტომი. აქედან დაწყებული, დიდი ყურადღება მიიპყრო არატრადიციული, განახლებადი, პრაქტიკულად ამოუწურავი და ეკოლოგიურად სუფთა ენერჯის წყაროებმა, რომელთა შორის მზის სხივურ ენერჯიას მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია. ამასთან დაკავშირებით დაიწყო ენერგეტიკული და ეკოლოგიური კრიზისის განმაპირობებელი პრობლემატიკის გადწყვეტის ოპტიმალური გზების ძებნა და შესაბამისი ფართომასშტაბიანი კვლევითი სამუშაოები. მზის სხივურ ენერჯიას სხვა ენერჯის არატრადიციულ წყაროებთან ერთად შეუძლია ნაწილობრივ შეცვალოს ორგანული სათბობის ენერჯია, რომლითაც თანამედროვე პირობებში სარგებლობს კაცობრიობა. აქტუალური ხდება ენერგეტიკის სამომავლო განვითარების და ინტეგრირებული ენერგომომარაგების (ტრადიციული, არატრადიციული წყაროები) საკითხების გადაჭრის გზების ძიებაც. მიუხედავად მზის ენერჯიის რიგი უპირატესობისა, მან ვერ დაიკავა სათანადო ადგილი სათბობის ენერგეტიკულ ბალანსში ენერჯიის ტრადიციულ წყაროებთან შედარებით, იმის შედეგად, რომ ახლო წარსულში ფართოდ გავრცელებული იაფი ენერჯიის ტრადიციული წყაროები არსებობა ამუხრუჭებდა ჰელიოენერგეტიკის განვითარებას, რასაც ბოლო დროს დაემატა ატომური ენერჯიის მიერ განვითარებული ქვეყნების დიდი მატერიალური რესურსების მიზიდვაც, რის შედეგად ჰელიოენერგეტიკის განვითარების საკითხები დარჩა სათანადო ყურადღების გარეშე.

აღსანიშნავია, რომ მზის რადიაციის რეჟიმისათვის დამახასიათებელი დეტერმინირებული – სტოქასტური ცვალებადობა განაპირობებს განსაზღვრულ სიძნელეებს მისი პრაქტიკული ათვისების პროცესში. გარდა ამისა, ამ მიზნის მისაღწევად საჭიროა მზის სხივური ენერჯიის კონცენტრირება, აგრეთვე სათანადო ამრეკლავი, შთანთქმელი ზედაპირების, ჰელიოსტატების და სითბური ენერჯიის აკუმულატორების დამუშავება. მაგრამ მიუხედავად ამისა, გარემოს ანთროპოგენული აეროზოლებით მიმდინარე დაჭუჭყიანებების პერმანენტული პროცესის შენელებას და ლიკვიდაციის

მიზნით განსაკუთრებულ აქტუალობას იძენს ეკოლოგიურად სუფთა ენერგეტიკულ ბაზაზე გადასვლა. ამჟამად ატმოსფეროს დაჭუჭყიანება ცალკეულ განვითარებულ ქვეყნებში და ზოგიერთ კონტინენტებზე (ევროპა) უკვე იძენს გლობალური პრობლემის ნიშნებს, ხოლო მზის სხივური ენერჯის ინტენსივობის შემჩნეულ რყევებს, რომლებიც გამონვეულია ატმოსფეროს მაღალ ფენებში ანტროპოგენული აეროზოლების კონცენტრაციის ზრდით, მოსალოდნელია მოყვეს დედამიწაზე კლიმატის ცვლილებების ნეგატიური ტენდენციები (21, 22, 23). მზის ენერჯის ეკონომიურობა და რენტაბელობა ჯერ კიდევ ჩამორჩება ენერჯის ტრადიციული წყაროების ანალოგიურ მახასიათებლებს, მაგრამ იგი უკვე ამჟამად შეიძლება წარმატებით გამოყენებულ იქნეს მსხვილი სამრეწველო ცენტრებიდან დაშორებულ ისეთ რაიონებში, სადაც არ არსებობს ცენტრალიზებული ენერგომომარაგება, აღინიშნება მზის რადიაციის მაღალი ენერგეტიკული დონე, ძვირად ღირებული ორგანული სახის სათბობის დეფიციტი სითბოს მოთხოვნილების შედარების მცირე მასშტაბებით. კავკასიის და კერძოდ საქართველოს მთავორიან რაიონებში ეს პრობლემა წარმატებით გადაიჭრება შეზღუდული სიმძლავრის ავტონომიური ჰელიოენერგოდანადგარების ფართოდ დანერგვით. მეორე მთავარ მიმართულებას წარმოადგენს მზის მსხვილი ენერგეტიკული სადგურების შექმნა, რაც გამიზნულია შედარებით დიდი მასშტაბის დასახლებული პუნქტების, სამრეწველო და სხვა სახის ობიექტების ცენტრალური ენერგომომარაგების რეალიზაციისაკენ. ჰელიოენერგეტიკის განვითარების ორივე მიმართულება კავკასიის პირობებში პერსპექტიულია, ვინაიდან ეს რეგიონი თავისი გეოგრაფიული მდებარეობით იმყოფება ე.წ. „მზის სარტყელში“ (50°ჩ.გ.- 50°ს.გ.), სადაც აღინიშნება მზის სხივური ენერჯის საკმაო ინტენსივობა, რაც განაპირობებს მისი პრაქტიკული გამოყენების ეფექტურობას. მზის სხივური ენერჯის პრაქტიკული გამოყენების პროცესში დიდი ყურადღება ეთმობა ჰელიოენერგეტიკული დანადგარების მარგი ქმედების კოეფიციენტის (მქკ) ამაღლების პრობლემებს. როგორც სათანადო გამოკვლევებით დასტურდება, პრინციპულად შესაძლებელია მქკ-ის გაზრდა ერთგვაროვან ნახევარგამტარებზე შექმნილი ელემენტებისათვის 44%-მდე, ხოლო სპე-

ციალური გეტეროსტრუქტურებისათვის 93%-მდე (60). საყურადღებოა ის გარემოება, რომ კვლევის ზოგიერთმა მიმართულებამ (მაგალითად, მზის სხივური ენერგიის გარდაქმნა უშუალოდ სითბურ ენერგიაში მზის თბოდანადგარებში), შექმნა ჰელიოდანადგარები ეკონომიური თვალსაზრისით მისაღები მახასიათებლებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ მათი ფართოდ დანერგვის პერსპექტივას რიგ დარგებში, რაც განაპირობა მათი დამზადების შედარებით მარტივმა ტექნოლოგიამ, სიიაფემ და ექსპლუატაციის სიმარტივემ. მაგალითად, მქკ-ის საშუალო საცდელი სიდიდეები აღწევენ, პარაბოლოიდურ სარკიანი ორთქლის ქვაბებისათვის 60%. მაგრამ, მიუხედავად ჰელიოდანადგარების ზოგიერთი სახეობის შედარებით დაბალი მქკ-ისა, აუცილებელია აღინიშნოს, რომ დიდი მქკ-ის ძვირადღირებული ფოტოელემენტების დამზადების მეთოდიკა და ტექნოლოგია იმყოფება გაუმჯობესების, გამარტივების და გაიაფების პროცესში (60, 62, 44, 162).

ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალური რესურსების ობიექტური შეფასების მიზნით აუცილებელია მზის სხივური ენერგიის შესახებ კადასტრული ინფორმაციის ცოდნა. მზის სხივური ენერგიის კადასტრის ამჟამად არსებულ დონეს უსწორებდა მისი განვითარების რამდენიმე ეტაპი. პირველ ეტაპზე განიხილებოდა ცალკეული პუნქტის ან რაიონის ისეთი კადასტრული მახასიათებლები, როგორცაა მზის ნათების შესაძლო და ფაქტიური ხანგრძლივობა, მზის რადიაციის ინტენსივობის საშუალო სიდიდეები, მზის სხივისადმი ნორმალურ და ჰორიზონტალურ ზედაპირებზე წლიური, თვიური ჯამები მონმენდილი ცისა და ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში (63, 158, 5).

მზის ენერგიის კადასტრირების შემდგომ ეტაპზე ზემოთ აღნიშნული მახასიათებლების გარდა გამოყენებული იქნა ჰელიოენერგეტიკული დანადგარების მიერ გამოიმუშავებული ელექტროენერგიის და სითბური ენერგიის სიდიდეებზე მეტეოროლოგიური პარამეტრების გავლენის შეფასება (149, 150). კადასტრირების ამ ეტაპზე განიხილებოდა მზის რადიაციის ინტენსივობის და ჯამების გასაშუალებელი სიდიდეები, მაგრამ ჰელიოენერგეტიკის წინაშე მდგარი ფართო სპექტრის პრობლემების წარმატებით გადასაჭრელად

(ჰელიოდანადგარების სამუშაო რეჟიმის ოპტიმალური ვარიანტის ძიება, მათი ექსპლუატაციის მიზანშეწონილობის და მოსალოდნელი ეკონომიური ეფექტის დადგენა, გამომუშავებული ან ტრანსფორმირებული ენერჯიის სიდიდეების ვარიაციების დიაპაზონის განსაზღვრა და მისი აკუმულირების შესაბამისი მოცულობების გაანგარიშება) განზოგადოებული კლიმატოლოგიური სახის ინფორმაციის გამოყენება აღმოჩნდა არასაკმარისი ჰელიოტექნიკური პროექტების გაანგარიშების სპეციფიკური მოთხოვნილებების გათვალისწინების თვალსაზრისით.

მზის რადიაციის რესურსების კადასტრული შესწავლის და შეფასების პრინციპულად ახალი მეთოდური საფუძვლები ჩამოყალიბებული იქნა გ. გრინევიჩის შრომებში (35,36). დამუშავდა მზის სხივური ენერჯიის კვლევის კომპლექსური მეთოდოლოგია, რომელიც განიხილავს მზის ენერჯიის რეჟიმული მახასიათებლების ცვლილებებს დეტერმინირებულ-სტოქასტური ბუნების ფაქტორებზე დამოკიდებულებით, რაც განპირობებულია დედამიწის ბრუნვით საკუთარი ლერძისა და მზის გარშემო (დეტერმინირებული, კანონზომიერი პროცესები) და ატმოსფეროში მიმდინარე შემთხვევითი (სტოქასტური) ხასიათის მოვლენებით (ღრუბლიანობა, დაჭუჭყიანება და სხვ.). მზის ენერჯიის კადასტრირების ეს მეთოდი, ალბათობის თეორიაზე დაყრდნობით საშუალებას იძლევა (პრაქტიკისათვის) საკმარისი სიზუსტით განისაზღვროს ჰელიოდანადგარების შესაძლებელი უკუგების რეჟიმული მახასიათებლები, რასაც დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან ჰელიოდანადგარები მუშაობენ უმართავ ბუნებრივ რეჟიმში. კავკასიის ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული კადასტრის დამუშავებას საფუძვლად დაედო გ. გრინევიჩის შრომებში ჩამოყალიბებული პრინციპები. ამ მიზნით გამოყენებული იქნა მეტეოროლოგიური და აქტინომეტრიული დაკვირვებების, ჰელიოგრაფიული რეგისტრაციის შესახებ (მზის პირდაპირი, გაბნეული, ჯამური რადიაციის სიდიდეები, მზის ნათების ხანგრძლივობა, ღრუბლიანობა, მონმენდილ დღეთა რიცხვი) ცნობარებში და არქივებში მოძიებული ინფორმაცია გრძელვადიანი რიგების პუნქტებისათვის. ინფორმაცია გაანალიზებული იქნა სტატისტიკურ-ალბათური მეთოდების გამოყენებით, რის შედეგადაც შეფასდა

მზის რადიაციის და ნათების ხანგრძლივობის მახასიათებლები, მათი სტატისტიკური თავისებურებები დროის მონაკვეთში ჰელიოდანადგარების მუშაობის და გაცდენების შესაძლო ჯამური ხანგრძლივობის სიდიდეები (მზის ნათების უწყვეტი ხანგრძლივობის და მათ შორის შესაძლო წყვეტილობის რეჟიმული მახასიათებლები). კავკასიის ტერიტორიისათვის წინა ავტორების მიერ მიღებული შედეგების გათვალისწინებით (მხედველობაშია ამიერკავკასიის ტერიტორია, რომლისთვისაც აქტინომეტრიული ინფორმაციის დაგროვების პარალელურად ხდებოდა მისი ცალკეული პუნქტებისა და რაიონებისათვის მზის რადიაციის კადასტრის ეტაპური დამუშავება) დადგენილი იქნა ჰელიოენერგეტიკული რესურსების დროში და სივრცეში განაწილების კანონზომიერებანი. კადასტრის კომპლექსური მახასიათებლების ანალიზის საფუძველზე შესრულდა კავკასიის ტერიტორიის დარაიონება პოტენციალური ჰელიოენერგეტიკული რესურსების მიხედვით. მზის კადასტრის კომპლექსური მახასიათებლებიდან მზის ნათების ხანგრძლივობა (მნხ) მნიშვნელოვან როლს თამაშობს. მეორე თავში განხილული იყო კავკასიის ტერიტორიაზე მნხ-ის დროში და სივრცეში ცვალებადობის ანალიზი და მისი სტატისტიკური მახასიათებლები. მნხ-ის წლიურ მსვლელობაში მაქსიმუმი აღინიშნება ზაფხულის, მინიმუმი – ზამთრის თვეებში ზამთრის თვეებში კავკასიის ტერიტორიაზე ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით და ადგილის სიმაღლის ზრდისას მნხ-ის სიდიდეები იზრდება. მაგალითად, დეკემბერში საშუალო თვიური ჯამები იზრდება 36 საათიდან (პრიკუმსკი) 164 საათამდე (კაფანი), რაც შესაბამისად შეადგენენ მზის ნათების შესაძლო ხანგრძლივობის 12 და 60%-ს. ამავე თვეში ადგილის სიმაღლის ზრდისას 0,4-0,5კმ-დან (ყაბარდოს ვაკე, მინერალური წყლების რაიონი) 4,2კმ-დან (11-ის თავშესაფარი იალბუზზე) მნხ-ის ჯამები მატულობს 60-70-საათიდან 95 საათამდე, ხოლო დაღესტნის მთიან რაიონებში 140-170 საათამდე. ივლის-აგვისტოში ჩრდილოეთ კავკასიის დაბლობ რაიონებში მნხ-ის თვიური ჯამების სიდიდეები მატულობს 220 საათიდან (ვლადიკავკაზი) 365 საათამდე (ეისკი), რაც შეადგენს შესაძლო ნათების 52 და 81%-ს შესაბამისად. ამიერკავკასიის დაბლობ რაიონებში ივლისის მნხ-ის საშუალო სიდიდეები მერყეობენ 175 საათიდან (ანასეული) 368 სა-

ათამდე (არენი), რაც შეადგენს შესაძლო ნათების 41 და 89%-ს შესაბამისად. (160)-ში მოყვანილი გ. ვეინბერგის კრიტერიუმის თანახმად ეკონომიურად ხელსაყრელი და ტექნიკურად გამოსაყენებელი მზის ენერჯის რაოდენობა შესაძლებელია მიღებული იქნეს იმ შემთხვევაში თუ მზის ნათების დღელამური უწყვეტი ხანგრძლივობა შეადგენს 6 საათს და მეტს, ხოლო მზის რადიაციის ინტენსივობა (S) სხივისადმი ნორმალურ ზედაპირზე -0.42 კვტ/მ²-ს.

როგორც სათანადო ინფორმაციის ანალიზი გვიჩვენებს, კავკასიის ტერიტორიაზე ღია ჰორიზონტის შემთხვევაში $S \geq 0.42$ კვტ/მ²-ზე მზის ამოსვლიდან ერთი საათის შემდეგ და მზის ჩასვლამდე ერთი საათით ადრე. ე.ი. ჰელიო-დანადგარების ეფექტური მუშაობის გარანტიისათვის საჭიროა მნხ-ის 8 საათიანი ინტერვალი დღე-ღამის განმავლობაში (250 საათი საშუალოდ თვეში). კავკასიის პერიოდი, როდესაც მნხ-ის თვიური ჯამების უზრუნველყოფა დაბლობ ტერიტორიაზე მატულობს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ. მაგალითად. ივლის-აგვისტოში 60-75%-დან 75-90%-მდე. ივრის ზეგანზე, მტკვარ-არაქსის დაბლობზე, სომხეთისა და სამხრეთ საქართველოს მთიანეთში, აფშერონზე, ნახჭევანის ქვაბულში, არარატის ვაკეზე, კრასნოდარის, სტავროპოლის მხარეების ცალკეულ პუნქტებში და რაიონებში მნხ-ის სიდიდე ზაფხულის თვეებში ტოლია ან მეტია 300 საათზე. ტერიტორიის დანარჩენ ნაწილში მნხ ტოლია ან მეტია 300 საათზე ერთი ან იშვიათ შემთხვევაში ორი თვის განმავლობაში (სოჭი, სტავროპოლი, ივლისი-აგვისტო). ჩრდილოეთ კავკასიის რესპუბლიკებში (დაღესტნის გარდა) მინერალური წყლების და ეგრეთწოდებული „მზიური“ კისლოვოდსკის ჩათვლით საერთოდ არ აღინიშნება მნხ-ის ასეთი სიდიდეები. მნხ-ის სიდიდეებით ზაფხულის პერიოდში შედარებით უზრუნველყოფილია ტერიტორიის აღმოსავლეთი რაიონები.

მნხ-ის ეფექტური პერიოდი (250სთ და მეტი), ალაზნის ველზე, ქართლის, ალაზან-აგრიჩაის და კიროვობად-ყაზახის ვაკეებზე შეადგენს 3 თვეს, ლენქორანის დაბლობზე და ნახჭევანის ქვაბულში 6 თვეს, სომხეთის ტერიტორიაზე 4-5 თვეს, აზოვის და შავი ზღვის სანაპიროებზე, სტავროპოლის მაღლობის აღმოსავლეთ ფერდობებზე და შავი მინების რაი-

ონში 4 თვეს, ჩრდილოეთ კავკასიის რესპუბლიკების წინამთაში 1-3 თვეს (აღმოსავლეთისაკენ მატებით).

მნხ-ის წლიური ჯამები სომხეთის, აზერბაიჯანის, აღმოსავლეთ საქართველოს, დაღესტნის, კრასნოდარის მხარის ტერიტორიაზე აღემატებიან 200) საათს (სომხეთისა და დაღესტნის მთიან რაიონებში, არარატის ვაკეზე წლიური ჯამები მერყეობენ 2400-2700 საათის საზღვრებში, ნახჭევანის ქვაბულში იგი მეტია 2800 საათზე). საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროზე და კოლხეთის დაბლობზე წლიური ჯამები მერყეობენ 1900-2000 საათის, ჩრდილოეთ კავკასიის წინამთაში 1740-1950 საათის საზღვრებში.

მნხ-ის თვიური და წლიური ჯამებისათვის საშუალო კვადრატული გადახრის σ და ვარიაციის კოეფიციენტების C_v სიდიდეები მერყეობენ იმ საზღვრებში, რომლებიც მოცემულია (142)-ში: σ მერყეობს 20-45 (თვიური ჯამები) და 125-175 საათის (წლიური ჯამები) საზღვრებში, C_v კი 5-10%-ის (ზაფხული) და 30-45%-ის საზღვრებში (ზამთრის თვეებში), რაც მიუთითებს იმაზე, რომ მნხ-ის მრავალწლიური რეჟიმი კავკასიის ტერიტორიაზე ხასიათდება განსაზღვრული მდგრადობით.

ტერიტორიის ჰელიოკადასტრის შეფასების ჰელიოენერგეტიკის პრაქტიკული სახის საკითხების გადანყვეტის პროცესში აუცილებელია მნხ-ის წლიური და თვიური ჯამების ექსტრემალური სიდიდეების გათვალისწინება.

$\frac{S_{\max}}{S_{\min}}$ სიდიდეები კავკასიის დაბლობ რაიონებში დეკემბერ-

ში მერყეობენ 2,6-8,9, ივლისში 1,3-1,6-ის საზღვრებში. წლიური ჯამების შემთხვევაში ამ შეფარდების სიდიდეები იცვლება 1,2-1,5-ის საზღვრებში. ზაფხულში ზამთრის თვეებთან შედარებით მნხ-ის სიდიდეები გაცილებით მდგრადია. მნხ-ის რეგისტრაციის მრავალწლიური ინფორმაციის (1965-1990წ.წ.) ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ მნხ-ის მრავალწლიური საშუალო დღელამური სიდიდეები კავკასიის ტერიტორიაზე მერყეობენ 1,0-12,0 საათის საზღვრებში. მინიმუმით დეკემბერში (1,0-4,5 საათის საზღვრებში). (1,0-4,5სთ) მაქსიმუმით ზაფხულის თვეებში (6-12სთ). მნხ-ის სიდიდეები წელიწადის განმავლობაში მერყეობენ: ნოტიად

სუბტროპიკულ რაიონებში 3,0-7,5 ნახევარუდაბნო არიდულ რაიონებში 3,0-12,0 ჩრდილოეთ კავკასიის ზღვისპირა (შავი, აზოვის ზღვები) რაიონებში და ყუბანის ვაკეზე 2,0-11,0 კასპიისპირა დაბლობზე 1,0-10,0, სტავროპოლის მაღლობზე და მინერალურ წყლებზე 2,0-10,0, ჩრდილოეთ კავკასიის აღმოსავლეთ წინამთაში 1,0-8,0 საათის ფარგლებში. წელიწადის თბილ პერიოდში კონვექტიური ოროგრაფიული ღრუბქლიანობის განვითარების შედეგად მნხ-ის ჯამების სიდიდეები მთიან, მაღალმთიან რაიონებში საგრძნობლად მცირდება. როგორც მნხ-ის საშუალო დღელამური სიდიდეების ანალიზიდან ჩანს, ზაფხულის თვეებში აზერბაიჯანის, სომხეთის და აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობ რაიონებში, კასპიისპირა დაბლობის, ყუბანის ვაკის, კრასნოდარის მხარის და აფხაზეთის შავი ზღვის სანაპიროს, სტავროპოლის მაღლობის ტერიტორიაზე ადგილი აქვს ჰელიოდანადგარების ეფექტური მუშაობისათვის მნხ-ის დღელამური ჯამების აუცილებელ და საკმარის სიდიდეებს. მნხ-ის დღელამური ჯამების მნიშვნელობებისათვის საშუალო კვადრატული გადახრა σ წელიწადის განმავლობაში მერყეობს 2,0-4,0 საათის საზღვრებში (ზამთრის თვეებში 3,0-4,0 საათის საზღვრებში). ვარიაციის კოეფიციენტი C_v მაქსიმალურია წლის ცივი და მინიმალურია თბილი პერიოდისათვის. ზამთრის თვეებში C_v -ის სიდიდეები 5-7-ჯერ მეტია ზაფხულის თვეებთან შედარებით. აბსოლუტური ცდომილების სიდიდეები მერყეობენ 0,3-0,5 საათის ფარგლებში. ნახევარუდაბნო, არიდული რაიონებისათვის მნხ-ის დღელამური ჯამების ასიმეტრიის კოეფიციენტი A მაქსიმალურია წლის ცივ და მინიმალურია თბილ პერიოდში. მცირე კავკასიონის მთიან რაიონებში A -ს ზაფხულისა და ზამთრის სიდიდეებში განსხვავება მკვეთრად მცირდება. წელიწადის ცივ პერიოდში (XI-IV) მნხ-ის დღელამური ჯამების წლიური განაწილება კავკასიის ტერიტორიისათვის სიმეტრიულია, ხოლო თბილ პერიოდში (V-X) ჯამების განაწილება ხასიათდება უარყოფითი სიმეტრიით. წელიწადის ცივ პერიოდში მნხ-ის სიდიდეების დიდი ნაწილი ახლოა მის მინიმალურ, ხოლო თბილ პერიოდში მაქსიმალურ (შესაძლო) მნიშვნელობებთან. კავკასიის იმ პუნქტებისათვის, რომლებიც წელიწადის განმავლობაში ხასიათდებიან

მნიშვნელოვანი მოღრუბლულობით, ექსცესის კოეფიციენტი უარყოფითია, ხოლო ნახევარუდაბნო, არიდული რაიონები-სათვის – დადებითი.

ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული კადასტრის კომპლექსური შეფასებისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს მზის რადიაციის და მნხ-ის სტრუქტურული თავისებურებების კანონზომიერებების დადგენას, ე.ი. იმ პერიოდების დროში განაწილების შესწავლას, როდესაც შესაძლებელია ან გამორიცხულია (ღამის საათებში. ღრუბლიანობის მიზეზით). ჰელიოენერგეტიკული დანადგარების ექსპლუატაცია. ეს პერიოდები ცნობილია, როგორც „სამუშაო“ და „მოცდენის“ პერიოდები. ამ მახასიათებლების სტრუქტურული თავისებურებების კანონზომიერებათა დადგენა ხდება მათი რეგისტრაციის შედეგად მიღებული ჰელიოგრამებისა და აქტინოგრამების ანალიზის საფუძველზე. ამ ორი გზით მიღებული მნხ-ის სიდიდეებს შორის განსხვავება არ აღემატება 5-7%-ს. ჰელიოგრამების და აქტინოგრამების ანალიზის საფუძველზე მზის უწყვეტი ნათების ხანგრძლივი (მუნხი) და მოცდენების მნიშვნელობებიდან ჩამოყალიბებული იქნა წელიწადის სეზონების მიხედვით შესაბამისი რიგების სიდიდეები. როგორც მიღებული შედეგის ანალიზიდან ჩანს, სომხეთის, აზერბაიჯანის, საქართველოსა და დაღესტნის რესპუბლიკებისათვის ჩვენს მიერ გამოთვლილი სიდიდეები ძალიან ახლოსაა, ხოლო ზოგჯერ ემთხვევა (137)-ში მოცემულ სიდიდეებს.

კავკასიის ტერიტორიაზე მუნხ-ის ალბათობა წელიწადის სეზონების მიხედვით მოცემულია ცხრილში 6.2.1. როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, ალბათობის მაქსიმალურ მნიშვნელობებს ადგილი აქვს ზაფხულის, მინიმალურს – ზამთრის თვეებში. აბსოლუტური მაქსიმუმი (ზამთრის გამოკლებით) აღინიშნება ნახჭევანის ქვაბულში, ზამთარში – სევანის ტბის აუზში. მთიან რაიონებში ოროგრაფიული ღრუბლიანობის და ჰორიზონტის ჩაკეტილობის გავლენის შედეგად მუნხ-ის (ჰელიოდანადგარების სავარაუდო მუშაობის ხანგრძლივობის ალბათობის) სიდიდეების მერყეობა ხასიათდება თითოეული პუნქტისათვის დამახასიათებელი ლოკალური ნიშნებით: მაგალითად, P-ს სეზონურ სიდიდეებში ჯვრის უღელტეხილზე წელიწადის განმავლობაში აღინიშნება ნაკლები განსხვავება (60%), ვიდრე მ/მ არაგაცხე, სადაც იგი შეადგენს 15%.

აღსანიშნავია, რომ შემოდგომის პერიოდში ჰელიოდა-
ნადგარების „სავარაუდო“ მუშაობის ხანგრძლივობის აღბა-
თობის სიდიდეები უახლოვდება გაზაფხულის პერიოდის

ცხრილი 6.2.1

მზის უწყვეტი ნათების ხანგრძლივობის აღბათობა ა, დ, %

	რაიონი	P,%			
		გაზაფხული	ზამთარი	ზაფხული	შემოდგომა
1.	კასპისპირა დაბლობი	23-26	5-9	38-41	17-20
2.	სტავროპოლის მაღლობის აღ- მოსავლეთის ფერდობი, დასავ- ლეთის ფერდობი, ცენტრალუ- რი ნაწილი	22-24	5-7	40-42	17-18
		23-25	9-12	38-40	20-22
3	მინიმალური წყლები, კისლო- ვოდსკი	17-22	7-14	30-33	16-22
4.	ყუბანისპირა ვაკე	20-22	8-12	30-34	20-22
5.	დასავლეთი კავკასიონის ჩრდილოეთი წინამთა	18-22	7-12	39	16-20
6.	კრასნოდარის მხარის შავი ზღვის სანაპირო	20-24	10-13	33-35	20-23
7.	აზოვის ზღვის სანაპირო	23-28	6-7	33-37	19-22
8.	საქართველოს შ. ზღვის სანა- პი.	19-23	12-14	25-30	19-22
9.	კოლხეთის დაბლობი	20-22	10-12	24-28	18-21
10.	ქართლის ვაკე	23-26	12-15	33-37	22-26
11.	ალაზნის ველ., იორის ზეგ.	19-23	11-14	32-37	20-23
12.	მტკვარ-არაქსის დაბლობი	20-23	13-16	33-37	19-22
13.	აფშერონი	23-26	9-10	40-42	18-22
14.	არარატის ვაკე	25-26	12-14	43-44	30
15.	ლენინაკანის ტაფობი	23-24	12-13	40-42	28
16.	სევანი ტბის აუზი	23-25	19-22	34-38	27-30
17.	ნახჭევანის ქვაბული	27-29	12-14	46-48	30-32

შესაბამის სიდიდეებს, გარდა ლენინაკანის ტაფობისა, არარატის ვაკისა და ნახჭევანის ქვაბულისა, სადაც შემოდგომის სიდიდეები 4-8%-ით მეტია გაზაფხულის სიდიდეებზე. ზამთრის პერიოდში P-ს სიდიდეები განსაკუთრებით დაბალია კასპიისპირა დაბლობისა და სტავროპოლის მაღლობის აღმოსავლეთის ფერდობებისათვის, მინერალური წყლების რაიონისათვის (კისლოვოდსკის გამოკლებით) და აღმოსავლეთის წინაკავკასიისათვის, სადაც ნელინადის ამ პერიოდში აღმოსავლეთის მიმართულების გაბატონებული ქარების და ოროგრაფიული ფაქტორის გავლენის შედეგად ადგილი აქვს ქვედა იარუსის ღრუბლიანობის (ნისლის) ინტენსიურ განვითარებას. დასავლეთ წინაკავკასიაში, რომლისთვისაც აღმოსავლეთის მიმართულების ქარები ასრულებენ ფიონების როლს, შესამჩნევად იზრდება მუნხ-ის და შესაბამისად ჰელიოდანადგარების სავარაუდო მუშაობის ხანგრძლივობის ალბათობა. რაც შეეხება ჰელიოდანადგარების შესაძლო მოცდენის ხანგრძლივობის ალბათობას, მისი სიდიდეები უკუპროპორციულია შესაძლო მუშაობის ხანგრძლივობის ალბათობის სიდიდეებთან. მაგალითად, თბილისისათვის ზამთრის სეზონში პირველი შეადგენს 88%, მეორე 12%, გაზაფხულზე 79% და 21%, ზაფხულში 67 და 33%, შემოდგომაზე 73 და 22 %-ს.

კავკასიის ტერიტორიისათვის ჰელიოსისტემების მუშაობის შესაძლო პერიოდის მზის ნათების შესაძლო ხანგრძლივობასთან შეფარდებების სიდიდეების (y %) დამოკიდებულება ჰელიოსისტემების „მუშაობის“ სავარაუდო ხანგრძლივობის ალბათობაზე (X %) ნელინადის სეზონებისათვის ანალიზურად წარმოდგინება ნრფივი ფუნქციების სახით.

გაზაფხული

$$y = 1.7x + 5.5 \quad (6.67)$$

ზაფხული

$$y = 1.7x + 2.0 \quad (6.68)$$

შემოდგომა

$$y = 2.1x + 7.0 \quad (6.69)$$

ზამთარი

$$y = 3.5x - 10.0$$

თუ პუნქტისათვის ცნობილია მუნხ-ის სიდიდის ალბათობა (6.67)-(6.70) გამოსახულებებით, ამ პუნქტისათვის, გა-

მოითვლება ჰელიოსისტემების სამუშაო დრო (%-ში), ე.ი. შეფასდება ჰელიოსისტემის ექსპლუატაციის ხელსაყრელი (ან არახელსაყრელი) პირობები. როგორც სათანადო გამოთვლების შედეგების ანალიზიდან ჩანს, კავკასიის ტერიტორიისათვის ჰელიოენერგეტიკული სისტემების ექსპლუატაციის შესაძლო დრო ის მზის ნათების შესაძლო ხანგრძლივობასთან შეფარდების სიდიდეები წელიწადის სეზონზე დამოკიდებულებით მერყეობენ ფართო დიაპაზონში (ცხრილი 6.2.2.). კავკასიის ტერიტორიაზე ზაფხულის სეზონში ჰელიოსისტემების მუშაობის ხანგრძლივობა საშუალოდ 2-3-ჯერ აღემატება ზამთრის სეზონის შესაბამის ხანგრძლივობას. გაზაფხულისა და შემოდგომის სეზონებში ჰელიოდანადგარების სავარაუდო მუშაობის და მოცდენის ხანგრძლივობის სავარაუდო ალბათობის სიდიდეები ერთმანეთს უახლოვდება სომხეთის ზოგიერთი რაიონის (ლენინაკანის ტაფობი, სევანის ტბის აუზი, არარატის ვაკე, არაგაცის მასივი) და ნახჭევანის ქვაბულის გამოკლებით, სადაც შემოდგომის მნიშვნელობები სჭარბობენ გაზაფხულის მნიშვნელობებს. გარდამავალი პერიოდისათვის γ (%) -ის მნიშვნელობებს შუალედური ადგილი უკავია ზამთრისა და ზაფხულის მნიშვნელობებს შორის.

ჰელიოენერგეტიკისათვის მნიშვნელოვანია ჰელიოსისტემების სამუშაო პერიოდების და მოცდენების საშუალო ხანგრძლივობის ცოდნა საათებში წელიწადის ცალკეული სეზონისათვის. როგორც ჩვენი და (137)-ში მოცემული სათანადო გამოთვლების შედეგები გვიჩვენებენ, მზის უწყვეტი ნათების საშუალო ხანგრძლივობა (t საათებში) თითოეული პუნქტისათვის წელიწადის განმავლობაში მაქსიმალურია ზაფხულის და მინიმალურია ზამთრის სეზონისათვის.

დამოკიდებულება $t = f(P)$ ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

$$\text{ზამთარი: } t = 4.0 + 0.1P \quad (6.71)$$

$$\text{გაზაფხული: } t = 5.0 + 0.1P \quad (6.72)$$

$$\text{ზაფხული: } t = 3.0 + 0.15P \quad (6.73)$$

$$\text{შემოდგომა: } t = 4.75 + 0.1P \quad (6.74)$$

$$\text{წელიწადი: } t = 3.8 + 0.15P \quad (6.75)$$

ცხრილი 6.2.2.

ჰელიოსისტემების ექსპლუატაციის შესაძლო ხანგრძლივობის მზის ნათების შესაძლო ხანგრძლივობასთან შეფარდების სიდიდეები γ (%)

№	რაიონი	P,%	
		ზამთარი	ზაფხული
1.	კასპისპირა დაბლობი	10-20	65-70
2.	სტავროპოლის მაღლობის აღმოსავლეთის ფერდობი, დასავლეთის ფერდობი, ცენტრალური ნაწილი	8-12 20-30 20-25	70-75 65 65-70
3.	მინერალური წყლები, კისლოვოდსკის ჩათვლით	11-38	50-55
4.	კრასნოდარის მხარის შავი ზღვის სანაპირო	25-35	55-60
5.	აზოვის ზღვის სანაპირო	12-15	56-62
6.	საქართველოს შ. ზღვის სანაპი.	30-37	45-52
7.	კოლხეთის დაბლობი	25-30	42-48
8.	ქართლის ვაკე	30-42	55-65
9.	ალაზნის ველი	30-38	55-60
10.	ივრის ზეგ.	31-39	62-65
11.	მტკვარ-არაქსის დაბლობი	35-45	63-66
12.	აფშერონი	25	70-72
13.	არარატის ვაკე	32-35	75
14.	ლენინაკანის ტაფობი	30-34	70
15.	სევანის ტბის აუზი	55-60	65-70
16.	ნახჭევანის ქვაბული	32-40	83-85

ამ პარამეტრებს შორის კორელაციის კოეფიციენტის სიდიდე მერყეობს 0,80-0,90-ის საზღვრებში. კავკასიის ნებისმიერი პუნქტისათვის (6.75)- ით P-ს ცნობილი მნიშვნელობებით გამოითვლება t-ს საშუალო სიდიდეები წელიწადისათვის, ხოლო (6.71)-(6.74) გამოსახულებებით გამოთვლილი t-ს საშუალო სეზონური სიდიდეები მოცემულია ცხრილში 6.2.3. როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, წელიწადის თბილ პერიოდში კავკასიის დაბლობ რაიონებში არსებობს მზის რადიაციის ჰელიოენერგეტიკული გამოყენების მიზნებისათვის

ყველაზე ხელსაყრელი პირობები, მიუხედავად იმისა, რომ მთიან რაიონებში მზის რადიაციის ენერგეტიკული დონე გაცილებით მაღალია დაბლობ რაიონებთან შედარებით, გამოინაკლის შემთხვევად შეიძლება ჩათვალოს სამხრეთ საქართველოს და სომხეთის მთიანეთი, სადაც მზის რადიაციის მაღალ დონესთან ერთად სინქრონულად ადგილი აქვს მზის საკმაოდ დიდ მნიშვნელობებს, რაც განაპირობებს ამ რაიონებში ჰელიოენერგეტიკული მიზნებისათვის მზის რადიაციის გამოყენების პერსპექტიულობას. აქვე აღვნიშნავთ, რომ მთიან რაიონებში ოროგრაფიული ღრუბლიანობის გავლენის შედეგად მზის-ი განიცდის შესამჩნევ რყევებს. აქ ამ პარამეტრების განაწილების კანონზომიერებებზე გავლენას ახდენს, როგორც ზოგადი ცირკულაციური, ასევე ლოკალური პროცესები (ფერდობების, მთა-ხეობების, მყინვარების ქარები, კონვექცია და მათგან განპირობებული ოროგრაფიული ღრუბლიანობა). მუნხ-ის საშუალო სიდიდე მაგალითად, ზაფხულის სეზონში შეადგენს ჯვრის უღელტეხილზე 6,3, მაღალმთიან არარატზე 7,5, ტერსკოლის პიკზე 7,0, ლენინაკანის ტაფობზე 9,2 საათს. რაც შეეხება მზის უწყვეტ ნათებაში შესვენების საშუალო ხანგრძლივობის სიდიდეებს, ისინი ხასიათდებიან გარკვეული წლიური მსვლელობით მაქსიმუმით ზამთრის მინიმუმით ზაფხულის და შუალედური მნიშვნელობებით წელიწადის

ცხრილი 6.2.3
მუნხ-ის საშუალო ხანგრძლივობა, საათი

№	რაიონი	t, საათი			
		გაზაფხული	ზამთარი	ზაფხული	შემოდგომა
1.	კასპისპირა დაბლობი	7-7.5	4.0-5.0	7.5-8.0	6.2-7.0
2.	სტავროპოლის მაღლობის აღმოსავლეთის ფერდობი, დასავლეთის ფერდობი,	6.8-7.4	4.5-5.0	9.0-9.5	6.0-6.5
	ცენტრალური ნაწილი	7.2-7.6	5.0-5.3	8.7-9.0	6.5-7.0

3.	მინერალური წყლები, კის-ლოვოდსკი	6.7-7.0	5.0-5.5	7.5-8.0	6.5-7.1
4.	ყუბანისპირა ვაკე	7.0-7.2	5.0-5.3	7.5-8.1	6.7-7.0
5.	დასავლეთი კავკასიონის ჩრდილოეთი წინამთა	6.7-7.4	4.9-5.3	9.0	6.3-6.8
6.	კრასნოდარის მხარის შავი ზღვის სანაპირო	7.0-7.8	5.1-5.5	8.0-8.3	6.7-7.0
7.	აზოვის ზღვის სანაპირო	7.3-7.6	4.7-4.9	8.0-8.7	6.5-7.0
8.	საქართველოს შ. ზღვის სანაპი.	6.7-7.3	5.3-5.5	6.8-7.5	6.5-7.0
9.	კოლხეთის დაბლობი	7.0-7.3	5.2-5.3	6.5-7.0	6.4-6.8
10.	ქართლის ვაკე	7.3-7.5	5.3-5.6	8.0-8.8	7.0-7.5
11.	ალაზნის ველ., იორის ზეგ.	6.8-7.2	5.3-5.7	7.8-8.6	6.7-7.0 6.9-7.2
12.	მტკვარ-არაქსის დაბლობი	7.0-7.3	5.3-5.8	8.0-8.8	6.5-7.0
13.	აფშერონი	7.4-7.6	5.0-5.2	9.0-9.5	6.5-7.8
14.	არარატის ვაკე	7.5-7.6	5.3-5.5	9.5-9.8	7.7
15.	ლენინაკანის ტაფობი	7.3-7.7	5.5-5.5	9.0-9.5	7.5
16.	სევანი ტბის აუზი	7.2-7.5	6.0-6.5	8.0-9.0	7.4-7.8
17.	ნახჭევანის ქვაბული	7.5-7.8	5.3-5.6	10.0-10.3	7.7-8.0

გარდამავალი (გაზაფხული, შემოდგომა) სეზონებში ჩვენი და სხვა ავტორების (137) მონაცემებით მოცდენების საშუალო ხანგრძლივობა კავკასიის ტერიტორიაზე მერყეობს ზამთრის 25-60, გაზაფხულის 20-32., ზაფხულის 11-271, შემოდგომის პერიოდში 17-35 საათის საზღვრებში. მზის უწყვეტი ნათების ხანგრძლივობასა $S_{\text{შფ}}$ (საათი) და შესვენების

ხანგრძლივობის S_{η} (საათი) შორის კავშირის წელიწადის სეზონებისათვის ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

გაზაფხული, შემოდგომა

$$S_{\eta,6} = 9.5 - 0.1S_{\eta} \quad (6.76)$$

ზაფხული

$$S_{\eta,6} = 12.0 - 0.2S_{\eta} \quad (6.77)$$

ზამთარი

$$S_{\eta,6} = 6.9 - 0.03S_{\eta} \quad (6.78)$$

(6.76)-(6.78) გამოსახულებებით გამოთვლილ და ჰელიოგრაფიული რეგისტრაციის გზით მიღებულ $S_{\eta,6}$ -ს სიდიდეებს შორის აბსოლუტური გადახრა შემთხვევების უმრავლესობისათვის არ აღემატება ± 0.5 საათს, გარდა ზოგიერთი ანომალურად ღრუბლიანი (მ/მ არაგაცი) და უღრუბლო (ნახჭევანი) პუნქტისათვის, სადაც იგი ზაფხულის სეზონში აღწევს ± 1.0 საათს. გასაგებია, რომ ეს გამოსახულებები სამართლიანია X -ის მნიშვნელობების იმ ზღვრებისათვის, რომლების დადგენილის წელიწადის თითოეული სეზონისათვის.

მზის ნათების საშუალო დღელამური სიდიდეებით \bar{S} შესაძლებელია განისაზღვროს მზის უწყვეტი ნათების საშუალო ხანგრძლივობის $S_{\eta,6}$ სიდიდეები, რასაც ჰელიოდანადგარების ექსპლუატაციისათვის განსაზღვრული პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. კავშირი ამ ორ სიდიდეს შორის ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციების სახით:

ზამთარი: $S_{\eta,6} = \bar{S} + 2.0 \quad (6.79)$

გაზაფხული: $S_{\eta,6} = 0.55\bar{S} + 3.75 \quad (6.80)$

ზაფხული: $S_{\eta,6} = 0.78\bar{S} + 1.62 \quad (6.81)$

შემოდგომა: $S_{\eta,6} = 0.58\bar{S} + 3.78 \quad (6.82)$

(6.79)-(6.82) დამოკიდებულებებით გამოთვლილ და ჰელიოგრაფებით რეგისტრირებულ $S_{\gamma, \rho}$ -ს სიდიდეებს შორის გადახრის აბსოლუტური სიდიდე არ აღემატება ზამთრის სეზონისათვის ± 0.5 საათს.,

მზის ნათების ხანგრძლივობის რიგების სტატისტიკური შეფასება წარმოდგენას იძლევა ჰელიოდანადგარების სამუშაო პერიოდების ცვლილებების თავისებურებებზე და მათ კანონზომიერებებზე, როგორც ჩვენი და (137)-ში მოყვანილი გამოთვლების შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, მზის საშუალო კვადრატული ცდომილება შეადგენს 2,3-4,0საათს მაქსიმუმით ზაფხულის და მინიმუმით ზამთრის თვეებში. ვარიაციის კოეფიციენტის C_v სიდიდეები ნელინადის განმავლობაში მერყეობენ 0,3-0,5-ის საზღვრებში მაქსიმუმით გაზაფხულის (0,45-0,57), მინიმუმით ზაფხულის (0,28-0,42) თვეებში. დაბლობი რაიონები საგან განსხვავებით მთიან რაიონებში ზაფხულში აღინიშნება C_v -ს დიდი ($C_v > 0.50$) მნიშვნელობები. ასიმეტრიის კოეფიციენტის – სიდიდე მერყეობს ზამთრის -0,5-+0,2, გაზაფხულის -0,2-+0,4, ზაფხულის -1,4-+0,4, შემოდგომის სეზონებისათვის -0,7-+0,3-ის საზღვრებში. მზის მრუდები გაზაფხულისა და ზამთრის სეზონისათვის ხასიათდებიან სიმეტრიულობით, ზაფხულისა და შემოდგომის სეზონისათვის – ასიმეტრიულობით. ამასთან დაბლობი რაიონებისათვის დამახასიათებელია უარყოფით, მაღალმთიანი რაიონებისათვის – დადებითი ასიმეტრია. ექსცესის კოეფიციენტის E მნიშვნელობები სადგურების აბსოლუტური უმრავლესობისათვის არის უარყოფითი და ნელინადის განმავლობაში მერყეობენ -0,50-+1,40-ს საზღვრებში.

როგორც მზუხ-ის უზრუნველყოფის ინტეგრალური ალბათობის P სიდიდეზე დამოკიდებულებების $S_{\gamma} = f(P)$ ანალიზი გვიჩვენებს, კავკასიის ტერიტორიისათვის მათი საშუალებით შესაძლებელია შეფასდეს ჰელიოდანადგარების უწყვეტი მუშაობის მოსალოდნელი ხანგრძლივობის სიდიდეები და მათი ლიმიტის საზღვრები P-ს ნებისმიერი (0-100%)მნიშვნელობებისათვის. P-ს-ზრდისას 0%-დან 100%-მდე მზუხ-ის სიდიდეების ცვალებადობის დიაპაზონი მცირდება 2-დან 1 საათამდე ზაფხულის და 2-დან 0 საათამდე ნე-

ლინადის დანარჩენი სეზონებისათვის. 5, 50 და 90% მნიშვნელობებისათვის მნუხ-ის სიდიდეები მერყეობენ შესაბამისად 8-10, 5-8, 2-3 საათის ზამთრის, 12-14, 6-8, 2-3 საათის გაზაფხულის, 10-12, 7-9, 2-4 საათის შემოდგომის და 12-14, 8-11, 2-5 საათის საზღვრებში ზაფხულის სეზონისათვის. დამოკიდებულება $S_{\gamma} = f(P)$ ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით ზამთრისა და გაზაფხულის და კვადრატული ფუნქციის სახით შემოდგომისა და ზაფხულის სეზონისათვის.

მნუხ-ის მნიშვნელობები:
ზამთარი, ზედა საზღვარი

$$S_{\gamma} = 10.4 - 0.07P \quad (6.83)$$

ქვედა საზღვარი

$$S_{\gamma} = 8.8 - 0.076P \quad (6.84)$$

გაზაფხული, ზედა საზღვარი

$$S_{\gamma} = 13.6 - 0.125P \quad (6.85)$$

ქვედა საზღვარი

$$S_{\gamma} = 12.0 - 0.12P \quad (6.86)$$

ზაფხული, ზედა საზღვარი

$$S_{\gamma} = 14.3 - 0.0011P^2 \quad (6.87)$$

ქვედა საზღვარი

$$S_{\gamma} = 12.4 - 0.0015P^2 \quad (6.88)$$

შემოდგომა, ზედა საზღვარი

$$S_{\gamma} = 11.93 - 0.001P^2 \quad (6.89)$$

ქვედა საზღვარი

$$S_{\gamma} = 14.3 - 0.0011P^2 \quad (6.90)$$

ზაფხული სეზონისათვის S_{γ} მნიშვნელობების ზედა საზღვარი შეესაბამება კავკასიის დაბლობი ტერიტორიის აღმოსავლეთის ნაწილის ნახევრადუდაბნო, არიდულ რაიონებს (ნახჭევანის ჩათვლით), საქართველოს და სომხეთის თიანეთის ზოგიერთ რაიონს, (6.83)- (6.90) გამოსახულებებს გააჩნია გარკვეული პრაქტიკული მნიშვნელობა: მნუხ-ის ზე-

და საზღვრისათვის მიღებული გამოსახულებებით გამოითვლება ჰელიოდანადგარების მუშაობის მაქსიმალური ხანგრძლივობის სიდიდეები მოცემული სეზონისათვის, ხოლო ქვედა საზღვრისათვის მიღებული გამოსახულებებით მინიმალური სიდიდეები, ე.ი. ეს გამოსახულებები იძლევიან ჰელიოდანადგარების ექსპლუატაციის ხანგრძლივობის ლიმიტურ (ზედა და ქვედა) საზღვრებს.

რაც შეეხება წელიწადის განმავლობაში მზის უწყვეტი ნათების პერიოდებს შორის მოცდენების სიდიდეების განაწილებების თავისებურებებს, რომლებიც განსაზღვრავენ მაკუმულირებელი მოწყობილობების მოცულობას, ენერჯის დუბლიორი წყაროების საჭირო სიმძლავრეს და სხვა, ისინი ფაქტიურად წარმოადგენენ მნუხ-ის უკუპროპორციულ სიდიდეებს. წელიწადის განმავლობაში მაქსიმუმით ზამთრის, მინიმუმით – ზაფხულის სეზონში. მოცდენების საშუალო სიდიდეები დაბლობ რაიონებში მერყეობენ ზაფხულში. 9-18, ზამთარში 30-55, გაზაფხულისა და შემოდგომის სეზონებში 20-28 საათის საზღვრებში. მოცდენების საშუალო სიდიდეების აბსოლუტური ცდომილება ზაფხულის სეზონში ნაკლებია ერთ საათზე, წელიწადის დანარჩენი სეზონებისათვის იგი მერყეობს 1-3 საათის საზღვრებში.

როგორც უკვე აღნიშნული იყო, კავკასიის მთიანი რაიონები ხასიათდებიან რადიაციული ნაკადების დიდი ენერგეტიკული სიმძლავრით, მაგრამ ჰორიზონტის ჩაკეტილობისა და ოროგრაფიული ღრუბლიანობის გავლენის შედეგად აქ საგრძნობლად ეცემა მზის ნათების ხანგრძლივობა. აქედან გამონაკლისს წარმოადგენს სამხრეთ საქართველოს და სომხეთის მთიანეთი, აგრეთვე მთიანი დაღესტანი შიდა რაიონები, სადაც მნუხ-ის პერიოდების უზრუნველყოფა მცირედ ჩამორჩება პერსპექტიული დაბლობი რაიონების შესაბამის მონაცემებს, ხოლო ენერჯის ნაკადის სიმძლავრით და მნუხ-ის საერთო სიდიდით ზაფხულის სეზონის განმავლობაში აღემატებიან უკანასკნელებს. ერთ კონკრეტულ მაგალითზე განვიხილოთ ჰელიოდანადგარების ექსპლუატაციის რენტაბელობის ზრდა მთიან რაიონებში. რენტაბელობის კრიტერიუმად ითვლება მიღებული სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც მოდის ჯამური დანახარჯების ერთეულზე.

მთიან და მაღალმთიან რაიონებში, სადაც ცივი პერიოდის ხანგრძლივობამ შეიძლება შეადგინოს წელიწადი, მშენებლობის ტრადიციული არქიტექტურული კანონები ექცევიან ადგილობრივი მეტეოროლოგიური და რადიაციული კლიმატის მახასიათებლების რაციონალური გამოყენების მოთხოვნილებების არეში. არქიტექტურული გადაწყვეტილებების ოპტიმალური ვარიანტები ძიებაში ჰელიოენერგეტიკული გამათბობელი სისტემების ელემენტებმა (კერძოდ რადიაციის მიმღებმა ზედაპირმა) შეიძლება შეასრულონ ნაგებობების არქიტექტურული კონსტრუქციების დეტალების როლი (მიმღები ზედაპირი წარმოადგენს შენობის კედლების, ან მზის სხივებისადმი ოპტიმალური ორიენტაციის და დახრილობის სახურავის ნაწილს).

როგორც ცნობილია (44), ბრტყელი ჰელიოგამათბობელის რადიაციის მიმღები დახრილი ზედაპირის სითბური ბალანსის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$\frac{Q_N}{A} = F_R(Q_0 R \tau \alpha - \frac{Q_a}{A}) \quad (6.91)$$

რომელშიც Q არის ჰორიზონტალური მიმღები ზედაპირის ფართობის ერთეულზე (1სმ^2) ერთი საათის განმავლობაში დაცემული ჯამური რადიაციის სიდიდე. R დახრილ და ჰორიზონტალურ ზედაპირებზე დაცემული რადიაციის სიდიდეების შეფარდება, τ - მინის გამშვები, α - შთანთქმის უნარიანობა. $Q_0 R \tau \alpha$ წარმოადგენს ჯამური რადიაციის სიდიდეს, რომელიც აღწევს ჰელიოგამათბობელი მიმღებ ზედა-

პირს. $\frac{Q_a}{A}$ - არის სითბოგამტარობის და გამოსხივების გზით

ერთი საათის განმავლობაში გამათბობელის კორპუსის ერთეული ფართის მიერ სითბოს ჯამური დანაკარგების სიდიდე. F_R წარმოადგენს ჰელიოგამათბობელის მიმღები ზედაპირიდან თბომატარებლისათვის (ჰაერი, სითხე) სითბოს გა-

დაცემის მარგი ქმედების კოეფიციენტს (მქკ). $\frac{Q_N}{A}$ არის სასარგებლო სითბოს რაოდენობა.

ჰელიოგამათობელის კონსტრუქციული ელემენტების უცვლელი პარამეტრების, თბოფიზიკური მახასიათებლების და ჰაერის მუდმივი ტემპერატურის პირობებში F_R , $\tau\alpha$ და

$\frac{Q_\alpha}{A}$ სიდიდეები ასევე მუდმივი არიან და (6.91) გამოსახულებით

გამოთვლის საბოლოო შედეგები დამოკიდებულია ჰელიოგამათობელის ზედაპირზე დაცემული ჯამური რადიაციის სიდიდეზე. მაგრამ მთიან რაიონებში Q_α -ს სიდიდე არის ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ფუნქცია, რის შედეგად ყოველი კონსტრუქციული პარამეტრების მქონე ბრტყელი ფორმის ჰელიოდანადგარისათვის ადგილის სიმაღლეზე დამოკიდებულებით იცვლება მისი მქკ და სასარგებლო სიტბოს რაოდენობა. სინქრონულად ადგილის სიმაღლის მატებისას იზრდება გამათობელის სითბური დანაკარგები მის კორპუსსა და ჰაერის ტემპერატურას შორის სხვაობის ზრდის შედეგად, მაგრამ იგი შეიძლება დაყვანილი იქნეს მინიმუმამდე სათანადო ხარისხის თერმოიზოლირებით. ცენტრალური კავკასიონისათვის ბრტყელი ჰელიოგამათობელის სითბური ბალანსის განტოლება ამ მოსაზრებების გათვალისწინებით და ჩვენს მიერ დადგენილი $\sum Q_0 = f(H)$ დამოკიდებულების გამოყენებით, მაგალითად, აპრილისა და ოქტომბრის 15 რიცხვის 11-12 საათის დროის ინტერვალისათვის, როდესაც მიმღებ ზედაპირს უკავია ჰორიზონტალური მდებარეობა, ლებულობს შემდეგ სახეს:

აპრილი

$$\frac{Q_N}{A} = F_R(2710.4 + 41.1H^2)\tau\alpha - \frac{Q_\alpha}{A} \quad (6.92)$$

ოქტომბერი

$$\frac{Q_N}{A} = F_R(1800.0 + 45.3H^2)\tau\alpha - \frac{Q_\alpha}{A} \quad (6.93)$$

მიმღები ზედაპირის სამხრეთის ორიენტაციის შემთხვევაში, როდესაც მისი დახრილობის კუთხე შეადგენს 45° -ს აპრილი

$$\frac{Q_N}{A} = F_R(3180.0 + 150.0H^2)\tau\alpha - \frac{Q_\alpha}{A} \quad (6.94)$$

ოქტომბერი

$$\frac{Q_N}{A} = F_R(2980.0 + 240.0H^2)\tau\alpha - \frac{Q_a}{A} \quad (6.95)$$

(6.92) – (6.95) გამოსახულებებში ჯამური რადიაცია მოცემულია კვ(მ²საათი)-ში H კმ-ში.

დავუშვათ, რომ გამათბობელისათვის (მინის ორფენიანი ბრტყელი სახურავით) $\tau = 0.80$, $\alpha = 0.90$, ე.ი. $\tau\alpha = 0.72$,

თბოდანაკარგების $\frac{Q_a}{A}$ სიდიდე შეადგენს Q_0 -ის სიდიდის

20%, ხოლო ჰელიოგამათბობელი ს კორპუსის სათანადო თერმოიზოლაციის შედეგად მისი ტემპერატურა სიმაღლის მატებისას იცვლება უმნიშვნელოდ, ამ დაშვების შედეგად $F_R = 0.77$. მოწმენდილი ცის შემთხვევაში წელიწადის ცივი პერიოდის (X-V) თვეების შუა რიცხვის 11-12 საათის ინტერ-

ვალისათვის გამოთვლილი $\frac{Q_N}{A}$ სიდიდეების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ისინი ადგილის სიმაღლის მატების სინქრონულად

იზრდებიან. დამოკიდებულებები $\sum \frac{Q_N}{A} = f(H)$ ჰელიოგამათბობლების ჰორიზონტალური მდგომარეობის შემთხვევაში წარმოიდგინებინ კვადრატული ფუნქციის სახით:

$\sum \frac{Q_N}{A} = a + bH^2$ a და b კოეფიციენტების სიდიდეები მოცე-

მულია ცხრილში 6.2.4 შესაბამისი მრუდებიდან აღებულ და

ამ დამოკიდებულებებით გამოთვლილ $\sum \frac{Q_N}{A}$ -ს სიდიდეებს

შორის საშუალო კვადრატული გადახრა შეადგენს 11,05 კვ(მ² საათი)-ს. ეს გამოსახულებები საათურ შუალედში (11-12სთ) იძლევიან ჰელიოგამათბობლების მიერ სასარგებლო სითბოს სიდიდის ცვლილებებს ადგილის სიმაღლეზე დამოკიდებულებით. განსაზღვრულ პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს სითბოს სიდიდეების გამოთვლა და მათი მალლივი ცვალებადობის კანონზომიერებების დადგენა დღის იმ ინტერვალისათვის, როდესაც ჰელიოგამათბობლის ჰორი-

ზონტალურ ზედაპირზე მოდის სხივური ენერჯის ტექნიკურად გამოსაყენებელი სიმძლავრე ($0,42 \text{ კვტ/მ}^2 \text{ სთ}$) ნელინადის ცივი პერიოდის თითოეული თვისათვის დროის იმ შუალედების ხანგრძლივობის განსაზღვრის შემდეგ, როდესაც სრულდება ეს პირობა ჰორიზონტალური და 45° -ით დახრილი სამხრეთისაკენ ორიენტირებული ჰელიოგამათბობლის ზედაპირებისათვის გამოთვლილი იქნა $\sum_{\varphi} \frac{Q_N}{A}$ -ს სიდიდეები ადგილის სიმაღლეზე დამოკიდებულებით, დამოკიდებულება

$\sum_{\varphi} \frac{Q_N}{A} = f(H)$ წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

$\sum_{\varphi} \frac{Q_N}{A} = a + bH$ a და b კოეფიციენტის მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში 6.2.4 სიმაღლის ზრდისას 0-4 კმ ფარგლებში $\sum_{\varphi} \frac{Q_N}{A}$ -ის სიდიდეები საგრძნობლად მატულობს

ჰელიოგამათბობლის ჰორიზონტალური მდგომარეობის პირობებში, მათი განსაკუთრებით ინტენსიური ზრდა აღინიშნება სამხრეთისაკენ ორიენტირებული რადიაციის მიმღები

ზედაპირის შემთხვევაში. $\sum_{\varphi} \frac{Q_N}{A}$ -ის სიდიდე როგორც დაბლობი ასევე მთიანი რაიონებისათვის დკემბერ-მაისის პერიოდში ჰორიზონტალურ ზედაპირთან შედარებით იზრდება 1,2-7,7-ჯერ. მზის სიმაღლის ზრდისას ეს განსხვავება მცირდება, ზამთრის თვეებისათვის კი იგი მაქსიმალურია.

აღსანიშნავია, რომ ნოემბერ-დეკემბერში ჰორიზონტალური ზედაპირისათვის ჯამური რადიაციის სიდიდე ნაკლებია მის ტექნიკურად გამოსაყენებელ სიმძლავრეზე ($0,42 \text{ კვტ/მ}^2$) 45° -ით დახრილ სამხრეთისაკენ ორიენტირებულ ზედაპირზე კი იგი ნელინადის ამ პერიოდში მეტია $0,42 \text{ კვტ/მ}^2$ -ზე. მზის რადიაციის გამოყენებადობის სიდიდე, რომელიც წარმოადგენს დღის იმ ნაწილის რადიაციის ჯამის შეფარდებას, როდესაც $Q > 0,42 \text{ კვტ/მ}^2$ -ზე, რადიაციის დღიური ჯამის სიდიდესთან, ადგილის სიმაღლის ფუნქციაა.

მაგალითად, აპრილში იგი სიმაღლის ზრდისას 0,4 კმ-დან 4.0კმ-მდე მატულობს 0,80 –დან 0.93-მდე.

ცხრილი 6.2.4

$\sum_b \frac{Q_N}{A}$ და $\sum_{\alpha} \frac{Q_N}{A}$ სიდიდეები მონმენდილი ცის შემთხვევაში, კვ/მ²სთ

\sum	α	a, b	თვე			
			X	XI	XII	I
$\sum_b \frac{Q_N}{A}$	0°	a,	755.68	593.54	537.08	605.21
		b	20.97	19.44	12.22	10.56
$\sum_{\alpha} \frac{Q_N}{A}$	0°	a,	4000.0	1725.0	1050.0	1600.0
		b	600.0	525.0	250.0	400.0
	45°	a,	7975.0	7025.0	6250.0	7150.0
		b	1025.0	675.0	700.0	1000.0

\sum	α	a, b	თვე			
			II	III	IV	V
$\sum_b \frac{Q_N}{A}$	0°	a,	780.0	1026.9	1165.0	1290.4
		b	13.33	15.0	20.0	21.1
$\sum_{\alpha} \frac{Q_N}{A}$	0°	a,	3925.0	5500.0	7500.0	10075.0
		b	325.0	1100.0	1200.0	875.0
	45°	a,	7800.0	9000.0	9850.0	9300.0
		b	1000.0	1000.0	1150.0	1200.0

ამრიგად, კავკასიის მთიან და მაღალმთიან რაიონებში მუდმივი თბოფიზიკური პარამეტრების ბრტყელი ფორმის ჰელიოგამათბობელის ნაყოფიერება ადგილის სიმაღლის ზრდისას მნიშვნელოვნად მატულობს, რაც ნაგებობების თბომომარაგების თვალსაზრისით გარკვეულ ეკონომიურ ეფექტს იძლევა.

მთიანი რაიონების ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალის შეფასებისას მწუხ-ის და მზის უწყვეტი ნათების პერიოდებს შორის მოცდენების ჯამური ხანგრძლივობის გარდა

გათვალისწინებული უნდა იქნეს რადიაციის ენერგეტიკული დონის ზრდა ადგილის სიმაღლის მატების სინქრონულად.

როგორც აღინიშნა, საკვლევ ტერიტორიაზე აქტივობითი სადგურების სიმცირე და ამით განპირობებული საჭირო ინფორმაციის ნაკლებობა აძნელებს რადიაციული ბალანსის და მისი კომპონენტების დროში და სივრცეში განაწილების კანონზომიერებების და ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალის სათანადო სიზუსტით დადგენას. ამ ხარვეზის შევსების მიზნით კლიმატოლოგიური გამოთვლების პრაქტიკაში ფართოდ გამოიყენება ემპირიული სახის ფორმულები, რომლებიც იძლევიან რადიაციული ბალანსის ცალკეული კომპონენტების დამოკიდებულებას მოღრუბლულობაზე და მზის ნათების ხანგრძლივობაზე. მაგალითად, (39)-ში ჯამური რადიაციის თვიური ჯამების სიდიდეები გამოთვლილი იქნა (58)-ში მოცემული შემდეგი სახის ფორმულით:

$$Q = Q_0 [1 - (1 - 0.33 - 0.35H)n(1 - 0.1H)] \quad (6.96)$$

სადაც n არის საერთო მოღრუბლულობა, H ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე, Q და Q_0 ჯამური რადიაციის თვიური ჯამების სიდიდეები ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში და მონმენდილი ცის შემთხვევაში. შესაბამისი განედებისათვის Q_0 -ის სიდიდეები აღებული იქნა (17)-დან. მზის პირდაპირი რადიაციის ფაქტიური ჯამების $\sum S$ გამოსათვლელად კი (39)-ში გამოყენებული იქნა ს. სივკოვის ფორმულა:

$$\sum S = \sum S_0 (1 - n + \frac{n - n_1}{2}) \quad (6.97)$$

სადაც $\sum S_0$ არის პირდაპირი რადიაციის თვიური ჯამი მონმენდილი ცის შემთხვევაში n, n_1 - საერთო და ქვედა იარუსის ღრუბლიანობა.

საქართველოს ტერიტორიისათვის (160)-ში $\sum S_{\sigma} Q$ -ის სიდიდეები გამოთვლილი იქნა (1.2) ფორმულით. სომხეთის

ტერიტორიისათვის (48) $\sum {}_m Q$ -ის სიდიდეები გამოთვლილი იქნა (6.97) ფორმულით, რომელშიც საერთო ღრუბლიანობა n წარმოდგენილია შემდეგი სახით: $n = \frac{1}{2}(1 - S_1 + n)$, სადაც S_1 არის მზის ნათების ფარდობითი ხანგრძლივობა. $\sum {}_m Q_0$ -ის სიდიდეები კი განსაზღვრული იქნა შემდეგი გამოსახულებით:

$$\sum {}_m Q_0 = Pth_0^{0.04} \quad (6.98)$$

სადაც P კოეფიციენტია, t მზის ნათების შესაძლო ხანგრძლივობა, h_0 -თვის 15 რიცხვისათვის მზის სიმაღლის საშუალო მნიშვნელობა.

საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ მთიანი რაიონებისათვის (164)-ში დადგინდა (1.2) ფორმულის გამოყენების მიზანშეუწონლობა თვიური ჯამების გამოთვლის მიზნით, რაზედაც ადრე მიუთითებდა მ. ბუდიკოც (21).

ჯამური რადიაციის თვიური ჯამები ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში ჩვენს მიერ გამოთვლილი იქნა მე-3 თავში მოცემული მეთოდიკით. მეთოდოლოგიური თვალსაზრისით განსაზღვრულ ინტერესს წარმოადგენს ჩვენი და მოხსენიებული ავტორების მიერ მიღებული შედეგების შედარება კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის (ცხრ. 6.2.5)

ჩატარებულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ჯამური რადიაციის თვიური ჯამების გამოთვლის მიზნით საქართველოს მთაგორიან რაიონებში (160) სავინოვ-ანგსტრემის ფორმულის (1.2) გამოყენება და მასში შემავალი K პარამეტრების სიდიდის განსაზღვრა თ. ბერლიანდის გრაფიკით იძლევა დიდ ცდომილებას (რეალურიდან განსხვავებამ შეიძლება მიაღწიოს 30% და მეტს).

აღსანიშნავია, რომ (48)-ში მოცემული ინფორმაციის გამოყენებით აგებულ გრაფიკზე (დამოკიდებულება 2) ადგილი აქვს α -ს დიდ დისპერსიას: β მნიშვნელობას 6000.0მჯ/მ² შეესაბამება α -ს შემდეგი დიაპაზონი 5700.0-6600.0მჯ/მ², რაც მიუთითებს (48)ში ჯამური რადიაციის სიდიდეების გამოთვლებში გამოყენებული მეთოდიკის გარკვე-

ულ ხარვეზებზე. დამოკიდებულება 2-ით გამოთვლილ და მისი შესაბამისი გრაფიკიდან აგებულ α -ს მნიშვნელობებს შორის საშუალო კვადრატული გადახრის სიდიდე აღწევს 60.0 მჯ/მ²-ს. რაც შეეხება (39)-ს (დამოკიდებულება 3) ამ შემთხვევაში α და β -ს შორის განსხვავება მინიმალურია: იგი მერყეობს 50,0მჯ/მ²-ის. საზღვრებში, 4-ის შემთხვევაში კი განსხვავების დიაპაზონი მერყეობს 50,0-100,0 მჯ/მ²- ის საზღვრებში.

ცხრილი 6.2.5

ჯამური რადიაციის წლიურ ჯამებს შორის დამოკიდებულება ავტორისა (β) და ლიტერატურული წყაროების (α) მონაცემებით მჯ/მ²-ში

№	დამოკიდებულება	ავტორი, წყარო	რაიონი
1	$\beta = 0.91\alpha + 350.0$	39	ამიერკავკასია, დაღესტანი
2	$\beta S = f(P_{0-2})1.05\alpha - 540.0$ S, S^1 $\beta = 1.05\alpha - 540.0$	48	სომხეთი
3	$\beta = 1.05\alpha - 360.$	39	სომხეთი
4	$\beta = 1.43\alpha - 2300.0$	164	აზერბაიჯანი, დაღესტანი
5	კავშირის დადგენა შეუძლებელია	160	საქართველო

ამრიგად, კავკასიის მთავორიან პირობებში ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალური რესურსების შეფასების მიზნით ჯამური რადიაციის სიდიდეების გამოსათვლელად გათვალისწინებული უნდა იქნეს ჩვენს მიერ გამოყენებული მეთოდიკა. ამ პირობის დაცვით კავკასიის ტერიტორიისათვის გამოთვლილი იქნა ჯამური რადიაციის თვიური, სეზონური და წლიური ჯამების სიდიდეები მოღრუბლულობის საშუალო მრავალწლიური სიდიდეების გამოყენებით. მიღებული შედეგები დაკვირვებების მონაცემებთან ერთად საფუძვლად დაედო კავკასიის ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული

პოტენციალის შეფასებას, ხოლო ამიერკავკასიის ტერიტორიისათვის პარალელურად გამოყენებული იქნა ვ. გაგუას მიერ მიღებული საინტერესო შედეგები, რომლებიც მოცემულია ცნობილ მონოგრაფიაში (137). აქვე აღვნიშნავთ, რომ კავკასიის ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული რესურსების განაწილების რუკაზე კონკრეტული პუნქტების შემთხვევაში ფონური სიდიდეების დეტალიზაცია შესაძლებელია ჩატარდეს შ. დარჩიასთან ერთად ჩვენს მიერ დამუშავებული მეთოდით (2). როგორც ცნობილია, საბჭოთა კავშირის დაშლამდე ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე ფუნქციონირებდა 129 მეტეოროლოგიური და 16 აქტინომეტრიული სადგური, ჩრდილოეთ კავკასიის ტერიტორიაზე და შესაბამისად 44 და 7 სადგური. ამას თან კავკასიის მთიან რაიონებში აქტინომეტრიული სადგურების რიცხვი დაბლობ რაიონებთან შედარებით გაცილებით მცირეა. ამ რაიონებში საჭირო ინფორმაციის დეფიციტის შევსების და ჰელიოენერგეტიკული რესურსების დეტალიზაციის მიზნით შესწავლილ იქნა მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობის (ჰორიზონტალურ და სხივისადმი ნორმალურ სიბრტყეში) - S, S^1 და მოწმენდილი ცის მდგომარეობის ალბათობის P_{0-2} შორის ფუნქციონალური კავშირის თავისებურებები მათზე სინქრონული დაკვირვების ინფორმაციის გამოყენების საფუძველზე. მაღალმთიან რაიონებში ამჟამად და ახლო მომავალში აქტინომეტრიული სადგურების ორგანიზაცია და საჭიროო სტატისტიკური მასალების დაგროვება გასაგები ობიექტური მიზეზების გამო შეუძლებელია. რაც $S = f(P_{0-2})$ ფუნქციონალური კავშირის შესწავლას ანიჭებს აქტუალურ მნიშვნელობას. დამოკიდებულება $S = f(P_{0-2})$ ინფორმატიული თვალსაზრისით გაცილებით უზრუნველყოფილია, ვინაიდან მეტეოროლოგიური სადგურების რიცხვი, სადაც ღრუბლიანობაზე დაკვირვება სწარმოებს, 16-ჯერ მეტია იმ სადგურების რიცხვზე, სადაც ხდება მზის ნათების ხანგრძლივობის რეგისტრაცია და 17-ჯერ მეტი იმ სადგურების რიცხვზე, სადაც სინქრონულად სწარმოებს S და P_{0-3} სიდიდეებზე დაკვირვებები. აქედან გამომდინარე, თუ რომელიმე პუნქტისათვის მისი ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალის გამოვლენის მიზნით საჭი-

რო გახდება მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობის განსაზღვრა (რასაც საკმაოდ ხშირად ექნება ადგილი ჰელიოენერგეტიკული რესურსების კადასტრის დეტალიზაციის პროცესში), საკმარისი იქნება პუნქტ-ანალოგისათვის მიღებული $S = f(P_{0-2})$ დამოკიდებულების გამოყენებით საკვლევითი პუნქტისათვის მხოლოდ P_{0-2} სიდიდის ალბათობის განსაზღვრა. როგორც აღვნიშნეთ, მზის რადიაციის ამჟამად არსებული ტერიტორიული კადასტრების შესაძლებლობები საკმაოდ შეზღუდულია დროში და სივრცეში. მათი დეტალიზაციის თვალსაზრისით, ვინაიდან მათში ჩამოყალიბებული ზოგადი პრინციპული დებულებების კონკრეტული პუნქტის ლოკალურ პირობებამდე დაყვანა და პრაქტიკისათვის საჭირო შედეგების მიღება ხშირად გადაუჭრელ ამოცანას წარმოადგენს, ე.ი. განზოგადებულ კლიმატოლოგიურ სიდიდეებზე დაფუძნებული კადასტრები საჭიროებენ გარკვეულ დაზუსტებას და დეტალიზაციას.

როგორც აღვნიშნა, $S = f(P_{0-2})$, $S^1 = f(P_{0-2})$ ფუნქციონალური კავშირების დადგენა ხდება იმ სადგურებზე, სადაც S და $S^1 = f(P_{0-2})$ წარმოებდა დაკვირვებები. როგორც ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე (-26 მეტრიდან დაწყებული 3750 მეტრით დამთავრებული) განლაგებული კონკრეტული პუნქტებისათვის მიღებული შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, ეს დამოკიდებულებები წარმოადგენენ წრფეს, რომელსაც აქვს შემდეგი ანალიზური სახე: $S = a + bP_{0-2}$ დამოკიდებულებებში დაკვირვების ვადისათვის 12 სთ 30 წთ $a = -0.03$, $b = 2.86$ (IX, XI, XIII I), $a = 0.014$, $b = -1.44$ (I, II, III, IX, X, XII), $a = 0.20$, $b = -1.67$ (V), $a = 0.12$, $b = 1.76$ (IV, VIII, IX). ანალიზური გამოსახულებებით გამოთვლილ და დაკვირვებით მიღებულ S -ის სიდიდეებს შორის საშუალო კვადრატული გადახრა შეადგენს ± 0.036 (მ/მ ყაზბეგი) და ± 0.027 (სენაკი).

ამრიგად, თუ პუნქტისათვის ცნობილია P_{0-2} -ის მნიშვნელობები ამ მეთოდით შეიძლება გამოითვალოს S და S^1 -ის ინტენსივობის სიდიდეები ადგილის განედზე და აბსო-

ლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით, შემდეგ მათი საშუალებით თვიური და წლიური ჯამების გამოთვლა კონკრეტული პუნქტებისათვის), მაგრამ ეს ბუნებრივია, ვინაიდან მეთოდის საშუალებას იძლევა განსაზღვრული პუნქტებისათვის ჩატარდეს ჰელიოენერგეტიკული რესურსების დეტალიზაცია, რაც გულისხმობს ჰელიოდანადგარების ექსპლუატაციის ეფექტურობის ობიექტურ შეფასებასაც.

ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული რესურსების პოტენციალით დარაიონების ძირითად პარამეტრებს წარმოადგენენ ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი – S^1 , ჯამური Q რადიაციის ჯამების სიდიდე და მზის ნათების ხანგრძლივობა წელიწადის S_{Σ} , სეზონის (VI-VIII), თვის (I, VII)

განმავლობაში საერთო ღრუბლიანობის რაოდენობა იანვრისა და ივლისის თვეებში, საერთო მოლრუბლულობის მიხედვით მოწმენდილ დღეთა რიცხვი წელიწადში, მზის ნათების ხანგრძლივობის ივლისის სიდიდეების ალბათობები, რომლებიც ტოლია ან მეტია 250 საათზე, რაც უზრუნველყოფს მზის ნათების საშუალო დღიურ ხანგრძლივობას არანაკლებ 8 საათისა. აღნიშნული პარამეტრების დროში და სივრცეში განაწილების და მათი ცვალებადობის ობიექტურად შეფასების მიზნით კვლევის პროცესში გამოყენებული იქნა ინფორმაციის ანალიზის ალბათურ-სტატისტიკური მეთოდი. კავკასიის, როგორც რთული რეგიონის, ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალის დადგენის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს ფერდობებზე რადიაციის მოკლეტალღიანი ნაკადების (S, Q, D) და მზის ნათების ხანგრძლივობის სიდიდეების წლიური სვლის კანონზომიერებების ცოდნა. ეს საკითხი განხილული იყო 2-4 თავებში. აღნიშნული კრიტერიუმი საფუძვლად დაედო ჰელიოენერგეტიკული რესურსების კავკასიის ტერიტორიის დარაიონების სქემატურ რუკას, რომელზედაც გამოიყო პოტენციალური ჰელიორესურსების დონით ერთმანეთისაგან განსხვავებული ზონები ძირითადი კადასტრული პარამეტრების გრადაციების განსაზღვრული სიდიდეებით (ნახ. 6.2.1.). აღსანიშნავია, რომ საქართველოს დაბლობი ტერიტორიისათვის ჩვენს მიერ დადგენილი ჰელიოენერგეტიკული ზონების კონტურები ძირითადად დაემთხვა (137)-ში დადგენილი შესაბამისი ზონების კონტურებს.

პირველ ზონაში შედის ნახჩევანის ქვაბული, მდ. არაქსის მიმდებარე სომხეთის ტერიტორიის დასავლეთი ზოლი, შირაქის, არარატის ნახევარუდაბნო. არიდული ვაკეები და არაგაცის ზეგანი. ამ ზონაში ჯამური რადიაციის წლიური ჯამები მერყეობენ შესაბამისად 6000 და 820-920მჯ/მ²-ის, მზის ნათების ხანგრძლივობის საშუალო მრავალწლიური სი-

დიდეები (\sum_{φ}) 2600-2800 საათის საზღვრებში, ხოლო \sum_{VII} აღემატება 350 საათს. ნელინადში მოწმენდილ დღეთა რიცხვი მერყეობს 100-120-ის ფარგლებში. ჰელიოდანადგარების სამუშაო დროის ხანგრძლივობა ზაფხულის განმავლობაში შეადგენს 1000 საათზე მეტს. ზამთრის გარდა აქ არსებობს

ყველა პირობა ნებისმიერი ტიპის ჰელიოსისტემის ექსპლუატაციის მაქსიმალური ეფექტურობის რეალიზაციის თვალსაზრისით. კავკასიის ტერიტორიაზე ეს ზონა ითვლება ჰელიორესურსებით მაქსიმალურად უზრუნველყოფილ ზონად.

მეორე ზონა მოიცავს მტკვარ-არაქსის დაბლობის შემადგენელ ნაწილებს: მულანისა და შირვანის დაბლობებს, კასპიის ზღვის სანაპირო ზოლს ლენქორანის დაბლობის ჩრდილოეთ საზღვრამდე, სომხეთის შუამთის ზეგნებს და საქართველოს ტერიტორიის ჯავახეთის ზეგნის ვიწრო სამხრეთ-დასავლეთ ზოლს. ამ ზონაში $\sum_{\varphi} Q_{ღ}$ და $\sum_{VII} Q_{ღ}$

მერყეობენ 5500-5700 და 780-820მჯ/მ²-ის, \sum_{φ} და \sum_{VII} შესაბამისად 2500-2600 და 320-350 საათის საზღვრებში. ნელინადში მოწმენდილ დღეთა რიცხვი მერყეობს 70-100 დღის ფარგლებში, ჰელიოდანადგარების სამუშაო დროის ხანგრძლივობა ზაფხულის სეზონში შეადგენს 900-950 საათს. ამავე ზონაში შედიან აფშერონის ნახევარკუნძული და სამურ-დივიჩის დაბლობის სამხრეთი ნაწილი ხაჩმას-კუბას საზღვრამდე. ამ რაიონებში ჰელიოდანადგარების სამუშაო დროის სავარაუდო ხანგრძლივობა ზაფხულში აღწევს 900 საათს. მეორე ზონაში ჰელიოსისტემების სტაბილური მუშაობა უზრუნველყოფილია მთიანი რაიონებისათვის მთელი ნელინადის განმავლობაში. დაბლობი რაიონებისათვის კი ზამთრის თვეების გამოკლებით.

მესამე ზონაში შედის ჯავახეთის ზეგანის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილი და სომხეთის მაღალმთიანი ზეგნები. ამ ზონაში მეორე ზონის მსგავსად აღინიშნება ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალის ერთ-ერთი ძირითადი პარამეტრის – ჯამური რადიაციის წლიური ჯამების ($\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$) მატება ადგილის სიმაღლის ზრდისას შუამთის ზონაში (1-2 კმ) 5500-6100, მაღალი მთის (2-3კმ) ზონაში 6100-6400მჯ/მ²-ის საზღვრებში, ივლისის ჯამები ამ ზონებში შესაბამისად მერყეობენ 700-750 და 750-800მჯ/მ²-ის, ხოლო მზის ნათების ხანგრძლივობის საშუალო თვიური სიდიდეები შესაბამისად 280-320 და 320-330 საათის საზღვრებში. ზაფხულის სეზონში ჰელიოსისტემების სამუშაო დროის სავარაუდო ხანგრძლივობა მერყეობს 800-900 საათის ფარგლებში.

მეოთხე ზონა აერთიანებს კრასნოდარის მხარის შავი ზღვის და აზოვის ზღვის სანაპირო ზოლებს, ყუბანისპირა დაბლობს, სალსკის ტრამალების სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილს. ამ ზონაში $\sum_{VII} Q_{\varphi}$ და $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ -ის სიდიდეები მერყეობენ 600-800 და 4900-5200 მჯ/მ²-ის, S_{VII} და S_{φ} -ის სიდიდეები კი 250-350 და 2000-2500 საათის ფარგლებში. ზღვისპირა ზოლი შეიძლება გაიყოს ორ ქვეზონად: კრასნოდარის მხარის ქვეზონად მდ. ფსოუდან ნოვოროსიისკამდე, სადაც $\sum_{\varphi} Q_{\varphi}$ და $\sum_{VII} Q_{\varphi}$ -ის სიდიდეები მერყეობენ 4900-5000 და 600-700 მჯ/მ²-ის საზღვრებში, მეორე ქვეზონად, რომელიც მოიცავს ნოვოროსიისკიდან დაწყებული შავი და აზოვის ზღვისპირა სანაპიროებს კავკასიის ტერიტორიის ჩრდილოეთ საზღვრამდე. სადაც $\sum_{VII} Q_{\varphi}$ აღწევს 5200, $\sum_{VII} Q_{\varphi}$ - კი 800 მჯ/მ², ხოლო S_{φ} და S_{VII} მერყეობენ შესაბამისად 2300-2450 და 300-360 საათის საზღვრებში, მონმენდილ დღეთა რიცხვი კი 55-70-ის საზღვრებში. ზაფხულის პერიოდში ჰელიოსისტემების სამუშაო დროის სავარაუდო ხანგრძლივობა მერყეობს 700-800 საათის ფარგლებში. ამ ზონაში არსებული ჰელიორესურსები უზრუნველყოფენ ჰელიოსისტემების სტაბილურ ექსპლუატაციას წელიწადის თბილი პერიოდის განმავლობაში.

მეხუთე ზონაში შედიან ალაზან-ავტორანის, განჯა-ყაზახის, ქართლის ვაკეები, ივრის ზეგანი, ლენქორანის დაბლობი, შიდა დაღესტანი და აფხაზეთის ზღვისპირა ზოლი. ამ ზონაში $\sum_{\text{V}} Q_{\text{ღ}}$ და $\sum_{\text{VII}} Q_{\text{ღ}}$ -ის სიდიდეები მერყეობს 4900-5200 და 630-750მჯ/მ²-ის, ხოლო S_{V} და S_{VII} შესაბამისად 2150-2350 საათის, მზიან დღეთა რიცხვი ნელინადში 50-65-ის ფარგლებში. ჰელიოდანადგარების სამუშაო დროის სავარაუდო ხანგრძლივობა ზაფხულში შეადგენს 700-800 საათს. საშუალო და მცირე ზომის ჰელიოსისტემების რენტაბელური ექსპლუატაციისათვის აქ არსებობს ჰელიორესურსების (შესაბამისი) პოტენციალი.

მეექვსე ზონას განეკუთვნება ხაჩმას-კუბას ხაზის ჩრდილოეთით მდებარე კასპიის ზღვის სანაპირო ზოლი, ჩრდილოეთი დაღესტანის დაბლობი და სტავროპოლის მალლობის აღმოსავლეთის ფერდობი. ამ ზონაში $\sum_{\text{V}} Q_{\text{ღ}}$ და $\sum_{\text{VII}} Q_{\text{ღ}}$ მერყეობს 4600-5000 და 650-700მჯ/მ²-ის, S_{V} და S_{VII} 1750-2200 და 280-320 საათის, მზიან დღეთა რიცხვი ნელინადში 45-65-ის საზღვრებში. ზაფხულში ჰელიოსისტემების სამუშაო დროის სავარაუდო ხანგრძლივობა მერყეობს 750-850 საათის ფარგლებში ამ ზონაში ნელინადის ცივ პერიოდში ჰელიოსისტემის ექსპლუატაციის პირობები არახელსაყრელია განსაკუთრებით ჩრდილოეთ დაღესტნის დაბლობში, სტავროპოლის მალლობის აღმოსავლეთ ფერდობებზე მსგავსად აღმოსავლეთი წინაკავკასიის წინამთის რაიონებისა (გროზნოს, ჩრდილოეთ ოსეთის, ყაბარდოს ვაკეები, მინერალური წყლების რაიონი), სადაც აღმოსავლეთის გაბატონებული ქარების და ოროგრაფიის გავლენით ადგილი აქვს დაბალი იარუსის ღრუბლიანობის (ნისლი) წარმოქმნის ინტენსიურ პროცესებს და მზის ნათების ხანგრძლივობის და რადიაციის ჯამების მკვეთრ შემცირებას. ამ ზონაში ჰელიორესურსების გამოყენების მიზნით უპირატესობა უნდა მიენიჭოს საშუალო და მცირე მასშტაბის ჰელიოდანადგარებს. თუმცა ნელინადის თბილ პერიოდში წინამთის რაიონების გამოკლებით, შეიძლება გამოყენებული იქნეს ნებისმიერი ტიპის ჰელიოდანადგარი.

მეშვიდე ზონა მოიცავს კავკასიის მთიან რაიონებს (მეორე და მესამე ზონებში შემავალი მთიანი ზეგნების გამოკლებით), სადაც ადგილი აქვს სიმაღლის ცვლილებით განპირობებულ ჰელიორესურსების მახასიათებლების სიდიდების ვერტიკალურ ცვლილებებს. ამ რაიონებში მზის პირდაპირი და ჯამური რადიაციის ზრდის ტენდენციები ადგილის სიმაღლის ზრდის სინქრონულად განპირობებულია ატმოსფეროს სისქის, მისი აეროზოლური გაჭუჭყიანების, წყლის ორთქლის შემცველობის და დაბალი იარუსის ღრუბლიანობის ოპტიკური სისქის შემცირებით, რაც განსაზღვრავს ამ მნიშვნელოვანი კადასტრული მახასიათებლების ენერგეტიკული დონის მატებას. დაკვირვებებით და გამოთვლებით მიღებული ინფორმაციის სინქრონული ანალიზის შედეგად, როგორც ზემოთ აღინიშნა (თავი 4) რაოდენობრივად შეფასებული იქნა $\sum_{\varphi} Q_{\text{ღ}}$ -ის მაღლივი ცვალებადობის თავისებურებები კავკასიის ცალკეული, მთიანი რაიონებისათვის: დამოკიდებულება $\sum_{\varphi} Q_{\text{ღ}} = f(H)$ ანალიზურად იქნა წარმოდგენილი კვადრატული ფუნქციების სახით:

მცირე კავკასიონი აზერბაიჯანის ფარგლებში

$$\sum_{\varphi} Q_{\text{ღ}} = 5115.98 + 80.77H^2 \quad (6.99)$$

მცირე კავკასიონი სომხეთის ფარგლებში

$$\sum_{\varphi} Q_{\text{ღ}} = 5500 + 80.0H^2 \quad (6.100)$$

მცირე კავკასიონი საქართველოს ფარგლებში

$$\sum_{\varphi} Q_{\text{ღ}} = 5030.8 + 101.5H^2 \quad (6.101)$$

დიდი კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობის დასავლეთი ნაწილი

$$\sum_{\varphi} Q_{\text{ღ}} = 4945.8 + 97H^2 \quad (6.102)$$

ცენტრალური ნაწილი

$$\sum_{\varphi} Q_{\text{ღ}} = 4595.8 + 123.1H^2 \quad (6.103)$$

აღმოსავლეთი ნაწილი

$$\sum_{\varphi} Q_{\text{ღ}} = 5015.98 + 90.77H^2 \quad (6.104)$$

დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის დასავლეთი ნაწილი

$$\sum_{\varphi} Q_{\text{ვ}} = 5033.3 + 90.0H^2 \quad (6.105)$$

ცენტრალური ნაწილი

$$\sum_{\varphi} Q_{\text{ვ}} = 5023.4 + 9616H^2 \quad (6.106)$$

აღმოსავლეთი ნაწილი

$$\sum_{\varphi} Q_{\text{ვ}} = 5180.8 + 81.5H^2 \quad (6.107)$$

როგორც ამ გამოსახულებების ანალიზიდან ჩანს, კავკასიის მთიან რაიონებში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ცვლილებისას 0-4 კმ-ის საზღვრებში $\sum_{\varphi} Q_{\text{ვ}}$ -ის მნიშვნელობები საშუალოდ იზრდებიან 1300-1600მჯ/მ²-ით (25-30%-ით). აქედან გამომდინარე, მთიანი რაიონების გაერთიანება მზის ენერჯის პოტენციალური რესურსების დონით ერთ განსაზღვრულ ზონაში არ არის გამართლებული, რადგანაც კომპლექსური კადასტრული მახასიათებლები აქ განიცდიან მკვეთრ მაღლივ და ლოკალურ ცვლილებებს, რაც გამორიცხავს აქ არსებული სამი მაღლივი ენერგეტიკული ზონის (დაბალი მთა, შუა მთა, მაღალი მთა) ერთი განსაზღვრული ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალის ზონაში გაერთიანების შესაძლებლობას. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ მთიანი რეგიონის ნებისმიერი მაღლივი სარტყლის ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალის შეფასებისათვის მზის პირდაპირი და ჯამური რადიაციის სიდიდეების დადგენა აუცილებელი, მაგრამ არასაკმარისი პირობაა, რადგანაც კადასტრის მეორე მნიშვნელოვანი პარამეტრი – მზის ნათების ხანგრძლივობა ფუნქციანა (რადიაციისა და ჰაერის ტემპერატურისაგან განსხვავებით) არა მარტო ადგილის სიმაღლისა, არამედ რთული ოროგრაფიული პირობებისა, რომლებიც განსაზღვრავენ ჰორიზონტის დახურულობის ხარისხს და ხშირად ღრუბლიანობის რეჟიმის თავისებურებებსაც, რის შედეგად რუკებზე მოცემული ჰელიორესურსების ფონური სიდიდეები ზოგიერთ შემთხვევაში საჭიროებენ დაკონკრეტებას საკვლევი ადგილის ლოკალური პირობების გათვალისწინებით. მაგალითად, მ/მ/ ყაზბეგზე (3653მ) მრავლანაწიური მონაცემებით საერთო და ქვედა იარუსის საშუალოწლიური ღრუბლიანობა შეადგენს 5,6 და 4,1 ბალს, მზის ნათების საშუალო

ხანგრძლივობა ნელინადში 2150 საათს,
 $\sum_{\text{V}} Q_{\text{ღ}} = 6410.0$ მჯ/მ²-ს. შედარებისათვის პუნქტ ქიურდა-
 მირში, რომელიც მდებარეობს მტკვარ-არაქსის დაბლობ ზე
 (2მ), ღრუბლიანობა შესაბამისად შეადგენს 5,5 და 4,2 ბალს.
 მზის ნათების ხანგრძლივობა 2110 საათს,
 $\sum_{\text{V}} Q_{\text{ღ}} = 5421.9$ მჯ/მ²-ს. თანახმად (39,137)-ისა მმ ყაზბეგი

მიეკუთვნება ნაკლებად პერსპექტიულ უკანასკნელ „გ“ ზონას, ხოლო ქიურდამირი პერსპექტიულ „ბ“ ზონას, მიუხედავად იმისა, რომ ორივე პუნქტისათვის მზის ნათების ხანგრძლივობა და ღრუბლიანობა თითქმის ერთნაირია, ხოლო მ/მ ყაზბეგზე მზის რადიაციის ენერგეტიკული დონე გაცილებით მაღალია ქიურდამირთან შედარებით: წლიური ჯამური რადიაცია მეტია თითქმის 1000მჯ/მ²-ით. აქედან გამომდინარე მმ ყაზბეგი ჰელიორესურსების პოტენციური დონით უნდა მიეკუთვნოს პირველ „ა“ ზონას, ე.ი. ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე ჰელიორესურსებით მაქსიმალურად უზრუნველყოფილ ზონას. აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ მმ ყაზბეგისათვის დამახასიათებელი კადასტრული პარამეტრების თითქმის ანალოგიური მაჩვენებლებით მმ არაგაცი (3229მ) (39)-ში ეკუთვნის „ა“ ზონას. ამიტომ, როგორც აღინიშნა, კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის დადგენილი ფონური კადასტრული მახასიათებლები ხშირ შემთხვევაში საჭიროებენ განსაზღვრულ კორექტივებს.

მერვე ზონას მიეკუთვნება კოლხეთის დაბლობი, აჭარის შავი ზღვის სანაპირო შიდა აჭარის მთიან რაიონებთან ერთად, ჩრდილოეთი კავკასიის აღმოსავლეთი წინამთა და დიდი კავკასიონის ცალკეული პუნქტები და რაიონები, რომლებიც გამოირჩევიან ოროგრაფიული ღრუბლიანობის დიდი განმეორადობით. ამ ზონაში $\sum_{\text{V}} Q_{\text{ღ}}$ და $\sum_{\text{VII}} Q_{\text{ღ}}$ მერყეობენ შესაბამისად 4000-5000 და 500-650მჯ/მ²-ის, S_{V} , S_{VII} კი 1800-2000 და 180-230 საათის, მოწმენდილ დღეთა რიცხვი ნელინადში 35 -40ის ფარგლებში. ჰელიოდანადგარების მუშაობის სავარაუდო ხანგრძლივობა ზაფხულში შეადგენს 450-500 საათს (თითქმის ორჯერ ნაკლებია პირველ ზონასთან შედარებით). ამ ზონაში ძირითადად შეიძლება გამოყე-

ნებული იქნეს მცირე ზომის ჰელიოდანადგარები, მაგრამ მათი ექსპლუატაციის ეფექტურობა გაცილებით ნაკლებია სხვა ზონებთან შედარებით.

აღსანიშნავია, რომ კავკასიის ტერიტორიის ჰელიორესურსების კომპლექსური გათვალისწინება ქარის ენერგორესურსებთან ერთად უნდა ემყარებოდეს რეგიონში ორივე სახეობის ენერჯის პოტენციალური რესურსების შეფასებას. რის შემდეგაც შეიძლება დადგინდეს მათი ოპტიმალური გამოყენების ორი ვარიანტი: ალტერნატიული და კომპრომისული, რომლებიც პირველ შემთხვევაში გულისხმობს ერთ-ერთი მათგანის გამოყენების უპირატესობას, მეორე შემთხვევაში ენერჯის ორივე წყაროს კომპლექსურ სინქრონულ გამოყენებას. ამ ვარიანტის შერჩევა უნდა ემყარებოდეს მზის და ქარის ენერგეტიკული მახასიათებლების სეზონური და წლიური მსვლელობის სპეციფიკის გათვალისწინებას და ენერგოდანადგარების ექსპლუატაციის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს.

დასკვნები

კვლევის ძირითადი შედეგები შეიძლება ჩამოყალიბდეს შემდეგი სახით:

1. შემოთავაზებულია კავკასიის ტერიტორიის რადიაციული კლიმატის კომპლექსური კვლევის მეთოდოლოგია მთაგორიანი რეგიონის რადიაციული რეჟიმის შესწავლის დამკვიდრებული ცალმხრივი მიდგომისაგან განსხვავებით, რომლის არსს წარმოადგენს ადგილი აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით ჰორიზონტალურ ქვეფენილ ზედაპირებზე მოპოვებული დაკვირვებების ინფორმაციის ავტომატური განზოგადოების უცილობო პრეტენზიულობა რელიეფის სხვადასხვა ელემენტებზე, პირველად დაეთმო დიდი ყურადღება ფერდობების რადიაციულ მახასიათებლებს და მათი სიდიდეების ფორმირებაზე ორიენტაციის, დახრილობის კუთხის, ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის, ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებების და ფერდობებს შორის რადიაციული გაცვლის პროცესების რაოდენობრივ შეფასებას; ჰორიზონტალური ზედაპირისათვის მიღებული რადიაციული მახასიათებლები კი განიხილებიან როგორც მთიანი რელიეფის გეომორფოლოგიური ელემენტების მრავალსახეობის კერძო შემთხვევის შესაბამისი სიდიდეები. აღნიშნული მეთოდური მიდგომის საფუძველზე არსებითად გაფართოვდა შედეგების ინფორმატიულობა, რამაც გადამწყვეტი როლი ითამაშა ტერიტორიის რადიაციული რეჟიმის და მისი ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალის სრულყოფილი ობიექტური შეფასების თვალსაზრისით.

აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ მთაგორიანი რაიონების რადიაციული მახასიათებლების ექსპერიმენტალური შესწავლის აქტუალობა გეომორფოლოგიური ფაქტორის გათვალისწინებით (ფერდობების ორიენტაცია, დახრილობა, აბსოლუტური სიმაღლე) ხშირად აღინიშნებოდა ყოფილი საბჭოთა კავშირის და სოციალისტური ბანაკის ქვეყნების მიერ ორგანიზებულ აქტინომეტრიულ თათბირებსა, სიმპოზიუმებსა და კონფერენციებზე სათანადო რეკომენდაციებისა და დადგენილებების სახით, რაც მიუთითებს იმ ფაქტებზე, რომ ფერდობების ტრადიციული რეჟიმის შესწავლა მთაგორიანი რეგიონებისათვის დღემდე რჩება აქტინოკლი-

მატოლოგიის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს პრობლემად. შრომაში განხილულია საკითხების ფართო სპექტრი დაწყებული აქტინოკლიმატოლოგიის მეთოდური პრობლემებით დამთავრებული რეგიონის სახალხო მეურნეობის ზოგ დარგში ჰელიორესურსების პრაქტიკული გამოყენების ასპექტით, რომლებსაც ორგანულად აკავშირებს და აერთიანებს გეოგრაფიული პირობების მაფორმირებელი პროცესების ენერგეტიკული ბაზის კვლევა.

2. კვლევის პროცესში დამუშავდა პრინციპული რიგი მეთოდური საკითხებისა, მათ შორის ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში მთიანი რაიონებისათვის ჯამური რადიაციის, დიდი დახრილობის ($\alpha > 30^\circ$) ფერდობებისა და ვერტიკალური ზედაპირებისათვის გაბნეული და ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი რადიაციის, ფერდობებზე ბუნებრივი და აგროფიტოცენოზებისათვის ბიოლოგიური მასის სიდიდეების გამოსათვლელი ფორმულები და სხვა.

3. მოწმენდილი ცის შემთხვევაში ატმოსფეროს ფიზიკური მდგომარეობის ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ ინსტრუმენტული დაკვირვებების პერიოდის განმავლობაში რეგიონში ადგილი აქვს გამჭვირვალობის კოეფიციენტის P_2 შემცირების და სიმღვრივის ფაქტორის T_2 მატების ტენდენციას, რაც განსაკუთრებით მკვეთრად მჟღავნდება დიდ სამრეწველო ცენტრებში და ქალაქებში. მთიან რაიონებში ადგილის ზრდის სინქრონულად ატმოსფეროს სისქის, ტენიანობის და აგროზოლების შემცირების შედეგად გამჭვირვალობის კოეფიციენტი იზრდება, სიმღვრივის ფაქტორი კი მცირდება. კავკასიის ტერიტორიაზე გამჭვირვალობის კოეფიციენტის მინიმალური სიდიდეები გარდა დიდი ქალაქებისა და სამრეწველო ცენტრებისა აღნიშნულია მტკვარ-არაქსის და ჩრდილოეთი დაღესტნის დაბლობებზე, რაც განპირობებულია მშრალი სიმღვრივის ზრდით. P_2 -ის მრავალწლიური საშუალო თვიური სიდიდე კავკასიის დაბლობ რაიონებში მერყეობს 0,72-0,82 ზამთარში და 0,65-0,71 ზაფხულში P_2 -ის წლიური მსვლელობის ამპლიტუდა შეადგენს: დაბლობ რაიონებში 7-12%, მთიან რაიონებში (2,4-3,8კმ) 2-6%-ს. აღმოსავლეთ კავკასიონის და მცირე კავკასიონის აღმოსავ-

ლეთ რაიონებში (1,9-2,9კმ) P_2 -ის წლიური სვლის ამპლიტუ-
და იზრდება 8-9%-მდე. P_2 -ის საშუალო თვიური სიდიდეების
განედური ცვლილებები გაცილებით ნაკლებია ადგილის აბ-
სოლუტური სიმაღლით განპირობებულ ცვლილებებზე, მა-
გალითად, იენისში ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ
ფერდობებზე (0,4-3,7კმ) იგი იზრდება 18%-ით, ხოლო განე-
დის ცვლილებისას 39-46⁰-ის ფარგლებში რჩება უცვლელი.

სიმღვრივის ფაქტორის საშუალო თვიური სიდიდეები
დაბლობ ტერიტორიაზე მერყეობენ 2,2-დან (კოლხეთის
დაბლობი) 4,4 –მდე (მტკვარ-არაქსის დაბლობი, ნახიჩევანის
ქვაბული), ხოლო საშუალო მრავალწლიური სიდიდეები კი
3,3-დან (თბილისი) 1,8-მდე (ყინულოვანი ბაზა – 3,8კმ). P_2 და
 T_2 -ის საშუალო მრავალწლიური თვიური მნიშვნელობების
დამოკიდებულებები მზის სიმაღლეზე – h_0 აპროქსიმირდე-
ბიან წრფივი, ხოლო ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H
მეორე რიგის პარაბოლას ($P_2 = f(H)$), წრფივი და მაჩვენებ-
ლიანი ($T_2 = f(H)$) ფუნქციების სახით. დაკვირვებების შე-
დეგად მიღებულ და ანალიზური დამოკიდებულებებით გა-
მოთვლილ P_2 და T_2 -ის სიდიდეებს შორის განსხვავება შე-
ადგენს (0,02-0,03-ს).

დადგენილია მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივო-
ბის საშუალო წლიური სიდიდეების საერთო შესუსტების ΔS
მზის სიმაღლეზე დამოკიდებულების კანონზომიერებები
დაბლობი და მთიანი რაიონებისათვის. მზის სიმაღლის მატე-
ბისას 10-70⁰-ის ზღვრებში ΔS მცირდება დაბლობ რაიონებ-
ში 0.9-1.0 კვტ/მ²-დან 0.5-0.6 კვტ/მ²-მდე, მთიან და მაღალ-
მთიან რაიონებში კი 0.5-0.8 კვტ/მ²-დან 0.2-0.4 კვტ/მ²-მდე.
დადგინდა მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსივობის შე-
სუსტების (წყლის ორთქლის მიერ შთანთქმა ΔS_w , აეროზო-
ლებზე გაბნევა და შთანთქმა ΔS_a) წლიური და მაღლივი
სვლის კანონზომიერებები და მათი წვლილი რადიაციის სა-
ერთო შესუსტებაში.

4. რაოდენობრივად შეფასდა ქვეფენილი ზედაპირის
რადიაციულ ბალანსზე და მის კომპონენტებზე საერთო და

ქვედა იარუსის ღრუბლიანობის და მისი რეჟიმის ისეთი მახასიათებლების გავლენა, როგორცაა ცის მონმენდილი და მოღრუბლული მდგომარეობის ალბათობა, მონმენდილი და მოღრუბლული ამინდის მდგრადობის კოეფიციენტები, მზის ნათების ხანგრძლივობა, მონმენდილი, მოღრუბლული და უმზეო დღეების რიცხვი, მზის ფაქტიური ნათების შესაძლო ნათების ხანგრძლივობასთან შეფარდების წლიური სვლა და მისი სტატისტიკური მახასიათებლები.

5. კავკასიის დაბლობი რაიონებისათვის ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით განედის 10^0 -ის ზღვრებში მონმენდილი ცის შემთხვევაში მზის პირდაპირი რადიაციის წლიური ჯამები იზრდება ჰორიზონტალურ ზედაპირზე $\sum_{\varphi} S_0$ 700.0მჯ/მ²-ით, სხივისადმი ნორმალურ ზედაპირზე $\sum_{\varphi} S_0$ -850.0მჯ/მ²-ით, ჯამური რადიაციის წლიური ჯამები $\sum_{\varphi} S_0$ -900.0მჯ/მ²-ით, რადიაციული ბალანსის წლიური ჯამები $\sum_{\varphi} B_0$ -800მჯ/მ²-ით; გაბნეული რადიაციის წლიური ჯამები $\sum_{\varphi} D_0$ არ არის დამოკიდებული ადგილის განედზე: მისი მაქსიმუმი 1550.0მჯ/მ² აღინიშნება სალსკის ტრამალზე და აფშერონზე, მინიმუმი 1200.0მჯ/მ² შავი ზღვის სანაპიროზე.

ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში რადიაციული მახასიათებლების ინტენსივობა და ჯამები არსებითად მცირდება დაბლობ რაიონებში ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით (სალსკის ტრამალი-ნახიჩევანის ქვაბული) ადგილი აქვს (მონმენდილი ცის ანალოგიურად) $\sum_{\varphi} S_{\text{ღ}}$ და $\sum_{\varphi} S_{\text{ღ}}^I$ -ს სიდიდეების მატებას 2390.0 და 1550.0 მჯ/მ²-ით; $\sum_{\varphi} S_{\text{ღ}}^I$ -ს აბსოლუტური მინიმუმი აღინიშნება ყაბარდოს ვაკეზე და მინერალური წყლების რაიონებში 2220,0 მჯ/მ². გაბნეული რადიაციის წლიური ჯამების $\sum_{\varphi} D_{\text{ღ}}$ საშუალო სიდიდე მერყეობს 1800,0 (კოლხეთის დაბლობი) – 2350.0მჯ/მ²-ის (მტკვარ-არაქსის დაბლობი) $\sum_{\varphi} Q_{\text{ღ}}$ -ს სიდიდე კი 4400,0 (ყა-

ბარდოს ვაკე) – 6200.0მჯ/მ²-ის ზღვრებში (ნახიჭევანის ქვაბული). ალბედოს საშუალო მრავალწლიური სიდიდე ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით მცირდება 10%-ით, $\sum_{\varphi} R_3$ კი იზრდება 750.0მჯ/მ²-დან (ყუბანისპირა დაბლობი) 1600,0მჯ/მ²-მდე (ნახიჩევანის ქვაბული). ეფექტური გამოსხივების და რადიაციული ბალანსის წლიური ჯამები $\sum_{\varphi} E_{\varphi}$ და $\sum_{\varphi} B_{\varphi}$ მერყეობს 1260.0 (მინერალური წყლები, ყაბარდოს ვაკე) – 2500.0 (ნახიჩევანის ქვაბული) და 2000,0 (სალსკის ტრამალი) – 2550.0 მჯ/მ²-ის ზღვრებში (ქართლის ვაკე).

6. მთიან რაიონებში რადიაციული მახასიათებლების სიდიდის ფორმირებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე, რომლის მატებისას ზღვის დონიდან 4 კმ-დე $\sum_{\varphi} S_0$ იზრდება – 49, $\sum_{\varphi} S_0^I$ – 41, $\sum_{\varphi} Q_0$ – 28.6%-ით, $\sum_{\varphi} D_0$ მცირდება 23.6%-ით, $\sum_{\varphi} B_0$ კი 25%-ით.

აღსანიშნავია $\sum_{\varphi} B_0$ -ის მაღლივი ცვლილების თავისებურება: 2კმ-მდე იგი იზრდება 13%-ით, ხოლო 2-4 კმ სიმაღლეების დიაპაზონში მცირდება 78%-ით. წლიური ჯამების ადგილის სიმაღლეზე დამოკიდებულებები ($\sum_{\varphi} B_{\varphi}$ ს გარდა) აპროქსიმირდებიან მეორე რიგის პარაბოლის სახით. მოლრუბლულობის საშუალო პირობებში $\sum_{\varphi} S_{\varphi}^I$ იზრდება 800,0მჯ/მ²-ით (29%), $\sum_{\varphi} D_{\varphi}$ – 100.0მჯ/მ²-ით (47%), $\sum_{\varphi} D_{\varphi}$ – 1800.0მჯ/მ²-ით (37%), $\sum_{\varphi} D_{\varphi}$ – 2849.2მჯ/მ²-ით (270%), $\sum_{\varphi} E_{\varphi}$ – 380.0მჯ/მ²-ით (28%) და 1930.0მჯ/მ²-ით (91%). რადიაციული ბალანსისა და მისი კომპონენტების მაღლივი ცვლილებები გაცილებით მეტია განედურ ცვლილებებთან შედარებით.

მთიან რაიონებში ეფექტური გამოსხივებისა და რადიაციული ბალანსის სეზონური და წლიური ჯამების დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე ხასიათდება, როგორც აღინიშნა, სპეციფიკური თავისებურებებით: ადგილის სიმაღლის ზრდისას 0-4 კმ დიაპაზონში კავკასიონის ჩრდილოეთი, დასავლეთი და ცენტრალური კავკასიონის

სამხრეთ ფერდობებზე $\sum_{\forall} E_{\text{ღ}}$ მატულობს 630.0 მჯ/მ²-ით, აღმოსავლეთი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე (აზერბაიჯანის ტერიტორიის საზღვრებში) და მცირე კავკასიონზე (შავი ზღვისაკენ ორიენტირებული ჩრდილო-დასავლეთის ფერდობების გამოკლებით) იგი მცირდება 250.0მჯ/მ²-ით.

$\sum_{\forall} E_{\text{ღ}} = f(H)$ დამოკიდებულების ეს თავისებურებები განპირობებულია $\sum_{\forall} E_{\text{ღ}}$ -ს სიდიდეების მნიშვნელოვანი მატებით (760.0მჯ/მ²) საქართველოს ნოტიო სუბტროპიკებიდან აზერბაიჯანის ნახევრადუდაბნო, არიდული დაბლობების მიმართულებით ქვეფენილი ზედაპირის ტემპერატურის, ატმოსფეროს ტენშემცველობის და ღრუბლიანობის შემცირების შედეგად რადიაციული ბალანსის სეზონური და წლიური ჯამები სიმაღლის ზრდისას განსაზღვრულ ნიშნულამდე აღწევენ მაქსიმუმს, შემდეგ კაი კლებულობენ. წლიური ჯამების მაქსიმუმი აღინიშნება 1,5კმ-ზე, თბილი პერიოდის ჯამებისა 1,8კმ-ზე, ცივი პერიოდისა 1,0კმ-ზე, ზაფხულის ჯამებისა 2,5 კმ-ზე, ზამთრის ჯამები კი სიმაღლის ზრდისას მონოტონურად მცირდებიან და აღწევენ მინიმუმს 4 კმ-ზე და ზევით. რადიაციული ბალანსის ჯამების - $\sum_{\forall} B_0$ ადგილის სიმაღლეზე დამოკიდებულებების თავისებურებები ძირითადად განპირობებულია მოკლეტალღოვანი ჯამური რადიაციის სიდიდეების და სეზონური თოვლის საფარის არსებობის ხანგრძლივობის ზრდის სინქრონული მოქმედებით. მონმენდილი ცის შემთხვევაში 2კმ-მდე და ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში 1,5კმ-მდე ჯამური რადიაციის სიდიდის ზრდა პრევალირებს შთანთქმული რადიაციის შემცირების სიდიდეზე, რის შედეგად რადიაციული ბალანსის ჯამები იზრდებიან, ამ ნიშნულებს ზევით სეზონური თოვლის საფარის არსებობის და არეკლილი რადიაციის მნიშვნელოვანი ზრდის შედეგად მიუხედავად ჯამური რადიაციის შემდგომი მატებისა, ქვეფენილი ზედაპირის მიერ შთანთქმული რადიაცია და შესაბამისად რადიაციული ბალანსი მკვეთრად მცირდება.

7. კავკასიის მთიანი სისტემის გამყივანრების რაიონებში ზაფხულის თვეებში აბლიაციისა და აკუმულაციის ზონების რადიაციული მახასიათებლების სიდიდეები მკვეთრად

განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან: აბლიაციის ზონაში შთანთქმული რადიაციისა და რადიაციული ბალანსის სიდიდეები მეტია მყინვარის მდნარი ზედაპირის ალბედო კი ნაკლებია აკუმულაციის ზონაში არსებული სათანადო სიდიდეებზე. ზამთრის პერიოდში მათ შორის განსხვავება ნიველირდება. მიუხედავად იმისა, რომ მყინვარის ზედაპირი გამოსხივების გზით თავისუფალ ქვეფენილ ზედაპირთან შედარებით კარგავს თითქმის ორჯერ ნაკლებ სითბოს, მთიან რაიონებში ატმოსფეროს უკუგამოსხივების მკვეთრი ვარდნის შედეგად, მყინვარის ეფექტური გამოსხივება აბლიაციის პერიოდში მოწმენდილი ცის შემთხვევაში შეადგენს დაბლობი რაიონების ანალოგიურად 0,7-0,10 კვტ/მ²-ს.

ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობის მყინვარული კვების (მათ შორის ღვარცოფსაშიში) რიგი მდინარისათვის (მდინარეების ბაქსანის, ჩეგემის შენაკადები და მდგენელები) რაოდენობრივად შეფასდა ჯამური ჩამონადენის ფორმირებაში მყინვარული მდგენელის როლი და უკანასკნელის სეზონური სვლის თავისებურებებზე.

8. მოწმენდილი და ათბალიანი მზის სხივური ენერჯიის გავლენა. ათბალიანი მოღრუბლულობის პირობებში სტაციონარული და საველე დაკვირვებების შედეგად რაოდენობრივად შეფასდა იალბუზის რაიონში (2,2კმ) ფიჭვის ტყის ფიტოცენოზებისათვის რადიაციული ბალანსის, მისი მდგენელების, აგრეთვე ფოტოსინთეზურად აქტიური მზის პირდაპირი, გაბნეული და ჯამური რადიაციის ნაკადების ტრანსფორმაციის კოეფიციენტები ტოპოლოგიურ თავისებურებებზე, გვირგვინის მიჯრილობაზე (იცვლებოდა 0,2-1,0-ის ზღვრებში 0,2 სიდიდის ბიჯით), ხეების არქიტექტონიკაზე, სიხშირეზე და იარუსიანობაზე დამოკიდებულებით. ნელინადის თბილი პერიოდისათვის ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში დადგინდა ქვეფენილი ზედაპირის სითბური ბალანსის მდგენელები სეზონური სვლის თავისებურებები.

9. ჯამური რადიაციაზე და ღრუბლიანობაზე მრავალწლიური დაკვირვებების ინფორმაციის გამოყენებით სავინოვ-ონგსტრემის ფორმულაში (1.2) შემავალი K კოეფიციენტის სიდიდეების გამოთვლის შედეგად დადგინდა, რომ იგი მთიან რაიონებში დაბლობი რაიონებისაგან განსხვავებით დამოკიდებულია არა მარტო ადგილის განეზე, არამედ

ოროგრაფიული ღრუბლიანობის რეჟიმის თავისებურებებზეც, რის შედეგად ფიქსირებულ განედზე, მაგრამ სხვადასხვა სიმაღლეზე და ოროგრაფიულ პირობებში, განლაგებული თითოეული პუნქტისათვის K ხასიათდება განსაზღვრული წლიური სვლით (K -ს საშუალო თვიური მნიშვნელობების ამპლიტუდა წელიწადის განმავლობაში აღწევს საშუალო განედური სიდიდის 100%-ს), რაც მიუთითებს იმ ფაქტზე, რომ ჯამური რადიაციის ჯამების გამოთვლაში K -ს მუდმივი საშუალო განედური სიდიდეების გამოყენება მთიანი რაიონებისათვის იძლევა მნიშვნელოვან ცდომილებას.

თ. ბერლიანდის ფორმულაში (1.3) შემავალი კოეფიციენტი a - ს (კავკასიის ტერიტორიისათვის $a = 0.38$) სიდიდეების გამოთვლამ გვიჩვენა, რომ a არ არის მუდმივი და მას გააჩნია განსაზღვრული წლიური სვლა. a -ს გამოთვლილი საშუალო წლიური მნიშვნელობები დაბლობი რაიონებისათვის და ზოგიერთი მთიანი პუნქტისათვის (ბერმამიტი, მ.მ ყაზბეგი) ემთხვევა, ან ახლოა მის საშუალო განედურ მნიშვნელობასთან, მაგრამ მთიანი და მაღალმთიანი სადგურების აბსოლუტური უმრავლესობისათვის a -ს განედურ ($a = 0.38$) და გამოთვლილ საშუალო წლიურ მნიშვნელობებს შორის განსხვავება აღწევს 50-80%-ს. აქედან გამომდინარე კავკასიის მთიანი რაიონებისათვის ჯამური რადიაციის გამოთვლების მიზნით ზემოაღნიშნული ფორმულების გამოყენებისას აუცილებლად უნდა იქნეს გათვალისწინებული კოეფიციენტების K და a -ს წლიური და ლოკალური ცვლილებების თავისებურებები. ამასთან დაკავშირებით აღსანიშნავია, რომ მ. ბუდიკომ (23) ჯერ კიდევ 70-იანი წლების დასაწყისში ხაზი გაუსვა იმ გარემოებას, რომ (1.2)-(1.3) ფორმულებით სარგებლობისას ღრუბლიანობის გავლენა გათვალისწინებულია როგორც საშუალო განედური ფაქტორი და მხედველობაში არ არის მიღებული მათში შემავალი კოეფიციენტების შესაძლო წლიური სვლა.

10. კავკასიის მთიან ფერდობებზე რადიაციული მოკლეტალღიანი ნაკადების წლიური სვლის თავისებურებები ფორმირდება როგორც ადგილის განედით, ატმოსფეროს ფიზიკური თვისებებით, ღრუბლიანობის და სეზონური თოვლის საფარის რეჟიმით, ასევე მათი ადგილმდებარეობის აბ-

სოლუტური სიმაღლით, ორიენტაციით, დახრილობით და მთის რელიეფის ელემენტებს შორის რადიაციული გაცვლის ინტენსივობით. ჰორიზონტალური ქვეფენილი ზედაპირისა და ფერდობების რადიაციული ბალანსისა და მისი მდგენელების სიდიდეებში წელიწადის განმავლობაში განსხვავება მნიშვნელოვანია, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ მთიანი რაიონების რადიაციული რეჟიმის დახასიათება აქტინომეტრიული სადგურების ჰორიზონტალურ მოედნებზე მოპოვებული ინფორმაციით ცალმხრივია და ვერ ასახავს აქ არსებული რადიაციული პროცესების მრავალსახეობას.

პირველად დადგინდა 8 ექსპოზიციის (4 ძირითადი და 4 შუალედური) 0-90°-იანი (10°-იანი ბიჯით) დახრილობის ფერდობებისათვის ჯამური რადიაციის ინტენსივობის, ჯამების

და შეფარდებების $\frac{Q_{\Sigma}}{Q_0}$, $\frac{\sum_{\sigma} Q_{\Sigma}}{\sum_{\sigma} Q_0}$ წლიური სვლის ძირითადი

თავისებურებები ფერდობების აზიმუტზე, დახრილობის კუთხეზე, ქვეფენილი ზედაპირის ალბედოზე და ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით მონმენდილი ცისა და ღრუბლიანობის პირობებში, რაოდენობრივად შეფასდა ცის თალის მიერ გაბნეული D და ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი რადიაციის R_{σ} როლი, Q_{Σ} , $\frac{Q_{\Sigma}}{Q_0}$ და

$\frac{\sum_{\sigma} Q_{\Sigma}}{\sum_{\sigma} Q_0}$ -ის წლიური და მაღლივი სვლის კანონზომიერებების

ფორმირებაში, დადგინდა $\frac{(D+R)_{\Sigma}}{Q_0}$ და $\frac{\sum_{\sigma} (D+R)_{\Sigma}}{\sum_{\sigma} Q_0}$ შე-

ფარდებების სიდიდის ცვლილებების ზღვრები წელიწადის განმავლობაში. დამოკიდებულებები $\sum_{\sigma} Q_{\Sigma} = f(H)$ მონმენდილი ცის შემთხვევაში ანალიზურად წარმოდგენილია მეორე რიგის პარაბოლის სახით. ჩრდილოეთი კავკასიის წინამთაში იალბუზის რაიონში, ბაშილისა და აზაუს ხეობებში (0,4-3,8კმ სიმაღლეების დიაპაზონი) იდენტური ექსპოზიციისა და დახრილობის ფერდობებისათვის ჩვენს მიერ მიღებული

$K = \frac{\sum_{\sigma} Q_{\sigma}}{\sum_{\sigma} Q_0}$ -ის სიდიდეების შედარებამ ყარადალის და სხვა

პუნქტებისათვის მიღებულ ანალოგიურ სიდიდეებთან გვიჩვენა, რომ მათ შორის განსხვავება როგორც მოწმენდილი ცის, ასევე ღრუბლიანობის პირობებში არის უმნიშვნელო (საშუალო კვადრატული გადახრის სიდიდე მერყეობს 0,01-0,05-ის ზღვრებში) და ისინი შეიძლება გამოყენებული იქნენ ფერდობებზე ჯამური რადიაციის თვიური ჯამების გამოსათვლელად კავკასიის სხვა დანარჩენ მთიან რაიონებშიც იმ პირობით, თუ მხედველობაში იქნება მიღებული სეზონური თოვლის საფარის რეჟიმული თავისებურებები ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით. დამოკიდებუ-

ლება $K = \frac{\sum_{\sigma} Q_{\sigma}}{\sum_{\sigma} Q_0} = f(H)$ ფერდობებისათვის წარმოდგენი-

ლია წრფივი ფუნქციების სახით. მოწმენდილი ცისა და ღრუბლიანობის პირობებში ფერდობებზე ჯამური რადიაციის სიდიდეების გამოსათვლელი ნახევრადემპირიული ფორმულების ნაცვლად, რომლებშიც კედლებზე დაცემული გაბნეული და ქვეფენილი ზედაპირიდან არეკლილი რადიაციის სიდიდეები გათვალისწინებულია იზოტროპული მიახლოების ფორმულებით, შემოთავაზებულია ფიზიკურად დასაბუთებული ფორმულები, რომლებშიც იზოტროპული მიახლოების ნევრი შეცვლილია ემპირიული გზით მიღებული

$\frac{\sum_{\sigma} (D+R)_{\sigma}}{\sum_{\sigma} Q_0} = f(\alpha)$ გამოსახულებებით, რამაც არსებითად

გაზარდა გამოთვლების შედეგების სიზუსტე. დაკვირვებების შედეგად მიღებული და ამ ფორმულებით გამოთვლილი $\sum Q_{\sigma}$ -ს სიდიდეებს შორი საშუალო კვადრატული გადახრის სიდიდე მერყეობს 5,0-10,0 მჯ/მ²-ის ზღვრებში.

11. მთიან რაიონებში მოწმენდილი ცის პირობებში ჰორიზონტალური ზედაპირის ჯამური და გაბნეული რადიაციის სიდიდეების ადგილის სიმაღლის ზრდასთან დაკავშირებული კლასიკური მაღლივი სვლა (პირველისათვის მატება,

მეორისათვის შემცირება) ფერდობების შემთხვევაში დია-
 მეტრალურად იცვლება. $\sum Q_{\text{ფ}}$ -ს გრადიენტი ფერდობის
 დახრილობის კუთხის ზრდისას $0-90^{\circ}$ -ის ზღვრებში $0-2$ კმ
 სიმაღლეების დიაპაზონში მცირდება, ხოლო $2-4$ კმ სიმაღ-
 ლეების დიაპაზონში მატულობს. $\sum_{\varphi} D_{\text{ფ}}$ -ს გრადიენტები
 ადგილის სიმაღლის ზრდისას $0-4$ კმ ფარგლებში 30° -ზე ნაკ-
 ლები დახრილობის ფერდობებზე მცირდება, 30° -ზე მეტი
 დახრილობის ფერდობებზე კი მატულობს. ფერდობების
 დახრილობის კუთხეზე დამოკიდებულებით ამ რადიაციული
 მახასიათებლების სიდიდეების მალევე სვლაში დადგენილი
 კანონზომიერებები განპირობებულია ადგილის აბსოლუტუ-
 რი სიმაღლის ზრდის სინქრონულად სეზონური თოვლის სა-
 ფარის ზედაპირიდან არეკლილი რადიაციის წილის მკვეთრი
 ზრდით და ცის თაღის მიერ გაბნეული რადიაციის წილის
 შემცირებით ჯამური და გაბნეული რადიაციის სიდიდეების
 ფორმირებაში. დამოკიდებულებები $\sum_{\varphi} D_{\text{ღ}} = f(H)$ ანალი-
 ზურად წარმოდგენილია მეორე რიგის პარაბოლის სახით რა-
 ოდენობრივად შეფასდა თოვლის საფარის პირობებში ფერ-
 დობებზე გაბნეული რადიაციის თვიური ჯამების ნამატი
 დახრილობის კუთხეზე დამოკიდებულებით. დამოკიდებუ-
 ლება $\Delta \sum_{\varphi} D_{\text{ფ}} = f(\alpha)$ ანალიზურად წარმოდგენილია წრფი-
 ვი ფუნქციის სახით ორიენტაციის მიუხედავად. ექსპერიმენ-
 ტალურად დადგინდა ოთხი ძირითადი ორიენტაციის მეზო-
 ფერდობებზე არსებული მიკრორელიეფური წარმონაქმნე-
 ბის გავლენა გაბნეული რადიაციის ფორმირებაზე მოწმენ-
 დილი ცისა და ღრუბლიანობის პირობებში. მთიან რაიონებში
 მაკრო, მეზო და მიკროფერდობებზე გაბნეული რადიაციის
 სიდიდეები და წლიური სვლის კანონზომიერებები არსები-
 თად განსხვავდებიან ჰორიზონტალური ქვეფენილი ზედა-
 პირების შემთხვევაში მიღებული სიდიდეებისა და კანონზო-
 მიერებებისაგან.

ნაგებობების ვერტიკალურ ზედაპირებზე (კედლები)
 გაბნეული რადიაციის დღიური (თვიური) ჯამების გამოსათ-
 ვლელად ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ცნობილი ჯამების და
 თვის 15 რიცხვისათვის მზის საშუადლო სიმაღლეების გა-

მოყენებით დადგენილია ემპირიული სახის გამოსახულებები, რომელთა აპროქსიმაცია განხორციელდა მეორე რიგის პარაბოლის სახით. მონმენდილი ცისა და მოდრუბლულობის შემთხვევაში ფერდობებზე მზის პირდაპირი რადიაციის წლიური ჯამების დამოკიდებულება კი – ასევე მეორე რიგის პარაბოლის სახით სამხრეთის, წრფივი ფუნქცია აღმოსავლეთის (დასავლეთის) და მაჩვენებლიანი ფუნქციით ჩრდილოეთის ორიენტაციის შემთხვევაში. ჩრდილოეთის 30-40°-ის დახრილობის ფერდობისათვის დამოკიდებულებებს $\sum_{\varphi} S_{\varphi} = f(H)$ აქვს წრფივი ფუნქციის სახე. რაც შეეხება დამოკიდებულებას $K_s = f(\alpha)$, სადაც K არის გადამყვანი კოეფიციენტი, რომლის საშუალებითაც ჰორიზონტალური ზედაპირისათვის ცნობილი მზის პირდაპირი რადიაციის თვიური ჯამებით გამოითვლება ანალოგიური სიდიდეები ფერდობებისათვის, იგი ანალიზურად წარმოდგენილია მეორე რიგის პარაბოლის სახით სამხრეთის, წრფივი ფუნქციის სახით აღმოსავლეთის, დასავლეთის, მაჩვენებლიანი ფუნქციის სახით ჩრდილოეთის ორიენტაციის ფერდობებისათვის. მონმენდილი ცისა და ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში გამოთვლილი გადამყვანი კოეფიციენტების K_3 სიდიდეები ახლოა ერთმანეთთან (ჯამებში სხვაობა მერყეობს 5-10%-ის ფარგლებში).

12. მონმენდილი ცის შემთხვევაში ვეგეტაციური პერიოდისათვის დადგინდა ფოტოსინთეზურად აქტიური მზის პირდაპირი, გაბნეული და ჯამური რადიაციის ცვალებადობის თავისებურებები კავკასიის დაბლობ და მთიან რაიონებში ადგილის განედზე, აბსოლუტურ სიმაღლეზე და რელიეფის მორფოლოგიურ თავისებურებებზე (ფერდობების ექსპოზიცია, დახრილობა) დამოკიდებულებით. ფარის თვიური ჯამების დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე წარმოდგენილია წრფივი ფუნქციის სახით. წლიური ჯამების შემთხვევაში დამოკიდებულებას აქვს მეორე რიგის პარაბოლის სახე, გარდა ჩრდილოეთის ორიენტაციის 30-40°-ის დახრილობის ფერდობებისა, რომელთათვისაც ის წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით. ვეგეტაციური პერიოდისათვის დამოკიდებულებები $\sum_{\varphi} Q_{\varphi} = f(H)$ წარმოიდგინება

კვადრატული ფუნქციის სახით: $\sum_3 Q_{\text{ყ}} = a + bH^2$; დადგინდა

a და b კოეფიციენტების სიდიდეები ს ფერდობების ორიენტაციაზე და დახრილობის კუთხის სიდიდეზე დამოკიდებულებით. მიღებული გამოსახულებების გამოყენებით შესაძლებელია ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში კონკრეტული ორიენტაციის და დახრილობის ფერდობებზე განლაგებული ბუნებრივი ან აგროფიტოცენოზებისათვის გამოითვალოს ბიოლოგიური მოსავალი ან მზის რადიაციის გამოყენების ეფექტურობა (მეკ). ჰორიზონტალური ზედაპირისათვის რაოდენობრივად შეფასდა ფარის თვიური (წლიური) ჯამების სიდიდეების ცვლილები ზღვრები კავკასიის მთიან და დაბლობ რაიონებში ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში.

13. ექსპერიმენტული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობების 0,4-4,0კმ სიმაღლეების დიაპაზონში დადგინდა მზის სპექტრის ახლოინფრანითელი არეს (მედიცინაში პრაქტიკული გამოყენების არე) ინტენსივობის და ჯამების წლიური და მალლივი სვლის კანონზომიერებები მონმენდილი ცის პირობებში.

14. მონმენდილი ცისა და ღრუბლიანობის პირობებში დადგენილია ნაგებობების შემომზღუდავი კონსტრუქციების მიერ შთანთქმული და გატარებული (შუქქრილები) მოკლეტალღიანი რადიაციის სიდიდეების ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების ანალიზური სახეები ზედაპირის ალბედოს სიდიდის ცვლილებების პირობებში (კვადრატული ფუნქციები, მეორე რიგის პარაბოლები), რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მოქმედ სამშენებლო ნორმებსა და წესებში ნაგებობების სითბური ბალანსის სიდიდეების განსაზღვრის მიზნით (იზოტროპული მიახლოების ფორმულების ნაცვლად). დადგენილია ფუნქციონალური კავშირი ნაგებობების კედლების მიერ შთანთქმული რადიაციის და კედლების გარე ზედაპირის ტემპერატურის რადიაციული დანამატის სიდიდეებს შორის ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით კედლების ორიენტაციების გათვალისწინებით (ნრფივი ფუნქცია). კედლების გარე ზედაპირების რადიაციული ბალანსის გამოსათვლელ ფორმულაში

მისი კომპონენტების სიდიდის მაღლივი ცვლილებები წარმოდგენილია კვადრატული და წრფივი ფუნქციების სახით. ამ ფორმულებით გაცილებით მეტი სიზუსტით შეიძლება შეფასდეს ნებისმიერი ორიენტაციის კედლების გარე ზედაპირის რადიაციული ბალანსის სიდიდეები ყოველგვარი აქტინომეტრიული დაკვირვებების გარეშე.

15. დადგინდა მზის ნათების ხანგრძლივობის (მნხ) ტერიტორიული განაწილების კანონზომიერებები. კავკასიის ტერიტორიაზე მზის რადიაცია ტექნიკურად გამოსაყენებელი და რენტაბელური ხდება (ვეინბერგის კრიტერიუმის თანახმად რადიაციის ინტენსივობა უნდა იყოს $0,42 \text{ კვტ/მ}^2$ -ზე მეტი, ან ტოლი, 6 საათის განმავლობაში დღეში) მზის ამოსვლიდან ერთი საათის შემდეგ და ხდება მასზე ნაკლები ჩასვლამდე ერთი საათით ადრე. ამ კრიტერიუმის დასაკმაყოფილებლად საჭიროა მზის ნათების ხანგრძლივობის 8 საათი დღეში (250 საათი თვეში). მნხ-ის 250 საათი აღინიშნება ზაფხულის სამივე თვეში ალაზნის ველზე, ქართლის, ალაზან-აგრიჩაის და განჯა-ყაზახის ვაკეებზე სამურდივიჩის და ლენქორანის დაბლობებზე, სომხეთის ტერიტორიაზე, ეს პერიოდი გრძელდება 4-5 თვემდე, ნახიჩევანის ქვაბულში 6 თვემდე, კრასნოდარის და სტავროპოლის მხარეებში შეადგენს 3-4, წინამთის რაიონებში 1-3 თვეს. მთიან რაიონებში ნელინადის თბილ პერიოდში ოროგრაფიული ღრუბლიანობის განვითარების შედეგად მნხ-ის სიდიდე მცირდება. კავკასიის ტერიტორიისათვის შეფასდა მზის უწყვეტი ნათების ხანგრძლივობა (მუნხ), ანუ ჰელიოდანადგარები მუშაობის სავარაუდო ხანგრძლივობის ალბათობის სიდიდეები, რომლებიც მერყეობენ ჩრდილოეთი კავკასიის ტერიტორიაზე ზამთარში 5-14, ზაფხულში 29-42, გაზაფხულზე 17-28, შემოდგომაზე 16-23%-ის ამიერკავკასიის დაბლობ რაიონებში კი შესაბამისად 9-22, 24-48, 19-29 და 18-32%-ის ზღვრებში. მთიან რაიონებში ალბათობის სიდიდეები განიცდიან მნიშვნელოვან რყევებს ჰელიოდანადგარების მოცდენების სავარაუდო ხანგრძლივობის სიდიდეები უკუპროპორციულ დამოკიდებულებაში იმყოფებიან მუშაობის სავარაუდო ხანგრძლივობის სიდიდეებთან.

განისაზღვრა ჰელიოსისტემების მუშაობის შესაძლო ხანგრძლივობის მზის ნათების შესაძლო ხანგრძლივობას-

თან შეფარდების სიდიდეებსა და ჰელიოსისტემების მუშაობის სავარაუდო ხანგრძლივობას შორის ფუნქციონალური დამოკიდებულების სახე (ნრფივი ფუნქცია). ამ დამოკიდებულებით გამოთვლილი ჰელიოდანადგარების სამუშაო დროის სიდიდეები მერყეობენ 10-25%-დან (ზამთრის თვეები) 83-85%-დე (ზაფხულის თვეები). სეზონების მიხედვით ეს სიდიდეები მერყეობენ 20-60 (ზამთარი), 45-70 (შემოდგომა), 30-52 (გაზაფხული), 35-85%-ის ზღვრებში (ზაფხული).

დადგინდა კორელაციური კავშირი მუნხ-ის სეზონურ დღელამურ სიდიდეებს და ჰელიოდანადგარების მუშაობის სავარაუდო ხანგრძლივობის ალბათობის სიდიდეებს შორის, რომელიც წარმოდგენილია ნრფივი ფუნქციის სახით, მუნხ-ის დღელამური სიდიდეები მერყეობენ ზამთარში 5,0-6,0 გაზაფხულზე 6,0-7,5, ზაფხულში 6,0-11,0, შემოდგომაზე 6,0-8,0 საათის ზღვრებში. მუნხ-ის და მასში არსებული წყვეტილობის ხანგრძლივობებს შორის დამოკიდებულება წელიწადის სეზონისათვის მოცემულია ნრფივი ფუნქციის სახით. ამ ფუნქციებით გამოთვლილ და ჰელიოგრამებით მიღებულ სიდიდეებს შორის აბსოლუტური გადახრა არ აღემატება ± 0.5 საათს. მუნხ-სა და მისი უზრუნველყოფის სიდიდეებს შორის კავშირი წარმოდგენილია ზამთრისა და გაზაფხულისათვის ნრფივი, შემოდგომისა და ზაფხულისათვის კვადრატული ფუნქციების სახით. ამ ფუნქციებით ინტეგრალური ალბათობის მნიშვნელობებისათვის შეფასდა კავკასიის ტერიტორიაზე ჰელიოდანადგარების უწყვეტი მუშაობის მოსალოდნელი ხანგრძლივობა და მისი ლიმიტური ზღვრები.

16. მთიან რაიონებში ადგილის სიმაღლის ზრდისას მზის რადიაციის ენერგეტიკული დონის მატების შედეგად მათი გაერთიანება ჰელიორესურსების პოტენციალის სიდიდეებით ერთ განსაზღვრულ ზონაში მიზანშეწონილი არ არის, რადგანაც კადასტრის ენერგეტიკული მახასიათებლების (მზის პირდაპირი, ჯამური რადიაცია) მაღლივი ცვლილებების დიაპაზონი გაცილებით ფართოა კონკრეტული ჰელიოენერგეტიკული ზონისათვის დადგენილი გრადიაციული მნიშვნელობების ზღვრებზე. აღსანიშნავია ისიც, რომ კადასტრის მეორე ძირითადი კომპონენტი მზის ნათების ხანგრძლივობა (მნხ) არის ფუნქცია არა მარტო აბსოლუტური სიმაღლისა, არამედ ჰორიზონტის ჩაკეტილობისა და ოროგ-

რაფიული ღრუბლიანობისაც, რომლებიც უარყოფით გავლენას ახდენენ ჰელიოენერგეტიკული რესურსების სიდიდეზე. მაგრამ, მიუხედავად ამისა, დიდი და მცირე კავკასიონის მაღალმთიანი რაიონების ცალკეული პუნქტები ჰელიორესურსების პოტენციალით რიგ შემთხვევებში არ ჩამორჩებიან ისეთ პერსპექტიულ რაიონებს, როგორცაა აღმოსავლეთი ამიერკავკასიის დაბლობი რაიონები და მცირე კავკასიონის ზეგნები. დადგინდა, რომ კავკასიის მაღალმთიან რაიონებში ჰორიზონტისადმი ოპტიმალური კუთხით დახრილი სამხრეთისაკენ ორიენტირებული ჰელიოდანადგარების მიმღები ზედაპირები. ნელინადის ცივ პერიოდშიც უზრუნველყოფილია მზის რადიაციის ტექნიკურად გამოსაყენებელი სიმძლავრით, რის შედეგად სასარგებლო სითბოს სიდიდე 1,2-7,7-ჯერ აღემატება ამ პერიოდისათვის ჰორიზონტალური ზედაპირიდან მიღებული სითბოს სიდიდეს (ზამთრის თვეებში განსხვავება მაქსიმალურია) ჩატარდა კავკასიის ტერიტორიის პოტენციალური ჰელიოენერგეტიკული რესურსებით დარაიონება, რის შედეგად გამოყოფილი იქნა 8 ზონა ძირითადი კადასტრული მახასიათებლების გრადაციების განსაზღვრული სიდიდეებით, რომლებიც განსაზღვრავენ ნებისმიერი ტიპის ჰელიოდანადგარის ექსპლოატაციის ეფექტურ, საკმაოდ სტაბილურ, ნაკლებხელსაყრელ ან არახელსაყრელ პირობებს.

კავკასიის ზოგიერთი რაიონისა და პუნქტისათვის, სადაც აღინიშნება ქარის ხანგრძლივობის და სიჩქარის მაღალი მნიშვნელობები (მაგ. კახაბერისა და სამგორის ველები, სამსარისა და ჯავახეთის ქედების ფერდობები, დიდი და მცირე კავკასიონის ქედების ღია თხემები, ქალაქები: თბილისი, ქუთაისი და სხვა) მიზანშეწონილია მოენწყოს მზის და ქარის ენერჯის კომპლექსური დანადგარები, რომლებშიც ნელინადის განსაკუთრებით ცივი პერიოდის განმავლობაში ენერჯის ამ სახეობების მიზანშეწონილი შერწყმის შედეგად შესაძლებელია მოხდეს მაქსიმალური ეფექტის რეალიზაცია.

პერსპექტივაში, რადიაციული პროცესების კვლევა გეომორფოლოგიური თვალსაზრისით ისეთ რთულ რეგიონში, როგორც არის კავკასია, უნდა წარიმართოს იმ ფაქტორების გათვალისწინებით, რომლებიც არსებით გავლენას ახდენენ რთული რელიეფის ელემენტების რადიაციული მახასია-

თებლების ფორმირებაზე. აქედან გამომდინარე, აუცილებელია რომ ჩატარდეს კავკასიის აქტინომეტრიული სადგურების ქსელის ოპტიმიზაცია და ახალი სადგურების, ან მოქმედი სადგურების ნაწილის გადართვა ფერდობების რადიაციული მახასიათებლების სიდიდეების დაკვირვებებზე.

ლიტერატურა

1. რ. სამუკაშვილი მდინარე ენგურის ხეობის ნყალსაცავების გავლენის გამოკვლევა გარემოს მეტეოროლოგიურ პირობებზე, ანგარიში სახ. რეგისტრაციის №0.19303471 ჰიდრომეტინსტიტუტის ფონდი, თბილისი, 1993, 235გვ.
2. რ. სამუკაშვილი მზის პირდაპირი რადიაციის ანალიზის საფუძველზე საქართველოს ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული რესურსების დაზუსტებული კადასტრისა და რუკების შედგენა სახალხო მეურნეობაში მათი გამოყენების მიზნით. ანგარიში. ჰიდრომეტინსტიტუტის ფონდი, თბილისი, 1995, 145გვ.
3. მ. ბაზაძე, შ. დარჩია, ჯ. ვაჩნაძე, რ. სამუკაშვილი ატმოსფეროს ზონდირების ოპტიკური მეთოდის გამოყენების პერსპექტივები ჰაერის მასების ტიპების დასახასიათებლად. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის შრომები. ტომი №100, თბილისი, 1996, გვ. 67-72.
4. Аверкиев М.С. Об определении основных характеристик прозрачности атмосферы. Ин. сб. ГУГМС, 1951, №1, с.55-64.
5. Азатян М.Д. Подсчеты ресурсов солнечной энергии в Арагатской долине Армянской ССР. Теплотехника, 1960, вып.2, с. 34-42.
6. Адаменко В.Н. Хаирулин К.Ш. Результаты наблюдений радиации, поступающей на стены зданий. Труды ГГО, 1969, вып. 248, с. 69-72.
7. Айзенштат Б.А. О поступлении рассеянной радиации на склоны и дно горной долины. Труды ГГО, 1961, вып. 107, с. 84-104.
8. Айзенштат Б.А. Зуев М.В. Некоторые черты теплового баланса песчаной пустыни. Труды Ташк. геоф. обсерв. 1952, вып.5, с.52-64.
9. Аккуратов В.Н. Генетическая классификация лавин. Труды Эльбрусской высокогорной комплексной экспедиции. Том 1, Кабардино-Балкарское книжное издательство Нальчик, 1959, с.215-231.

10. Авапольский Л.Е., Клягина Л.П. Длительность отопительного периода и оценка его суровости на территории СССР. Труды ГГО, 1973, вып. 305, с. 14-20.
11. Асланикашвили Н.А. Вековой ход интенсивности прямой солнечной радиации в Тбилиси, Труды VIII междуведомственного совещания по актинометрии и оптике атмосферы. 1969, с. 169-172.
12. Атлас теплового баланса. Под редакцией М.И. Будыко Л. Гидрометеоиздат, 1955, 69с.
13. Барашкова Е.П. Рассеянная радиация в Карадаге Труды ГГО, 1959, вып. 80, с. 70-87.
14. Барашкова Е.П. Гаевский В.Л. Дьяченко Л.Н. Лугина К.М. Пивоварова З.И. Радиационный режим территории СССР, Л., Гидрометеоиздат, 1961, 528с.
15. Беляева И.П. О расчете дневных сумм суммарной радиации на наклонные поверхности в облачные дни. Изд. АН Уз. ССР серии физмат наук, 1962, вып.; с. 38-46.
16. Берлянд Т.Г. Методика климатологических расчетов суммарной радиации. Мeteorология и гидрология, 1960, №9.
17. Берлянд Т.Г. Методика климатологических расчетов суммарной радиации. Мeteorология и гидрология. 1960, №9.
18. Берлянд М.Е. Берлянд Т.Г. Определение эффективного излучения с учетом влияния облачности ИЗВ. АН СССР, сер. геофиз. 1952, №1, с. 4 8-53.
19. Берлянд М.Е. Новосельцев Е.П. К теории переноса солнечной радиации в атмосфере при наличии облачности. Труды ВНМС 1963, т.6, с. 339-346.
20. Борзенкова И.И. Об особенностях радиационного режима горных облоостей. труды ГГО, 1970, вып. 236, с. 39-49.
21. Будыко М.И. Человек и климат. Проблемы современной метеорологии Л., Гидрометеоиздат, 1977, с. 288-312.
22. Будыко М.И. Изменение климата Л., Гидрометеоиздат, 1974, 280с.
23. Будыко М.И. Климат и жизнь. Л., Гидрометеоиздат, 1971, 472с.
24. Будыко М. И. Берлянд Ж.Г. Зубенко Л.И. Методика климатологических расчетов составляющих теплового баланса. Труды ГГО, 1951, вып. 48(110), с.5-16.

25. Будыко М.И., Дроздов О.А. О применении осреднения в климатологических исследованиях, метеорология и гидрология, 1966, №10, с.3-6.
26. Валошина А.А. Тепловой баланс поверхности ледников в летний период (на примере Эльбруса) М., «Наука», 1966, 150с.
27. Гвасалия Н.В. Тепловой баланс Грузии, Тбилиси, изд. «Мециниереба», 1980, 116с.
28. География рекреационных систем СССР. Институт Географии АН СССР. М., «Наука», 1980, с. 219.
29. Гольберг М.Н. Особенности возможного и действительного прихода прямой солнечной радиации к склонам и стенам в Белоруссии В. кн. Научные сообщения Института геологии и географии АН Лат. ССР, №962, т.13, с. 369-378.
30. Горленко С. М. К вопросу об устойчивости реального солнечного кадастра, Бюллетень постоянной актинометрической комиссии 1933, вып. №24, с. 62-72.
31. Григорьев Ф.Ф, Будыко М.И. О климатических факторах географической зональности в кн. XIX Международный географический конгрессе в Стокгольме. М., изд. АН СССР, 1961, с. 268-272.
32. Григорьев А.А. Будыко М.И. Связь балансов тепла и влаги с интенсивностью географических процессов. ДАН, 1965, т.62, №1, с.151-154.
33. Гриневич Г.А Пути исследования кадастровых характеристик энергии воды, ветра и солнца. Труды Энергетического института АН Узб. ССР, 1956, вып.9, с. 13-23.
34. Гриневич Г.А. Задачи и принципы исследования характеристик возобновляющихся источников энергии. В кн. «Исследование характеристик режима возобновляющихся источников энергии», Ташкент, изд. Узб. ССР, 1963, с.6 -22.
35. Гуляев Б.И. Об изменении фотосинтетически активной радиации «Физиологических растений», 1963, т.10, вып.5, с. 513-524.
36. Давыдюк Г.Ф. О величине потока солнечной радиации на различно ориентированные вертикальные поверхности в Хабаровске. Труды ДВНИГМИ. 1974, вып. 48, с. 93-98.

37. Долидзе Д.Ш. Гагуа В.П., Базадзе М.Х. Определить гелио-энергетические ресурсы Закавказья. Отчет, фонд ЗакНИГМИ. Тбилиси, 1990, 83с.
38. Дроздов О.А., Орлова В.В, Швер Ц.А. К вопросу об оптимальной длительности периода осреднения при климатологических исследованиях. Труды ГГО, 1965, вып. 181, с. 14 - 15.
39. Дроздов О.А. Рубинштейн Е.С. Что следует называть климатическими нормами? Изв. АНССР. сер. геогр. 1966, №1, с. 97-98.
40. Ефимова Н.А Радиационные факторы продуктивности растительного покрова. Л., Гидрометеиздат, 1977, с.21.
41. Забродский Г.М. Результаты исследования оптической плотности облаков, Труды ВНМС, т.6, 1963, с. 102-111.
42. Исследование по использованию солнечной энергии. Изд. иностранной литературы. М., 1957, с. 302.
43. Калитин Н.Н. Солнечная диффузная и земная радиации на Эльбрусе. Журнал геофизики и метеорологии. М., госиздат, 1928, т.5, вып. 3.
44. Калитин Н.Н. Актинометрия Л., Гидрометеиздат, 1958, с. 324
45. Калитин Н.Н. Вариации месячных сумм тепла солнечной радиации. Метеорология и гидрология. 1946, №1, с. 83-86.
46. Карташян Р.А. Мхитарян А.М. Радиационный режим территории Армянской ССР. Труды ЗакНИГМИ, вып. 39(45), 1970, 134с.
47. Кирилова Т.В. Сравнительная оценка различных методов определения эффективного излучения у земной поверхности. Труды ГГО, 1961, вып. 27, с. 8-41.
48. Кирилова Т.В. Радиационный режим озер и водохранилищ. Л., Гидрометеиздат, 1979, с. 253.
49. Кондратьев К.Я. Лучистая энергия солнца. Л., Гидрометеиздат. 1954, с. 599.
50. Кондратьев К.Я. Пивоварова З.И. Федорова М.П. Радиационный режим наклонных поверхностей. Л., Гидрометеиздат. 1987, 214 с
51. Кондратьев К.Я. Кудрянцева А.А. Манолова М.П. Распределение энергетической и световой интенсивности рассеянной

- радиации атмосферы по небесному своду Вестник. ЛГУ, 1955, №5, 119-128.
52. Кондратьев К.Я. Радиационные факторы современных изменений глобального климата. Л., Гидрометеиздат, 1980, 279с.
 53. Кондратьев К.Я. Манолова М.П. Угловое распределение интенсивности радиации, отраженной естественными подстилающими поверхностями. Вестник, ЛГУ, серия физ. и хим. 1957, вып.2, №10.
 54. Кондратьев К.Я. Метеорологические аспекты гелиотехники. Метеорология и гидрология, 1977, №8, с. 105-110.
 55. Кондратьев К.Я. Лучистый теплообмен в атмосфере, Л., Гидрометеиздат. 1956, 420с.
 56. Котария А.Ф. К вопросу о климатологическом расчете суммарной радиации в условиях горного рельефа Грузии. Сообщения АН Груз. ССР. 1991, т.26, №2.
 57. Круглова А.И. Крягина Л.В. Действительная суммарная радиация, поступающая на стены зданий. Научные труды НИИ строительной физики, 1971, вып.4., с. 73-82.
 58. Лидоренко Н.С. Солнечная энергетика. «Техника», №8, Гелиотехника, изд. «Знамя», М.,б 1983, 63с.
 59. Любомирова К.С. Влияние экспозиции и крутизны склонов на таяние ледников Эльбруса за счет прямой солнечной радиации. Материалы гляциологических исследований. Хроника, Обсуждение М., 1964, №10.
 60. Мак-Веиг Д. Применение солнечной энергетике. М., Энергоиздат. 1981, 212с.
 61. Мелия Г.Т. Гелиоэнергетические ресурсы Грузинской ССР, Тбилиси. изд-во АН Груз. ССР, 1959, с. 127.
 62. Методические указания по производству микроклиматических обследований в период изысканий Л., Гидрометеиздат. 1959, с. 68.
 63. Молдау Х. Росс.Ю. Тооминг Х. Ундла И. Географическое распределение фотосинтетической активной радиации (ФАР) на территории Европейской части СССР, В кн. «Фотосинтез и вопросы продуктивности растения», М., Изд. АН СССР, 1963, с. 149-150.

64. Монин А.С. О климатологии теплового баланса. Изд. АН С ССР, сер. геогр. 1963, №5, с. 98-110.
65. Мосидзе Ш.В, Радиационный баланс в условиях высокогорной Казбеги. Труды Зак НИГМИ, 1960, вып. 7, с. 71-92.
66. Мосидзе Ш.В. Радиационный и тепловой балансы Сухуми и его окрестностей. Труды ТбилНИГМ И. 1957, вып.2., с. 147-175.
67. Муламаа Ю. Сулев М.А. и др. Стохастическая структура полей облачности и радиации. Изд. АН Эстонской ССР. Тарту, 1972, с. 281.
68. Новосельцев Е.П. Анализ зависимости суммарной радиации при облачности от основных действующих факторов. Труды ГГО, 1962, вып. 125. с. 42-47.
69. Парфенов А.П. Солнечное голодание человека Л., Госиздат медицинской литературы, 1963, 189с.
70. Пивоварова З.И. Распределение коэффициенты прозрачности атмосферы (для интегрального потока, по территории СССР. Труды ГГО, 1969, вып. 213, с. 105-121.
71. Пивоварова З.И. О периоде осреднения и погрешности средних величин составляющих радиационного баланса. Труды ГГО, 1973, вып. 303, с. 160-189.
72. Пивоварова З.И. Радиационные характеристики климата СССР. Л., Гидрометеиздат, 1977, 335с.
73. Пивоварова З. И. Калевания солнечной радиации по наземным измерениям. Труды ГГО, 1967, вып. 193, с.3-23.
74. Пивоварова З.И. Исследования временных рядов и структуры поля солнечной радиации. В кн. «Применение статистических методов в метеорологии. Л., Гидрометеиздат, 1971, с. 208-224.
75. Пивоварова З.И. Характеристика радиационного режима на территории СССР применительно к запросам строительства. Труды ГГО. 1973, вып. 31, 127 с.
76. Разумов И.К. Об учете теплоты, вносимой лучистой энергии солнца через остекленные поверхности зданий. М.Л. Строиздат 1934, 48с.
77. Рубинштейн Е.С. Полозова Л.Г. Современное изменение климата Л., Гидрометеиздат, 1966, 268с.

78. Руководство по контролю актинометрических наблюдений, Л., Гидрометеиздат, 1970, 126.
79. Руководство гидрометеорологическим станциям по актинометрическим наблюдениям. Л., Гидрометеиздат, 1971, 220с.
80. Рухадзе П.А. Рассеянная радиация атмосферы на высокогорной метеостанции Казбеги. Сборник работ, ТбилГМО, 1960.
81. Самукашвили Р.Д. Внутригодовое распределение стока рек приэльбрусья. Материалы гляциологических исследований, Хроника-обсуждений. М., 1970. №16, с. 280-281.
82. Самукашвили Р.Д. Приход коротковолновых потоков радиации на склоны в районе Эльбруса. Труды ВГИ, 1969, вып. 15, с. 92-140.
83. Самукашвили Р.Д. О годовом ходе составляющих радиационного баланса на границе вечных снегов и льда Центральной части большого Кавказа. В кн. Актинометрия и оптика атмосферы. Л., Гидрометеиздат, 1969, с. 178-181.
84. Самукашвили Р.Д. О годовом ходе спектральных потоков радиации на северном склоне Большого Кавказа. Труды ВГИ. 1970, вып. 16, стр. с. 77-117.
85. Самукашвили Р.Д. О влиянии зачернения поверхности снежного покрова на величины спектральных потоков проникающей радиации. Материалы гляциологических исследований. Хроника – обсуждение М., 1970, №17, с. 100-105.
86. Самукашвили Р.Д. О годовом ходе коэффициента прозрачности и факторы мутности на северном склоне Большого Кавказа. Труды ВГИ. 1972, вып. 18, с. 103-123.
87. Самукашвили Р.Д. Влияние снежного покрова на рассеянную радиацию в условиях Большого Кавказа. Труды ВГИ, 1974, вып. 26, с. 74-77.
88. Самукашвили Р.Д. Радиационные характеристики таяния ледника Башиль. Труды ВГИ, 1974, вып. 26, с. 78-83.
89. Самукашвили Р.Д. Влияние снежного покрова на поглощенную радиацию на северном склоне Большого Кавказа. Труды ВГИ, 1974, вып. 27, с. 50-62.
90. Самукашвили Р.Д. Приход прямой солнечной радиации в гляциальной зоне Приэльбрусья и сток горных рек. Труды ВГИ, 1974, вып. 27, с. 39-49.

91. Самукашвили Р.Д. Суммарная радиация на северном склоне Большого Кавказа. Труды ВГИ , 1975, вып. 30 (111) с. 143-153.
92. Самукашвили Р.Д. Эффективное излучение и радиационный баланс на северном склоне Большого Кавказа. Труды ВГИ, 1978, вып. 40, с. 76-94.
93. Самукашвили Р.Д. Влияние снежного покрова на годовой ход отраженной радиации и альбедо в условиях Кавказа. Труды ВГИ, 1980, вып. 46, с. 111-122.
94. Самукашвили Р.Д. Рассеянная радиации на Кавказе. Труды ВГИ. 1980, вып. 46, 132-139.
95. Самукашвили Р.Д. Прозрачность и мутность атмосферы на Кавказе. Труды ВГИ , 1980, вып.45, с. 99-110.
96. Самукашвили Р.Д. Суммарная радиация на Кавказе. Труды ВГИ, 1979, вып. 43, с. 101-102.
97. Самукашвили Р.Д. Сезонный ход ледникового стока в стоке высокогорных рек ущелья Бащиль, Труды ВГИ, 1978, вып. 40, с. 69-75.
98. Самукашвили Р.Д. Рассеянная радиация в случае ясного неба на северном стоке Большого Кавказа. Труды ВГИ, 1978, вып.40, с. 95-105.
99. Самукашвили Р.Д. Прямая радиация солнца на Кавказе. Труды ВГИ, 1981, вып. 49, с. 125-132.
100. Самукашвили Р.Д. Фотосинтетически активная радиация на Кавказе . Труды ВГИ, 1981 вып. 49, с. 125-132.
101. Самукашвили Р.Д. Рассеянная радиация на склонах в условиях Центрального Кавказа. Труды ВГИ, 1981, вып. 49, с. 104-116.
102. Самукашвили Р.Д. Проникновение солнечной радиации в толщу снежного покрова в период его таяния в высокогорной обсерватории Эльбрус. Труды ЗаКНИГМИ, 1966, вып. 22. с. 185-193.
103. Самукашвили Р.Д. Эффективное излучение и радиационный баланс на территории Кавказа. Труды ВГИ, 1980, вып. 46, с. 98-110.
104. Самукашвили Р.Д. Сравнительная характеристика радиационного баланса подстилающей поверхности и его составля-

- ющих под пологом леса и на открытой местности в районе Эльбруса. Труды ВГИ, 1984, вып. 52, с. 117-122.
105. Самукашвили Р.Д. Инсоляционный режим КБ АССР. В кн Конструктивная география КБ АССР, М. «Наука», 1981, 145с.
 106. Самукашвили Р.Д. Ледниковая составляющая в суммарном стоке реки Каяртасу за абляционный сезон 1980г. Труды ВГИ, 1984, вып. 52, с. 128-132.
 107. Самукашвили Р.Д. Высотные изменения многолетних среднемесячных величин альбедо в горных районах Кавказа. Труды ВГИ, 1984, вып. 52, с. 123-126.
 108. Самукашвили Р.Д. К методике расчета суммарной радиации для горных районов Кавказа. Труды ВГИ, 1984, вып. 54. с. 61-70.
 109. Самукашвили Р.Д. Годовой ход суммарной радиации на склонах в условиях центрального Кавказа. Труды ВГИ. 1984, вып.54.с.45-61.
 110. Самукашвили Р.Д. Расчет суточных сумм рассеянной радиации на склонах в условиях центрального Кавказа. Труды ВГИ, 1984, вып. 70-74.
 111. Самукашвили Р.Д. Таяние ледника Башиль (ледник №10) за абляционные сезоны 1973-74г. Труды ВГИ. 1977, вып. 37, с. 98-105.
 112. Самукашвили Р.Д. Ледниковая составляющая в суммарном стоке рек ущеля Гара-Аузусу и таяние ледника Кулакчегемсчмар, Труды ВГИ, 1979, вып. 43, с. 87-93.
 113. Самукашвили Р.Д. О спектральном проникновении солнечной радиации в толщу снежного покрова в период его таяния в высокогорных условиях. Труды ВГИ, 1979, вып.12, с. 47-60.
 114. Самукашвили Р.Д. Ледниковый сток в стоке горной реки Башиль-Аузусу. Труды ВГИ, 1975, вып.30, с. 127-136.
 115. Самукашвили Р.Д. Сток рек Каиартасу и Сакашилису за теплый период гоа. Труды ВГИ. 1980, вып. 46, с.130-136.
 116. Самукашвили Р.Д. Залиханов М.Ч. Формование стока с ледников Центрального Кавказа. Труды ЗакНИГМИ, Сборник докладов на IV закавказской конференции по снегу и ледникам. 1972, с. 273-276.

117. Самукашвили Р.Д. Залиханов М.Ч. Сезонный ход ледникового стока в стоке реки Джаиликсу. Труды ВГИ, 1975, вып. 30, с. 137-142.
118. Самукашвили Р.Д. Залиханов М.Ч., Болов В.Р., Зыков В.В., Шабельников В.А., Мадянов Н.И. Сезонный ход ледникового стока в стоке реки Нарзанная. Труды ВГИ., 1975, вып. 30. с. 122-126.
119. Самукашвили Р.Д. К вопросу приближенного расчета суммарной радиации на склонах в горных районах Кавказа. Труды ВГИ, 1985, вып. 57, с.78-89.
120. Самукашвили Р.Д. Прямая радиация на склонах в условиях Большого Кавказа. Труды ВГИ, 1985, вып. 62, с. 51-62.
121. Самукашвили Р.Д. О соотношении величин составляющих теплового баланса за теплый период года в районе Эльбруса. Труды ВГИ, 1985, вып. 62, с. 37-44.
122. Самукашвили Р.Д. Радиационный баланс естественных склонов. Труды ВГИ, 1987, вып.66, с. 70-78.
123. Самукашвили Р.Д. Режим облачности и солнечного сияния на территории Кавказа. Труды ВГИ, 1985, вып. 62, с. 44-51.
124. Самукашвили Р.Д. О корреляционных связях между радиационным балансом и его составляющими для территории Кавказа. Труды ВГИ, 1987, вып.66, с.79-87.
125. Самукашвили Р.Д. Оценка условий практического использования лучистой энергии солнца в условиях Кавказа. Труды ВГИ, 1988, вып. 73, с. 115-123.
126. Самукашвили Р.Д. Климатологическая характеристика и методика прогнозов заморозков в Ставропольском крае. Труды ВГИ, 1990, вып. 82, с. 103-126.
127. Самукашвили Р.Д. Динамика изменения величин полезного теплот плоской гелиоустановки с ростом абсолютной высоты на Центральном Кавказе, ВГИ. 1990, вып. 82, с. 126-135.
128. Самукашвили Р.Д. Об особенностях корреляционных связей между многолетними месячными суммами твердых осадков за холодный период года для высотных зон Приэльбрусья, Труды ВГИ, 1989, вып. 787 с. 10-19.
129. Самукашвили Р.Д. Закономерности пространственно-временного распределения температуры воздуха за холодный

- период года в зонах лавинообразования Приэльбрусья. Труды ВГИ, 1989, вып. 78, с. 9-28.
130. Самукашвили Р.Д. Кожаев Д.А. К вопросу методики расчета изменчивости основных характеристик режима снежного покрова во времени для северного склона Большого Кавказа. Труды ВГИ, 1935, вып. 73, с. 14-20.
131. Самукашвили Р.Д. К вопросу методики расчета средних многолетних снегозапасов для северных склонов Кавказа. Труды ВГИ, 1988, вып. 73, с. 20-27.
132. Самукашвили Р.Д. Кожаев Д.А. К вопросу оценки функциональной зависимости между параметрами снежного покрова в условиях Северного Кавказа. Труды ВГИ, 1987, вып. 70, с. 28-33.
133. Самукашвили Р.Д. Исследование климатических характеристик районов Грузии с целью применения их при составлении долгосрочных прогнозов погоды. Отчет. № Госрегистрации 01930358 фонд ЗакНИГМИ, Тбилиси. 1991. с. 82.
134. Серви́ро В.С. О некоторых особенностях спектрального состава солнечной радиации в южной части Сахалина. Труды Сахалинского комплексного НИИ, 1966, вып. 17, с. 19-25.
135. Сванидзе Г.Г., Гагуа В.П., Сухишвили Э.В. Возобновлены энергоресурсы Грузии. Л., Гидрометеиздат, 1987, с. 173.
136. Сивков С.И. Методы расчета характеристик солнечной радиации. Л., Гидрометеиздат, 1968, с. 231.
137. Симонов Ю.Г. Распределение солнечной энергии по склона различной крутизны к экспозиции в равнинных условиях на 50⁰ с.ш. Уч. зап. МГУ, Геоморфология, 1956, вып. 182, с. 187-201.
138. Смоляков П.Т. Об изучении инсоляции земных поверхностей. Журнал геофизики и метеорологии, 1929, т.6. вып. 4.
139. Справочник о климате СССР, ч. 1 Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние. Вып. 13, 14, 15, 16 Л., Гидрометеиздат 1966-1968.
140. Справочник по климату СССР Устойчивость и точность климатических характеристик. том 1, Солнечное сияние, температура воздуха и почвы. Л., Гидрометеиздат, 1976, 397с.

141. Строительство нормы и правила. ч. 2, раздел Г., гл. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования. М., Госстройиздат, 1964.
142. Сулаквелидзе Г.К. Чоторишвили Л.С. Тепловой баланс снежного покрова. Труды Эльбрусской высокогорной комплексной экспедиции. том 1., Нальчик, 1959, с. 71-83.
143. Таварткиладзе К.А. Сравнение некоторых результатов вычисления эффективного излучения с данными экспериментов в кн. Актинометрия и оптика атмосферы. М., «Наука», 1964.
144. Таварткиладзе К.А. О формуле для вычисления эффективного излучения. Сообщ. АН Груз. ССР, т. 32, №2, 1963.
145. Таварткиладзе К.А. Учет влияния высоты местности при вычислении эффективного излучения. Труды ЗаКНИГМИ. вып. 35(41), 1970, с 10-40.
146. Таварткиладзе К.А. Моделирование аэрозольного ослабления радиации и методы контроля загрязнения атмосферы. Тбилиси, «Мецниереба», 1989, 202с.
147. Гарнижевский Б.В. Учет некоторых характеристик радиационного климата, влияющих на работу солнечных установок. В кн. «Вопросы прикладной климатологии». Л., Гидрометеоздат, 1960, с. 138-148.
148. Гарнижевский Б.В. Определение показателя солнечных установок в зависи мости от характеристик радиационного режима. Теплоэнергетика, 1961, вып.3, в. 7-12.
149. Темникова Н.С. Климат Северного Кавказа и прилежащих степей. Л., Гидрометеоздат. 1959, с. 367.
150. Темникова Н.С. Некоторые характеристики климата Северного Кавказа и прилежащих степей. Л., Гидрометеоздат, 1964, с. 175.
151. Тооминг Х.П. Солнечная радиация и формирование урожая. Л., Гидрометеоздат, 1977, с. 123-128.
152. Турманидзе Т.И. Климат и урожай винограда. Л., Гидрометеоздат, 1981, 220с.
153. Федюшин А.А. Беденко В.п. Некоторые результаты измерения прямой солнечной фотосинтетически активной радиации спектральным фитоактинометром, Физиология растений, 1969, т.16, 4. с. 756-759.

- 154.Фейгельсон Е.М. Малкевич М.С. Коган С.Я. Коронатова Т.Д. Глазова К.С. Кузнецова М.А. Расчет яркости света в атмосфере при анизотропном рассеянии. Труды Института Физики атмосферы АН СССР, №1(103), М., 1958.
- 155.Федорова М.П. Потоки рассеянной радиации от отдельных участков неба на наклонные поверхности «Проблемы физики атмосферы», 1965, сб. 3, с. 61-68.
- 156.Цуцкиридзе Я.А. Солнечный кадастр Грузии, Труды ЗакНИГМИ. 1963, вып. 12, с.54-83.
- 157.Цуцкиридзе Я.А. Радиационный баланс территории Закавказья. Труды ЗакНИ ГМИ, 1964, 15(21), с. 53-70.
- 158.Цуцкиридзе Я.А. Радиационный и термический режимы территории Грузии. Л., Гидрометеиздат, 1967, с. 163.
- 159.Цуцкиридзе Я.А. Радиационный баланс зоны вечных снегов и ледников центральной части Большого Кавказа. Труды Зак НИГМИ. 1966, вып.207 с. 25-30.
- 160.Тельдоши Ю. Лесны Ю. Мир ищет энергию. М., «Мир», 1981, с. 439.
- 161.Чижевский М.П. Радиационный и термический режим различно ориентированных склонов в условиях холмистого рельефа Ленинградской области. Труды ГГО. 1960, вып. 91, с. 71-84.
- 162.Шихлинский Э.М. Тепловой баланс Азербайджана. Издательство «ЭЛМ», Баку, 1969, с. 197.
- 163.Шульгин И.А. Растение и солнце, Л., Гидрометеиздат 1973, с. 251.
- 164.Advanced Solar energy Technology. Bewsletter, 1983, 9, #12, pp. 511-516.
- 165.Alternative energy. Electer. World. 1980, V, 194, #9,11,13.
- 166.Atwater V. Ball I.A numerical solar radiation model based on Standart meteorological observations Solar energy, 1978, 21, #3, pp.163-170.
- 167.Bhumralhar C. Slemmons A. Nitz K. Bumerical study of local (regional) atmospheric changes caused by a large solar cenral receiver power planth Journ. Appl. Net. 1981, 20, NI, pp. 660-677.

168. Desnica U. Urli N. Pivak B. Climatic predispositions of Yugoslavia for solar energy application. *Solar Energy*, 1983, 30, N5, pp. 401-412.
169. Duncan C.N. Solar and wind power-some meteorological aspects. *Weather*, 1977, 32, N12, pp. 451-456.
170. *Energia Solar, Review Brasil, Quim*, 1982, 92, N557, S.215-220.
171. Engels J. Pollock S. Clarc J. Observations on the Statistical nature of terrestrial irradiation. *Solar Energy*, 1980, 26, N1, pp. 91-92.
172. Ei-Din Harb Mohamed Saad. Solar Energy in Egypt as on inexhaustible source of energy. *Veteoral. Res. Bull.* 1976, 8, N2, pp. 127-144.
173. Felmery L. Data fr evaluationg solar energy in Hungary. *Fnn. Eniv. Sci. Budapest, Ses. Geol.* 1980, pp.51-61.
174. Igbel M. The influence of collector azimuth on solar heating of residential buildings and the effects of anisotropic sky -diffuse radiation. *Solar Energy*, 1981, 26, N3, pp. 249-257.
175. Jimenez J.J. Solar radiation Statistic in Barselona. Spain. *Solar Energy*, 1981, 27, N4, pp. 271-282.
176. Kimball H.H. Solar radiation measuremens at Badison Wos. 1913-1915. *Month Wather Rev.* 1916, V., 44, N1, pp.9-12.
177. Langdon Gorl M. Advanced solar energy technology. 1931, ,7 N2, pp,379-382.
178. Miller Mike, Expo displays Solars importance to Japan. *Solar Eng. and Corntract*, 1984, 3, N3, pp.13.
179. Mustacchi C. Cena V. Rochrm. Stochastic Simulation of hourly global radiation cequences. *Solar Energy*. 1979, 23 N1, pp. 47-51.
180. Meteorological aspects of the utilization of solar radiation as an energy cource. Geneva, WMO, Technical Note, 1981, N172, pp. 289.
181. Person Goran. Changing prioret ies in air Pollution Control. *Ar- ankt Rev.* 1977, 12, N2, pp. 4-6.
182. Rotty Ralph M. Weinberg Alvin M. Haw long is coals future? *Clim. change*, 1977, 1, N1, pp 45-47,

183. Russo G. Analytical model and simulation code for the solar input determination irradiance maps. *Solar Energy*, 1978, 21, N3, pp.201-210.
184. Sutterlund D. Means J. Estimating solar radiation under variable cloud conditions. *Forest Sci.* 1978, 2u, N3, pp. 363-367.
185. Takada Toshio. Development of energy sources within the programme "sunshine" *Journ. Japan. Society Mech, Eng.* 1983, 86 N771, pp. 155-160.
186. Weiss Th Estimation of daily clearsky solar radiation intercepted by a tilted surface. *Solar Energy*. 1980, 24, N3, pp. 287-294.
187. Williams J. Climatic impact of the alternative energy sources. *Energy*, 1974, 4, N5, pp.933-939.
188. Zinko H. Eriksson L. Contribution of the reflectivity of snow covered ground to solar energy production in Northern climates. *Solar. W. Forum, Oxford*, 1982, pp. 2402-2407.



გამომცემლობა „უნივერსალი“

თბილისი, 0179, ი. ჯავახიშვილის ბაზ. 19, ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30
E-mail: universal@internet.ge