

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

ზოგადი № IHM-19-41- GTU-CD-5702

“ ვ ა მ ტ კ ი ც ე ბ ”

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის

დირექტორი თ.ცინცაძე

“ 25 “ დეკემბერი 2019 წ.



ჰაერის ნაკადის კინეტიკური ენერჯის მოდელური ბათვლები
ნაკადის ლოკალურ რელიეფთან ურთიერთქმედებისას
(საქართველოს ცალკეული რეგიონებისათვის)

(დასკვნითი ანგარიში)

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის
სამეცნიერო საბჭოს თავჯდომარე,

გიორგი მელაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის
ამინდის პროგნოზირების, ბუნებრივი და
ტექნოგენური კატასტროფების მოდელირების
განყოფილების გამგე,

მარიკა ტატიშვილი

პროექტის ხელმძღვანელი უფროსი
მეცნიერი თანამშრომელი, ფიზ.მათ.
მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

ზურაბ ხვედელიძე

თბილისი
2 0 1 9

ჰაერის ნაკადის კინეტიკური ენერჯის მოდელური გათვლები ნაკადის ლოკალურ რელიეფთან ურთიერთქმედებისას (საქართველოს ცალკეული რეგიონებისათვის)

თანამედროეების ერთერთი უმნიშვნელოვანესი პრობლემა, როგორც მეცნიერული ასევე სამრეწველო-პრაქტიკული თვალსაზრისით, არის ლოკალური რეგიონების კლიმატური თავისებურებების შესწავლა გლობალური დათბობის ფონზე. უწყვეტი ოპერატიული მონაცემებით დასაბუთებულია, რომ ზოგიერთი ლოკალური რეგიონის ჰავა მკვეთრად განსხვავდება გარემომცველი მიდამოს კლიმატისაგან. ეს გარემოება ძირითადად რელიეფის ფორმას და მისგან გამომწვეულ დინამიკურ პროცესებს უკავშირდება. აქედან გამომდინარე, რელიეფის გავლენის პარამეტრების განსაზღვრა და მათი ანალიზი მეტად აქტუალური და მნიშვნელოვანია. საქართველოს ტერიტორიაზე არსებულ ქვაბურებში, კერძოდ, კი ახალციხის ქვაბურში, განვითარებული მიკროცირკულაციური პროცესების ახსნა-დასაბუთებისათვის გამოყენებული იქნა ჰიდროდინამიკური მიდგომა. შეფასებულია რეგიონის რელიეფის მახასიათებელი პარამეტრები და გათვლილია ოროგრაფიული ვერტიკალური სიჩქარე. მრავალწლიური მეტეოროლოგიური მონაცემების სტატისტიკური დამუშავებით დადგენილია ქვაბურების კლიმატური თავისებურებები და ჰაერის ნაკადის დინამიკის ბუნება. ეს თავისებურებანი ახსნილი იქნა მოდელური გათვლებით. საკვლევ რეგიონებზე მოდელურად შეფასებული პროცესები, რეალურად დაკვირვებული მოვლენების მიმართ (5%-8%) პროცენტის მიახლოებაში თანხვედრილია. ასეთი კვლევა ახალციხის მუნიციპალიტეტის მთლიან ტერიტორიაზე შესრულებულია პირველად და მიღებულ შედეგებს, გამოყენების თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანი თეორიული და პრაქტიკული პერსპექტივა გააჩნია.

Model calculations of the kinetic energy of air flow when interacting with the local relief of the stream (for certain regions of Georgia)

One of the most important problems of modernity, both from a scientific also from an industrial and practical point of view, is the study of the climatic features of local regions on the background of global warming. Based on continuous operational data, it has been established that the climate of some local regions is very different from the climate surrounding area. This circumstance is mainly related to the shape of relief and dynamic processes caused by it. Based on this, the determination of the parameters of relief influence and their analysis is very relevant, important and has great applied value. A hydrodynamic approach was used to explain and justify the microcirculation processes developing in pits in Georgia, in particular, in the Akhaltsikhe pit. The parameters characteristic of the region's relief are estimated and the orographic vertical speed is calculated. Based on the statistical processing of long-term meteorological data, the climatic features of the pits and the nature of the dynamics of the air flow are established. These features were explained by model calculations. Modularly evaluated processes in the studied regions with respect to the real observable phenomena coincide in an approximation of 5-8%. Such a study was carried out for the first time throughout the territory of the Akhaltsikhe Municipality and the results obtained from the point of view of application, have an important theoretical and practical perspective.

Модельные вычисления кинетической энергии воздушного потока при взаимодействии с локальным рельефом потока (для отдельных регионов Грузии)

Одной из важнейших задач современности, как с научной, так и с промышленно-практической точки зрения, является изучение климатических особенностей локальных регионов на фоне глобального потепления. На основе непрерывных официальных данных установлено, что климат некоторых локальных регионов резко отличается от климата окружающей среды. Это обстоятельство, в основном, связано с формой рельефа и вызванными им динамическими процессами. Исходя из этого, определение параметров влияния рельефа и их анализ является весьма актуальным, важным и имеет большую применительную ценность. Для объяснения и обоснования микроциркуляционных процессов, развивающихся в котлованах на территории Грузии, в частности, в ахалцихском котловане, был применен гидродинамический подход. Оценены характерные для рельефа региона параметры и рассчитана орографическая вертикальная скорость. На основании статистической обработки многолетних метеорологических данных установлены климатические особенности котлованов и природа динамики воздушного потока. Эти особенности были объяснены модельными расчетами. Модельно оцененные процессы в исследуемых регионах в отношении реально наблюдаемых явлений в приближении на 5-8% совпадает. Такое исследование на всей территории Ахалцихского муниципалитета проведено впервые и полученные результаты, с точки зрения применения, имеют важную теоретическую и практическую перспективу.

რ ე ზ ე რ ა ტ ი

ანგარიში შეიცავს: 41 გვერდს, 20 ცხრილს, 12 ნახაზს, 1 სურათს, 29 ლიტერატურულ წყაროს.

საკვანძო სიტყვები: დინამიკა, მოდელი, ოროგრაფია, ქვაბური, სინქარის გრივალი, ოპერატორი და ა.შ.

თამამედროვე პირობებში შეზღუდული ვართ რა მეცნიერების უახლესი მიღწევების მაღალი შესაძლებლობის გამოთვლითი ტექნიკის გამოყენებით, მსოფლიო მეცნიერების მიერ ბოლო წლებში მიღებული შედეგების თავისუფლად მოპოვების შესაძლებლობას ჩვენ გლობალური პრობლემების გადაჭრას ვერ შეგვბრძოლებით. არც დგას ამის მოთხოვნის აუცილებლობა დღის წესრიგში. ჩვენი მეცნიერ გეოფიზიკოსების (ვგულისხმობ დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებებს) ძირითად მოვალეობად მიგვაჩნია რეგიონალური-ლოკალური გეოფიზიკური პროცესების შესწავლა-გაანალიზირება. განსაკუთრებით პროცესები, რომლებიც მცირე დროში (რამოდენიმე საათი) არსებობენ, ადგილობრივ ოროგრაფიულ პირობებთან არიან დაკავშირებული და დიდ მატერიალურ და ფიზიკურ ზარალს იწვევენ. ერთერთი ასეთი პრობლემაა საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული, ათეული კვადრატული კილომეტრის ფართის მქონე. ე.წ. ქვაბურებში ჩასახული და განვითარებული მიკროციკლიაციური პროცესების დინამიკის შესწავლა და მისი მეტეოროლოგიური, კლიმატურ-ეკოლოგიური თავისებურებებთან კავშირის დადგენა.

წარმოდგენილ სამეცნიერო ანგარიშში შესრულებულია გამოკვლევები, რომლებიც გაგრძელება ამინდის პროგნოზირების, ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფების მოდელირების განყოფილებაში გასულ წლებში შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოებისა. იგი შეეხება რეგიონალური-ლოკალური ატმოსფერული პროცესების დინამიკას, მოდელურ გათვლებს და კლიმატური თავისებურებების დასაბუთებას. საკვლევ პოლიგონად ძირითადად შერჩეული იქნა ახალციხის რეგიონი თავისი ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების გათვალისწინებით.

შრომის ძირითადი მიზანია ატმოსფეროს მიწისპირა-სასაზღვრო ფენის ჰაერის დინამიკის გამოკვლევა და მათში მიმდინარე ცირკულაციური პროცესების შესწავლა საქართველოს ცალკეულ ლოკალურ ტერიტორიაზე. კერძოდ, ახალციხის რეგიონზე. თეორიულად ახსნილი და სტატისტიკურად დასაბუთებული იქნება მითითებულ რეგიონებში შემჩნეული მკვეთრი კლიმატური თავისებურებანი, მცირე ტერიტორიაზე ამინდის შედარებით მკვეთრი ცვლილება და სხვა ექსტრემალური მოვლენები. მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე და ატმოსფერულ მოვლენებზე მრავალწლიურ დაკვირვებების ანალიზის საფუძველზე გამოკვეთილია პრინციპი, რომ შესწავლილი და გაანალიზირებული იყოს მთა-გორიანი რეგიონებში ხშირად დაკვირვებული არა პერიოდული, არა ორდინალური ატმოსფერული პროცესები. აღნიშნულ მოვლენებს მიეკუთვნება: ქარბორბალა, მიკრორელიეფური ადგილობრივი ქარები ე.წ. მთა-ხეობის ცირკულიაცია, ამინდის მკვეთრი ცვლილებები მცირე დროის განმავლობაში.

განხორციელებულია ლოკალური ტერიტორიაზე გაბატონებული ქარის სინქარის (ენერჯის) შეფასება და საკვლევ რეგიონზე ჩატარებულია კლიმატური თავისებურებების ანალიზი. ეს საკითხები იქნა განხილული საანგარიშო პერიოდში და მიღებულია პრაქტიკული ღირებულობის შედეგები ახალციხის რეგიონის მთა-გორიან ტერიტორიასთვის. მოყვანილია რეკომენდაციები მიღებული შედეგების ოპერატიულ საქმიანობაში დანერგვისათვის ნაშრომში საკითხის თეორიის ის ნაწილი, რომელიც გამოიყენება ენერჯის შეფასებისათვის, ქარის ვერტიკალური

სიჩქარის განსაზღვრისათვის ეყრდნობა ჩვენს მიერ მიღებულ და მონოგრაფიაში გამოქვეყნებულ ფორმულებს. ამ ფორმულებში ფიგურირებს ოროგრაფიის გავლენის ამსახველი დამატებითი ახალი წევრი, რომლითაც ისინი განსხვავდება ლიტერატურაში ცნობილი ანალოგიური დამოკიდებულებიდან. აღმოჩნდა, რომ ქვაბურების უმრავლესობისათვის დედამიწის ზედაპირთან ათეულ მეტრის ფენაში ნაკადის ვერტიკალური სიჩქარე მცირეა (სმ/წმ-რიგისა) და ღინება ძირითადად ჰორიზონტალურია. სიმაღლის ზრდასთან ერთად, ნაკადი რელიეფის გავლენით, იწყებს ზემოთ მოძრაობას და იძენს ვერტიკალურ სიჩქარეს, თითქმის ტოლს ჰორიზონტალურ მიმართულებით არსებული სიჩქარისა. (ზოგადად დადგენილია, რომ მთა-გორიანი რელიეფი ქარის სიჩქარეს ზრდის იმ სიჩქარის თითქმის 45%-ით, რომელიც იმავე სიმაღლეზე ექნებოდა ნაკადს ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე). ასეთი სახით განსაზღვრული ვერტიკალური სიჩქარით შეფასებული არამდგრადობის ენერჯის სიდიდე კარგ თანხმობაშია პრაქტიკაში დაკვირვებულ მნიშვნელობასთან. მეთოდი შეიძლება რეკომენდირებული იქნას სეცევის ღრუბლებში კონვექციული ნაკადების შეფასებისათვის. კონკრეტულად ამ მიზნისათვის შესწავლილი იქნა მეტეოროლოგიური ელემენტების მრავალწლიური რეჟიმი და კლიმატური თავისებურებანი ახალციხის ქვაბურის ტერიტორიაზე. ქარის სიჩქარის სხვადასხვა გრადაციებისათვის. გარკვეულ იქნა განმეორადობის სიხშირე თვეების მიხედვით, დაზუსტდა რეგიონზე ქარის გაბატონებული მიმართულება, გაანალიზდა მეტეოროლოგიური ელემენტების ექსტრემალური მნიშვნელობები. შედეგები მნიშვნელოვანია, სასურველ პუნქტში ქარის ენერჯის გამოყენების მიზნით და რეკომენდაციის მისაცემად ქარსაცავ ზონების ოპტიმალური მიმართულებით განაშენიანებისათვის.

ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია სამეცნიერო სტატიის სახით, იმფაქტვაქტორიან ჟურნალებში და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის რეფერირებულ შრომათა კრებულებში. კვლევის მიმდინარეობა და დასკვნები მოხსენებულია საერთაშორისო კონფერენციაზე (თბილისში) და ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ყოველწლიურ სესიებზე.

შემსრულებელთა სია

პასუხისმგებელი შემსრულებელი:		სახელი, გვარი	ხელისმოწერა
უფროსი მეცნიერთანამშრომელი		ზურაბ ხვედელიძე	
მთავარი მეცნიერთანამშრომელი		მარიკა ტატიშვილი	
შემსრულებლები:			
1	მეცნიერთანამშრომელი	ინგა სამხარაძე	
2	წამყვანი ინჟინერი	ნანულიზოტიკიშვილი	

შინაარსი

	თაზო I. ახალციხის მუნიციპალიტეტის დახასიათება.	8
1	1.1. საკვლევი რეგიონის ახალციხის ქვაბურის მოკლე ისტორიული ცნობები.	8
	1.2. ახალციხის მთიანი ქვაბურის ფიზიკურ-გეოგრაფიული და კლიმატური თავისებურებანი.	8
	თაზო II. რელიეფის გავლენის პარამეტრების თეორიული შეფასება.	12
2	2.1. ატმოსფერული პროცესების დინამიკაზე რელიეფის გავლენის პარამეტრების თეორიული შეფასება ჰიდროდინამიკის განტოლებათა გამოყენების საფუძველზე.	12
	2.2. ქარის ოროგრაფიული ვერტიკალური სიჩქარის განსაზღვრა და მისი შეფასება საკვლევ რეგიონზე.	13
	2.3. კინეტიკური ენერჯის გენერაცია.	14
	2.4. ქარის კინეტიკური ენერჯის ზოგადი შეფასება რთულ ოროგრაფიულ ტერიტორიაზე.	15
	2.5. კინეტიკური ენერჯის მოდელური გათვლები.	18
	2.6. ოროგრაფიული პარამეტრების გათვლები ახალციხის რეგიონის რეალურ რელიეფზე.	19
	თაზო III. საკვლევ რეგიონზე განლაგებული მეტეოროლოგიური სადგურების მრავალწლიური კლიმატური მონაცემების სტატისტიკური ანალიზი.	22
3	3.1. დაკვირვებული რიცხვითი მონაცემების გრაფიკულ-ცხრილური მონაცემების წარმოდგენა და ანალიზი.	22
	3.2. ახალციხის ქვაბური და მის გარშემო არსებულ მიდამოზე მეტეოროლოგიური ელემენტების მრავალწლიური მონაცემების და ექსტრემალური მნიშვნელობების ანალიზი.	27
დასკვნა		39
ლიტერატურა თაზო I.		40
ლიტერატურა თაზო II.		40
ლიტერატურა თაზო III.		41

თაზი I. ახალციხის მუნიციპალიტეტის დასახლიანობა.

1.1. საკვლევი რეგიონის ახალციხის შვაბურის მოკლე ისტორიული ცნობები.

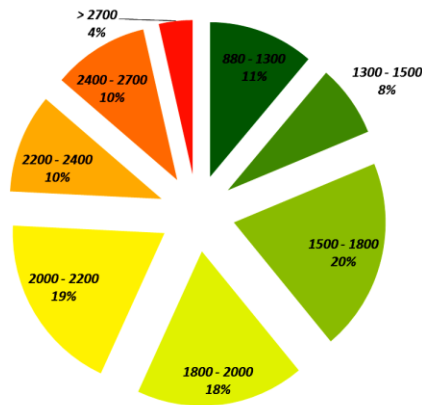
ახალციხის ტერიტორიაზე პირველი ქალაქის ტიპის დასახლება გაჩნდა მდინარე ფოცხოვის მარცხენა სანაპიროზე, სადაც 1951 წელს არქეოლოგიური გათხრების დროს აღმოჩნდა ენეოლითის ადრინდელი ბრინჯაოს ხანის ნასახლარი. ეს ადგილი დღეს ცნობილია „ამირანის-გორა“-ს სახელით, რომელზეც არის ლომისის სალოცავის ნაშთები. ლეგენდის მიხედვით, აქედან გადაუბრძანებიათ ლომისის ხატი ლომისის სალოცავში. ლომისის ხატიდან გამომდინარე ამ დასახლებულ პუნქტს ერქვა ლომისა, რომელიც მოიცავდა მდინარე ფოცხოვის მარცხენა სანაპიროს ამირანის გორიდან დღევანდელ ირაბათის დასახლების ჩათვლით. ხოლო მარჯვენა სანაპიროზე მდებარეობდა რამდენიმე დასახლებული პუნქტი. ახალციხე წყაროებში XII საუკუნიდან იხსენიება, როცა სამცხის ათაბაგებმა-ჯაყელებმა ალაღვინეს და განაახლეს ციხესიმაგრე ლომსია და მას ეწოდა ახალციხე. XIII-XVII საუკუნეებში ციხე-ქალაქი სამცხის ათაბაგ ჯაყელს ეკუთვნოდა. 1578 წელს იგი ოსმალებმა დაიპყრეს, ხოლო 1628 წლიდან ახალციხის საფაშოს ცენტრი გახდა. ახალციხეს ქალაქის სტატუსი მიენიჭა 1840 წელს.

მუნიციპალიტეტი მდებარეობს ახალციხის ქვაბულში, უჭირავს მტკვრისა და ფოცხოვის ხეობები. მუნიციპალიტეტის ტერიტორია - 1010 კვ.კმ, მათ შორის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს უკავია 410 კვ.კმ. ახალციხის რელიეფი რთულია, გვხვდება მოვაკებული ტერასები, მერიდიანული ხეობები, მცირე ქვაბულები, გორაკ-ბორცვები და ვულკანური მთები, რომლებიც განლაგებულია 950 მ-იდან (სოფელი აწყურთან) 2964 მ-მდე (მთაგუმბათი). მესხეთის ქედის სამხრეთ კალთაზე ეროზიული მთა-ხეობათა რელიეფია. მუნიციპალიტეტი მდიდარია წიაღისეულით. მოიპოვება მურანახშირი, დიატომიტი, აქატი, თაბაშირი, საშენი მასალა. ახალციხის მუნიციპალიტეტის უმეტეს ნაწილში მთიანეთის სტეპების ჰავაა, ზამთარი-ცივი, მცირეთოვლიანი, ზაფხული-ხანგრძლივი და თბილი. ახალციხის ქვაბულის ძირზე იანვრის საშუალო ტემპერატურა 3,8⁰C, აგვისტოსი 20,5⁰C. უფრო მაღალ ზონაში, მესხეთის ქედზე, ზღვის ნოტიონდან ზომიერად ნოტიო კონტინენტურზე გარდამავალი ჰავაა. ერუშეთის ქედის თხემურ ზოლში მთიანეთის სტეპების ჰავაა, ზაფხული – მოკლე, ზამთარი – ცივი, ნალექები დაბალზონაში 520 მმ არაღებატება წელიწადში, მოსაზღვრე ქედების კალთებზე კი 1200 მმ არ აღწევს. ნალექების მაქსიმუმი მოდის მაისსა (64 მმ) და ივნისში (86 მმ) მინიმუმ ზამთრის თვეებში (იანვრი 20 მმ, თებერვალი 25 მმ). მოსახლეობის უმრავლესობა ეთნიკურად ქართველია (61%), ეთნიკურად სომხები კი 37% შეადგენენ. ეკონომიკის წამყვანი დარგია მრეწველობა, არის მოპოვებითი და გადამამუშავებელი მრეწველობის მცირე საწარმოები. სოფლის მეურნეობის ძირითადი დარგებია მეხილეობა, მევენახეობა, მებოსტნეობა, მეცხოველეობა, მოჰყავთ მარცვლეული კულტურები.

1.2. ახალციხის მთიანი შვაბურის ფიზიკურ-გეოგრაფიული და კლიმატური თაზის-ბურჰანი .

აღნიშნული გვქონდა, რომ ძირითადი საკვლევი რეგიონი ახალციხის მთიანი ქვაბული განეკუთვნება ეროზიულ მთათაშუა ქვაბულების ტიპს. იგი მდებარეობს მდინარე მტკვრის ზემო აუზში. დასავლეთიდან მას ესაზღვრება არსიანის ქედის ჩრდილოეთ ნაწილი, ჩრდილოეთიდან აჭარა-იმერეთის ქედი, აღმოსავლეთიდან

თრიალეთის ქედის დასავლეთი დაბლობი, ხოლო სამხრეთიდან ერუშეთის მთიანეთის ჩრდილო კალთები. ქვაბული დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ სოფელი დერცელიდან სოფ. ბლორძამდე გრძელდება 50 კმ-ს მანძილზე. მისი სიგრძე სხვადასხვა ნაწილში სხვადასხვა: დასავლეთ დაბლობებთან 4-5 კმ-ია, ქახალციხის მერიდიანზე 12-14 კმ, ხოლო აღმოსავლეთ ნაწილი (სოფ. ჭობარეთი-აგარის ხაზზე) 18-20 კმ. ქვაბულის მთავარი წყლის არტერიას წარმოადგენს მდინარე მტკვარი და ფოცხოვი და მათი შენაკადები (ქვაბლიანი, ოცხე, ურაველი, წინაუბნისწყალი დასხვა). ქვაბული ზღვის დონიდან საკმარისად მაღალზეა, რეგიონზე სიმაღლეთა განაწილება პროცენტებში მოცემულია ნახ.1.2.1. [1].



ნახ.1.2.1. საკვლევ ტერიტორიაზე სიმაღლეთა განაწილების (%) დიაგრამა [1].

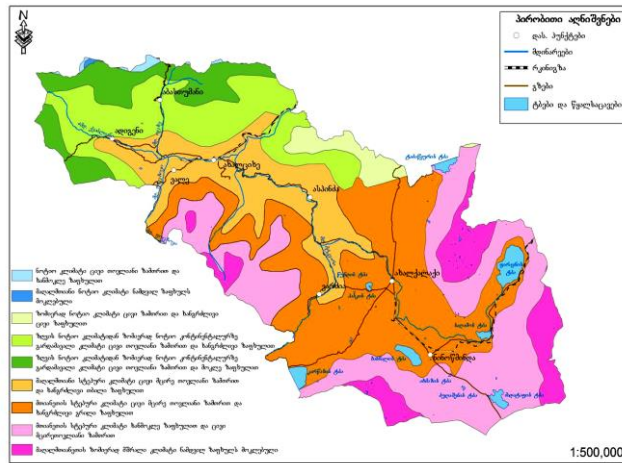
ქვაბული ორი განსხვავებული ნაწილისაგან შედგება. სასინაღლო ზონა წარმოდგენილია გორაკ-ბორცვიანი რელიეფით და 2500 მეტრამდე საშუალო მთიანი ციცაბოდ დახრილი ფერდობით (ნახ.1.2.2).



სურ.1.2.1.ახალციხის ქვაბური [1].

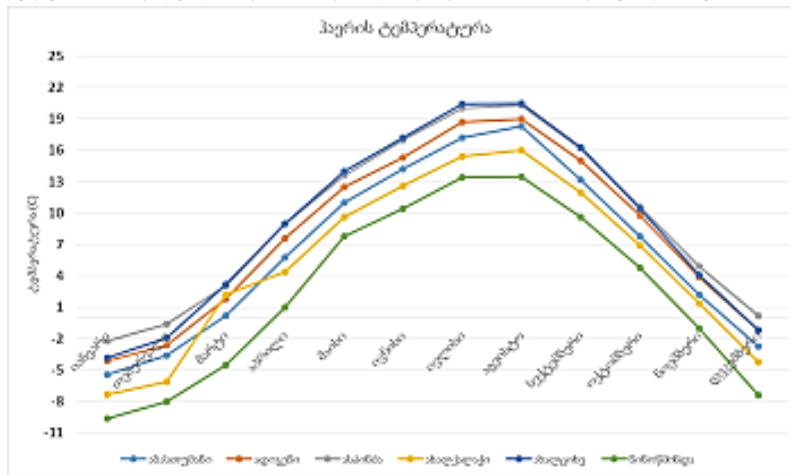
ქვაბულის მორფოლოგიურ ჩამოყალიბებაში დიდი როლი ითამაშა ტერიტორიების ამგები ქანების ლითოლოგიურმა შემადგენლობამ და გამდინარე წყლების ეროზიულ-მა შემოქმედებამ. ქვაბულის ცენტრში ტერასული ვაკეა, ვულკანოგენურ წყებებზე რელიეფი კლდოვანია. 1200-1200 მ ზემოთ მესხეთის, ერუშეთის და არსიანის ქედების კალთები საკმაოდ დანაწევრებული მთა- ხეობათა რელიეფია (სურ.1.2.1).

ქვაბულში 1300-1400 მ სიმაღლემდე ტყე-სტეპების ლანდშაფტია. ქვაბურის გარეთ 2000-2200 მ-მდე და უფრო ზემოთ მთა-მდელოს ლანდშაფტია. ახალციხის მუნიციპალიტეტის ფართობი 1010,3 კვ.კმ. სამხრეთ დასავლეთით და სამხრეთ აღმოსავლეთით მას თურქეთი ესაზღვრება.

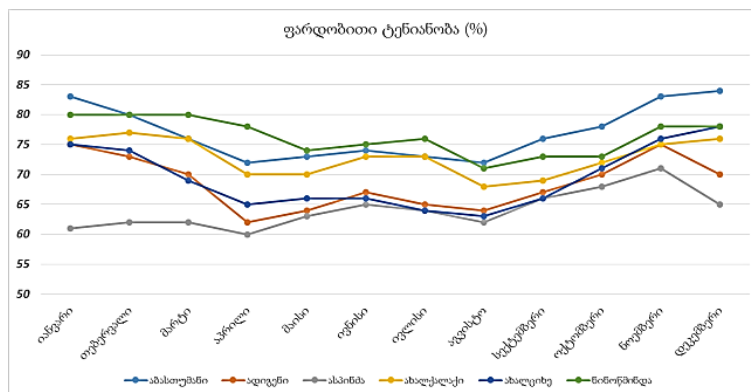


ნახ.1.2.2. ახალციხის ქვაბურის კლიმატური ზონების განაწილება [1].

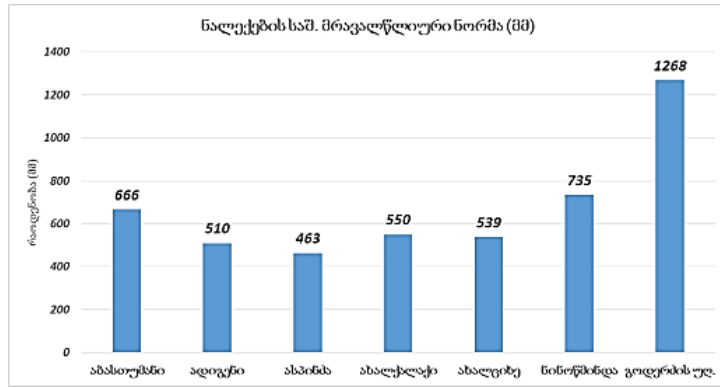
ნახ.1.2.3-ზე მოცემულია ტემპერატურის ყოველთვიური განაწილება, ნახ.1.2.4.-ზე ფარდობითი ტენიანობის განაწილება თვეების მიხედვით, ნახ.1.2.5 -ზე ნალექების საშუალო წლიური ნორმები. ცხრ. 1.2.1-ში მოყვანილია რეგიონის მეტეოროლოგიური სადგურების ნალექების დღეღამური და წლიური მნიშვნელობები [1].



ნახ.1.2.3. ჰაერის ტემპერატურის განაწილება თვეების მიხედვით ახალციხის მეტეოროლოგიური სადგურებისათვის.



ნახ.1.2.4. ფარდობითი ტენიანობა თვეების მიხედვით.



ნახ.1.2.5. ნალექების საშუალო მრავალწლიური ნორმა.

ცხრ.1.2.1. ნალექების რაოდენობა და დღეღამური მაქსიმუმი.

ნალექების რაოდენობა და დღე-ღამური მაქსიმუმი N	მეტეოსადგური	ნალექების რაოდენობა წელიწადში, მმ	ნალექების დღეღამური მაქსიმუმი, მმ
1	2	3	4
1	აბათუმანი	666	85
2	ადიგენი	510	48
3	ასპინძა	563	65
4	ახალქალაქი	550	63
5	ახალციხე	539	62
6	წინოწმინდა	735	58
7	გოდერძის უღ.	1268	-

წარმოდგენილ სურათებზე მკაფიოდ ჩანს მეტეოროლოგიური ელემენტების განაწილების ხასიათი, ექსტრემალური მნიშვნელობები [2].

თავი II. რელიევის ბავლენის პარამეტრების თეორიული შეფასება.

2.1. ატმოსფერული პროცესების დინამიკაზე რელიევის ბავლენის პარამეტრების თეორიული შეფასება ჰიდროდინამიკის ბანტოლუბათა გამოყენების საფუძველზე.

აღნიშნული საკითხის თეორიული მხარის გაშუქებისათვის ვსარგებლობთ ჰიდროდინამიკაში აღიარებული ა. ფრიდმანის გამარტივებული განტოლებით, ქარის სიჩქარის გრიგალის Ω ვერტიკალური მდგენელისათვის, შემდეგი სახით [1,2,3,4,5]:

$$\frac{\partial \Omega}{\partial t} + u \frac{\partial(\Omega+I)}{\partial x} + v \frac{\partial(\Omega+I)}{\partial y} = -ID \quad (2.1.1)$$

სადაც მთა-გორიან ტერიტორიისათვის გეოსტროფიულ მიახლოებაში ასე წარმოდგება [3].

$$\Omega = \frac{1}{\eta} [\Delta \Psi - (a\Psi_x + b\Psi_y)] \quad (2.1.2)$$

აქ Ψ - დენის ფუნქციაა, u და v არის სიჩქარის კორიზონტალური მდგენელები. $\eta = \frac{p_z}{p_0}$ - აგეოსტროფიულობის პარამეტრი, p_z - წნევა მთის სიმაღლეზე, p_0 - წნევის სტანდარტული მნიშვნელობა, Δ - ლაპლასის ბრტყელი ოპერატორი, $a = -\frac{\partial \ln \eta}{\partial x}$; $b = -\frac{\partial \ln \eta}{\partial y}$; მთის გავლენის მახასიათებელი პარამეტრები შესაბამისად, პარალელის და მერიდიანის მიმართულებით, Ψ_x და Ψ_y დენის ფუნქციის წარმოებული, შესაბამისად ox და oy ღერძების მიმართ, D - ნაკადის სიჩქარის ბრტყელი დივერგენცია, I კორიოლისის პარამეტრი. (2.1.2)-ის (2.1.1)-ში ჩასმით, მეტეოროლოგიური სიდიდეების და მათი წარმოებულების რიგის შეფასების გათვალისწინებით [3,5,13,14] მიიღება ძირითადი სამუშაო განტოლება:

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} \right) (\Delta \Psi + a\Psi_x + b\Psi_y) = I\eta(a\Psi_x - b\Psi_y)$$

ამ განტოლების ამოხსნა მოძებნილია შემდეგი ბრტყელი ტალღის სახით [3,13]:

$$\Psi = \Psi_0 e^{i(mx+ny-\sigma t)}$$

სადაც m და n შესაბამისი ტალღური რიცხვებია, σ - კი ფაზური სიხშირე, Ψ_0 დენის ფუნქციის ამპლიტუდური მნიშვნელობა. (2.1.1)-ში (2.1.2)-ის ჩასმით, გამარტივების შემდეგ ფაზური სიხშირისათვის მიიღება დამოკიდებულება:

$$\sigma = \frac{\rho^2 [L_1(am + bn) - \beta_1 m]}{m[\rho^2 + (am + bn)^2]} + i \frac{(am + bn)[L_1(am + bn) - \beta_1 m]}{m[\rho^2 + (am + bn)^2]}$$

ატმოსფერული მოვლენების რეალობიდან გამომდინარე, ფაზური სიხშირისათვის აღებული უნდა იქნას მხოლოდ ნამდვილი ნაწილი. ცხადია ამას უზრუნველყოფს მოთხოვნაა, რომ შესრულდეს პირობა [1,3]:

$$am + bn = 0 \quad (2.1.3).$$

ეს დამოკიდებულება თეორიულად ადასტურებს სინოპტიკურ პრაქტიკაში შემჩნეულ და აღიარებულ რეგიონალურ პრობლემას, კერძოდ იმას, რომ ატმოსფერული

პროცესები ამიერკავკასიაზე, ძირითადად ვრცელდება პარალელის მიმართულებით, მთავრებილების გასწვრივ [13,4,8].

ეს შედეგი სამართლიანია ადგილობრივი ლოკალური ტერიტორიისათვისაც, სადაც მთის მასივი შეიძლება აპროქსირებული იქნას გეომეტრიული ფიგურის სახით და გათვლილი იქნას სათანადო მახასიათებელი პარამეტრები. ამრიგად, ნებისმიერ შერჩეულ ლოკალურ პოლიგონზე ჰაერის ნაკადზე მოქმედებს, რელიეფის გავლენით წარმოქმნილი აღმავალ-დაღმავალი დინებები, რომელთა გათვალისწინებაც აუცილებელია. სწორედ ეს დინებები არსებითად განსაზღვრავს ადგილობრივი ცირკულაციის ბუნებას და მთელ რიგ თავისებურებებს ლოკალურ ქვაბურებში.

2.2. ძარის ორობრაფიული ვერტიკალური სიჩქარის განსაზღვრა და მისი უწყვეტობა საკვლევ რეგიონზე.

ოროგრაფიული ვერტიკალური სიჩქარის W_0 განსაზღვრისათვის კი გამოვიყენოთ [3,4,8] ჩვენს მიერ მიღებული გამოსახულება. აქ საკმარისად ვრცლად არის დასაბუთებული ჩვენთვის საინტერესო საკითხებთან დაკავშირებული მასალა. მართლაც თუ დედამიწის რელიეფი აღიწერება განტოლებით:

$$z = Z(x, y),$$

მაშინ ჰაერის ნაკადის ვერტიკალური სიჩქარე W , დედამიწის ზედაპირზე არ იქნება ნულის ტოლი, როგორც ეს მიღებულია ბრტყელი ზედაპირის შემთხვევაში, არამედ აკმაყოფილებს შემდეგ დამოკიდებულებას [1,3,8]:

$$w(x, y, z, t) = u(x, y, z, t) \frac{\partial Z}{\partial x} + v(x, y, z, t) \frac{\partial Z}{\partial y}$$

უწყვეტობის განტოლების ინტეგრირებით $z = Z(x, y)$ ზედაპირიდან ∞ -მდე, იმ პირობით, რომ $(\rho w)_{z=\infty} = 0$, მიიღება უწყვეტობის განტოლება შემდეგი სახით [1,3]:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{1}{\eta^2} (\eta, \phi),$$

ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებების სტანდარტული გარდაქმნების გამოყენებით, მიიღება შემდეგი სახის ძირითადი პროგნოზულ-მოდელური თანაფარდობა [1-5,13,14]:

$$L\phi + \beta \frac{\partial \phi}{\partial x} = \frac{1}{\eta} (\phi, \eta) - \left(\phi, \frac{1}{l} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{\eta} \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) + \frac{1}{\eta} \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{\eta} \frac{\partial \phi}{\partial y} \right) + l \right) \quad (2.2.1)$$

(2.2.1)-ში $L = \Delta + a \frac{\partial}{\partial x} + b \frac{\partial}{\partial y}$ სახის ოპერატორია, β – როსბის პარამეტრი, Δ – ლაპლასის

ბრტყელი ოპერატორია, ფრჩხილი (A, B) -ცნობილი იაკობიანია, ϕ – გეოპოტენციალი. (2.2.1) განტოლება ცნობილი შესაბამისი განტოლებისგან განსხვავდება, რელიეფის გავლენის a, b პარამეტრების შემცველი წევრებისა და ე.წ. ოროგრაფიული $(\phi, \ln \eta)$ იაკობიანის დამატებით. არის ვერტიკალური სიჩქარე კი განისაზღვრება ამ ოროგრაფიული იაკობიანით [3]. მართლაც თუ მივიღოთ, რომ მიწისპირა ფენაში w -ს წარმოქმნას განაპირობებს, მხოლოდ ზედაპირის ხახუნი და რელიეფი, მაშინ w განისაზღვრება უწყვეტობის განტოლების ინტეგრირებით [3-10] 0-დან ფენის H სიმაღლემდე, ე.ი.

$$W = - \int_0^H \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) dz \quad (2.2.2)$$

ჰიდროდინამიკის განტოლებათა სისტემიდან ქარის U და V ჰორიზონტალური მდგენელებისათვის გვექნება:

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{1}{l} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial}{\partial z} k \frac{\partial v}{\partial z} \right) + \frac{\partial u_g}{\partial x}; \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{1}{l} \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial}{\partial z} k \frac{\partial u}{\partial z} \right) + \frac{\partial v_g}{\partial y} \quad (2.2.3)$$

სადაც u_g და v_g არის რელიეფის გავლენით წარმოშობილი აგეოსტროფიული ქარის მდგენელები, რომლებიც მოცემულია შემდეგი დამოკიდებულებით [1-10]:

$$u_g = -\frac{1}{l\rho\eta} \frac{\partial p}{\partial y}; v_g = \frac{1}{l\rho\eta} \frac{\partial p}{\partial x} \quad (2.2.4)$$

შევიტანთ რა (2.2.3) და (2.2.4)-ს (2.2.2)-ში და მოვახდენთ ინტეგრირებას, მაშინ იმის გათვალისწინებით, რომ ხახუნის დაძაბულობა ფენის ზედა საზღვარზე ნულია, მივიღებთ:

$$W = \frac{1}{l} \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial v}{\partial z} \right)_{z \rightarrow 0} - \frac{1}{l} \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial u}{\partial z} \right)_{z \rightarrow 0} - \left(\frac{\partial u_g}{\partial x} + \frac{\partial v_g}{\partial y} \right) H \quad (2.2.5)$$

საველე სამუშაოების მასალის ანალიზით დადგენილი იქნა, რომ დინამიკური სიჩქარის შეფარდება u_g -თან დამოკიდებულია იზობარიდან ნაკადის გადახრის δ კუთხეზე [7,8,10,12], ამიტომ გვექნება:

$$\left(k \frac{\partial u}{\partial z} \right)_{z \rightarrow 0} = v_*^2 \cos \delta; \left(k \frac{\partial v}{\partial z} \right)_{z \rightarrow 0} = v_*^2 \sin \delta \quad (2.2.6)$$

როგორც აღვნიშნეთ, რელიეფის გავლენით სიჩქარის ბრტყელი დივერგენცია არ არის ნული, არამედ წარმოდგება η -სა და p -ს იაკობიანით, იმის გათვალისწინებით, რომ ქარის აგეოსტროფიულობა წარმოქმნილია სწორედ მიწისპირა ფენიდან, ამრიგად:

$$\frac{\partial u_g}{\partial x} + \frac{\partial v_g}{\partial y} = \frac{1}{l\rho\eta^2} (\eta, p) \quad (2.2.7)$$

ვერტიკალური სიჩქარე გამოისახება ხახუნის დაძაბულობის ბრუნვითი ვექტორის ვერტიკალური მდგენელითა და იაკობიანით:

$$W = \frac{1}{l} \left[\frac{\partial}{\partial x} (v_*^2 \sin \delta) - \frac{\partial}{\partial y} (v_*^2 \cos \delta) \right] - \frac{1}{l\rho\eta^2} (\eta, p) H = \frac{1}{l\rho} [\text{rot}_z \tau + \frac{1}{\eta} (p, \ln \eta) H] \quad (2.2.8)$$

მიღებული (2.2.8) ფორმულა არის ახალი და განსხვავდება ყველა ცნობილი დამოკიდებულებიდან მარჯვენა მხარეში იაკობიანის დამატებით, რომელიც ოროგრაფიული ფაქტორის გავლენას გამოხატავს. ამრიგად ოროგრაფიული ვერტიკალური სიჩქარისათვის გვექნება:

$$W_h = \frac{1}{l\rho} (p, \ln \eta) H = \frac{1}{l\rho} \left(\frac{\partial p}{\partial x} b - \frac{\partial p}{\partial y} a \right) H \quad (2.2.9).$$

ამ სიდიდეების a, b და W_k განსაზღვრა-შეფასება კონკრეტული ლოკალური რეგიონისათვის, წარმოადგენს ჩვენი კვლევის ერთ-ერთ ძირითად მიზანს.

2.3. კინეტიკური ენერჯის ბენეფაცია.

ვინაიდან კვლევის ერთერთი მთავარი მიზანს საკვლევ ტერიტორიაზე ჰაერის ნაკადის კინეტიკური ენერჯის შეფასება და ქარის ენერგეტიკულობის შესაძლებლობების განსაზღვრაა, ამიტომ მოვიყვანთ კინეტიკური ენერჯის გენერაციის მოკლე თეორიას [12]. შეფასებული და დადგენილია, რომ ატმოსფეროს მოძრაობის ენერჯია ($10^{21} - 10^{22}$) ჯოულის რიგისა. ეს ენერჯია მინიმუმ ასჯერ

ნაკლებია ცალკეული ციკლონის ენერჯიაზე (10^{19} ჯ.). დედამიწის ზდაპირზე მოსული მზიური ენერჯიის სიმძლავრე კი არის $1,8 \cdot 10^{17}$ ვტ, ამ ენერჯიის დაახლოებით 40% აირეკლება უკან ატმოსფეროში, ამიტომ გამოსავალი მნიშვნელობა რჩება 10^{17} ვტ. ანუ ერთეულოვან ფართზე საშუალოდ $2 \cdot 10^{10}$ ჯ/წმ. კვ. მ. კინეტიკური ენერჯია გათვლილი ერთეულოვან მასაზე გამოდის მაქსიმუმ 100 კვ.მ/ კვ. წმ. ე.ი. ნაკადის სიჩქარეც 15 მ/წმ. ატმოსფეროს კინეტიკური ენერჯიის 70% მოდის საშუალო განედებში არსებულ ზონალურ დინებაზე ე.წ. „წამყვანი“ ნაკადზე, დარჩენილი 30% კი ხმარდება მერიდიანულ მოძრაობას.

ატმოსფეროში პოტენციალური ენერჯიის კინეტიკურში გადასვლის სიჩქარე $\frac{\partial E}{\partial t} = 2 \cdot 10^{15}$ ვტ კინეტიკური ენერჯიაა. გენერაციის სიჩქარე ატმოსფეროს ერთეულოვან მასაზე გათვლილი $\frac{1}{M} \frac{\partial E}{\partial t} = 4$ სმ²/წმ³. ასეთივე რივის უნდა იყოს დისიპაციის საშუალო მნიშვნელობა, კინეტიკური ენერჯიის სითბურში გადასვლა, არსებული ხახუნის გამო [12].

ენერჯიის გარდაქმნის ტიპური დრო $\tau = \left(\frac{1}{E} \frac{\partial E}{\partial t}\right)^{-1} = 5 \cdot 10^5$ წმ დაახლოებით ერთი კვირაა. ასეთივეა სინოპტიკური პროცესების ენერჯიის ხანგძლივობა (სიბლანტის საფუძველზე). ეს დრო შემჩნეულია ჯერ კიდევ ვოეიკოვის მიერ. ამრიგად მეტად საგულისხმოა, რომ კინეტიკური ენერჯიის გენერაციის დრო ემთხვევა სინოპტიკური პროცესების ჩასახვა-არსებობის (ენერჯიის დისიპაციის) ხანგძლივობას. ეს არის თეორიული შედეგების რეალობაში დაკვირვებული და აღნუსხული მასალის თანხვედრის ერთერთი კლასიკური მაგალითი.

ენერჯიების ასეთი შესაბამისობიდან გამომდინარე, თუ სრულდება პირობა $(t-t_0) \ll \tau$, სადაც t არის პოტენციური ენერჯიის კინეტიკურში გადასვლის ტიპური დრო, t_0 -სინოპტიკური პროცესების ხანგძლივობა, მაშინ ატმოსფერული სიტუაცია იქნება მოკლევადიანი. როცა გვექნება პირობა $(t-t_0) \gg \tau$, მაშინ პროცესები გრძელვადიანია. ცხადია მოკლევადიან პროცესებში ენერჯიის მოდენა და დისიპაცია უმნიშვნელო იქნება და სამართლიანია ადიაბატური მახლოება. სწორედ ეს გამოიყენება ამინდის ელემენტების თითქმის ყველა სახის რიცხვითი პროგნოზირების სქემებში.

მოყვანილი მსჯელობა აშკარად მიუთითებს, რომ მეტეოროლოგიური ელემენტებისა და ატმოსფერული მოვლენების პროგნოზირებისას ერთერთი გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ატმოსფერული მასების მოძრაობის სიჩქარის (ქარის სიჩქარის) რეჟიმის გამოკვლევას ამა თუ იმ კონკრეტულ რეგიონზე.

2.4. ქარის კინეტიკური ენერჯიის ზოგადი შეფასება რთულ ორობრაფიულ ტერიტორიაზე.

ჯერ კიდევ ლორენცის მიერ [3,15,16] იქნა აღნიშნული, რომ მეტეოროლოგიური სიტუაციების სივრცეში და დროში ცვლილებაზე მეტად, მნიშვნელოვანია მუდმივმოქმედი გარეგანი ძალის გავლენა. ასეთი ძალების სანიმუშო მაგალითია, მთაგორიან ტერიტორიაზე ხახუნის ძალების არსებობა მიწისპირა ფენაში. სწორედ ეს

ძალები იწვევენ კინეტიკური ენერჯის დისიპაციას და ზრდიან მეტეოროლოგიური ელემენტების დროში პროგნოზირების ალბათობას [12].

ასეთი საკითხების დასმა და შესწავლა, განსაკუთრებით საყურადღებოა ატმოსფერული პროცესების ცვლილების დასახასიათებლად ისეთი რთული ფიზიკურ-გეოგრაფიული ოროგრაფიის მქონე რეგიონისათვის, როგორცაა ამიერკავკასია. როგორც ცნობილია, მითითებული რეგიონის სამ მეოთხედზე მეტი ტერიტორია დასერილია დიდი მთაგრეხილებით, ხეობებით, ბურცობებით და ქვაბურებით. ასეთ რელიეფი კი ხელს უწყობს გარკვეული სახის აღმავალი დინებების წარმოშობა-განვითარებას. ისინი წარმოადგენენ გარეგანი ძალების ბუნებრივ წყაროს ჰაერის მასების სხვადასხვა შემოჭრების დროს; იწვევენ ზოგად ატმოსფერული ცირკულაციური პროცესების გამწვავებას; სხვადასხვა სახის სტიქიურ ჰიდრომეტეოროლოგიურ და მასთან დაკავშირებულ გეოლოგიურ მოვლენებს. ლოკალურ რეგიონებში, განსაკუთრებით ქვაბურებში სწორედ ოროგრაფიული თავისებურება ზრდის თავსხმა ნალექების, წყალდიდობის, წყალმოვარდნის, ღვარცოფების, მეწყერების, ძლიერი ქარების, გვალვების, ჰაერის ექსტრემალურად მაღალი და დაბალი ტემპერატურის ფორმირების და სხვა მოვლენების განმეორადობის ინტენსიობას. დღეისათვის მრავალწლიური ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვებების მონაცემთა ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ბოლო ათწლეულში სტიქიური მოვლენების განმეორადობა 2-3 -ჯერ აღემატება წინა იგივე პერიოდის ანალოგიურ მაჩვენებელს. ყოველივე ეს მიუთითებს ასეთ რეგიონებზე ჰაერის ნაკადის კინეტიკური ენერჯის შეფასების აუცილებლობაზე.

ამოცანის სირთულის გამო პირველ მიახლოებაში, შესწავლილი უნდა იქნას მარტივი მოძრაობა-ჰაერის მასების ადვექციური გადატანა, როცა შემფოთება გვაქვს საწყის პირობებში და გარეგანი ძალებში [21]. მაგალითად გაირკვეს: მიკროციკულაციური არეების წარმოქმნა მთის ორივე მხარეს (სურამის ქედი); მთა-ხეობების ქარი, რომელიც სხვადასხვა მიმართულებით ქრის დღე-ღამის სხვადასხვა პერიოდში; სეტყვის შემცველი ელჭექის ღრუბლების წარმოშობის მექანიზმი და სხვა ლოკალური ატმოსფერული პროცესები. აღნიშნული მოვლენების შესწავლისათვის კვლავ გამოიყენება ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სისტემა. თავდაპირველად (პირველ მიახლოებაში) დაშვებულია, რომ პროცესები შეიძლება აღიწეროს ადვექციის მარტივი განტოლებით [6,7,21]:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} = -\epsilon u + B(v-u) \quad (2.4.1)$$

სადაც ϵu - ბლანტი დისიპაცია (ენერჯის შესუსტება სიბლანტის გამო), B-მუდმივაა. ეს ფორმა ექვივალენტურ-ბაროტროპიული მოდელით ზედაპირული ხახუნის ძალის აღწერის ტოლფასია. ვინაიდან შრომაში [3,21] ამ განტოლების ბოლო წევრი ასახავდა ნიუტონისებური იძულებითი ძალების გავლენას, რომელიც მდგომარეობდა U-ს გაზრდაში, როცა $U < V$ -ზე და შემცირებაში, როცა $U > V$ -ზე. ამიტომ, ფიზიკური მოსაზრებიდან გამომდინარე, ჩვენ ეს წევრი დავუკავშირეთ დედამიწის რელიეფის გავლენის გათვალისწინებას. დავუშვით, რომ სწორედ ეს წევრი იწვევს იძულებით კონვექციას W ვერტიკალური სიჩქარით, ამრიგად (2.4.1) გამოსახულება შეიცვლება განტოლებით:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} = -\epsilon u + B(u \frac{\partial Z(x,y)}{\partial x} + v \frac{\partial Z(x,y)}{\partial y}) \quad (2.4.2)$$

ეს განტოლება სასურველია ჩაიწეროს უგანზომილებო სიდიდეებში, თუ შემოვიტანთ აღნიშვნებს [3,18,21]:

$$U = \frac{ku}{\varepsilon}, \tau = \varepsilon t, X = kx, \beta = \frac{B}{\varepsilon}, V = \frac{kv}{\varepsilon},$$

სადაც k მუდმივი კოეფიციენტია, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია ჰაერის ნაკადის მასშტაბურ ზომებზე. მათი გათვალისწინებით მივიღებთ:

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} + U \frac{\partial U}{\partial X} = -U + \beta(U \frac{\partial Z}{\partial X} + V \frac{\partial Z}{\partial Y}) \quad (2.4.3)$$

წარმოვადგინოთ საძიებელი ფუნქცია ფურიეს მწკრივის სახით [7], კერძოდ

$$U(X, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} U(\tau) \sin nkx \quad (2.4.4)$$

(2.4.4)-ის ჩასმით (2.4.3)-ში, მივიღებთ განტოლებათა უსასრულო სისტემას:

$$\frac{dU_n}{d\tau} = \frac{n}{2} \sum_{m=1}^{\infty} U_m U_{m+n} - \frac{1}{2} \sum_{m=1}^{n-1} m U_m U_{n+m} - U_n + \beta[(U \frac{\partial Z}{\partial X})_n + (V \frac{\partial V}{\partial Y})_n] \quad (2.4.5)$$

მიღებული განტოლება შეიძლება გაინტეგრალთ რიცხვითი მეთოდით, როცა განსაზღვრული იქნება განტოლებათა n რაოდენობა. ასეთი მიდგომა რელიეფის გავლენის გარეშე, განხორციელებული აქვს რამდენიმე ავტორს [3,5,21]. მათ მიიღეს, რომ არსებობს ისეთი მდგომარეობა, რომელიც ასიმპტოტურად უახლოვდება თავდაპირველ საწყის მდგომარეობას, ენერგია გადადის პირველი კომპონენტიდან მეორეზე მანამ, სანამ დისიპაცია მოიყვანს მთელ მოძრაობას წონასწორობაში. გამოვიყენოთ იგივე მიდგომა (2.4.5) განტოლებისათვის. უპირველეს ყოვლისა განვიხილოთ შემთხვევა $n = 1, 2$, მაშინ გვექნება:

$$\begin{aligned} \frac{du_1}{d\tau} &= \frac{1}{2} u_1 u_2 - u_1 - \beta(u_1 \frac{\partial Z}{\partial x} + v_1 \frac{\partial Z}{\partial y}) \\ \frac{du_2}{d\tau} &= -\frac{1}{2} u_1^2 - u_2 - \beta(u_2 \frac{\partial Z}{\partial x} + v_2 \frac{\partial Z}{\partial y}) \end{aligned} \quad (2.4.6)$$

(2.4.6) სისტემის მარჯვენა მხარეს მესამე წევრები, გარკვეული გარდაქმნებით მიიყვანება ზომოდ მიღებულ გამოსახულებამდე

$$W = \frac{1}{l\eta\rho} (\ln \eta, p)$$

სადაც სიდიდეები და სიმბოლოების მნიშვნელობები უკვე მითითებული გვაქვს. (2.4.6) შეიძლება ასე ჩაიწეროს:

$$\begin{aligned} \frac{du_1}{d\tau} &= \frac{1}{2} u_1 u_2 - u_1 - \beta W_1 \\ \frac{du_2}{d\tau} &= -\frac{1}{2} u_1^2 - u_2 - \beta W_2 \end{aligned} \quad (2.4.7)$$

თუ მივიღებთ, რომ გარეგანი ძალა $\beta W = 0$, მაშინ გვაქვს სტაციონალური მდგომარეობა $u_1 = 0$ და $u_2 = 0$ -თვის, ამიტომ მოსალოდნელია, რომ სისტემას ექნება ისეთი მდგომარეობაც, რომელიც ასიმპტოტურად უახლოვდება (0,0)-ს. ამ დაშვებით ცალ-ცალკე განვიხილოთ (2.4.7) სისტემა წრფივი და არაწრფივი შემთხვევებისათვის. წრფივი განტოლებებისათვის მოღებულია ამოხსნა [21].

$$u_1 = u_{1,0} e^{-\tau}, u_2 = u_{2,0} e^{-\tau} \text{ ანდა } r = r_0 e^{-\tau}; \quad (2.4.8)$$

სადაც $r = \sqrt{u_1^2 + u_2^2}; r_0 = \sqrt{u_{1,0}^2 + u_{2,0}^2}$. არაწრფივ შემთხვევაში სათანადო კომბინაციით შეიძლება მიღებული იქნას შემდეგი სახის განტოლება [2,17]:

$$\frac{d}{d\tau}(u_1^2 + u_2^2) = -2(u_1^2 + u_2^2) \quad (2.4.9),$$

რომლის ამოხსნასაც (2.4.8) სახე აქვს. ორივე შემთხვევის ამოხსნის ინტენობა მიუთითებს მასზე, რომ ადვექციური წევრები არ ახდენენ გავლენას კინეტიკური ენერჯის შემცირების ხასიათზე. ისინი არსებითად მოქმედებენ ტრაექტორიაზე [2.4.8].

კინეტიკური ენერჯის ცვლილება ხორციელდება რელიეფის გავლენით. მიუხედავად საწყისი სისტემის არაწრფიობისა, მისი ანალიზური ამოხსნა არის მიღებული საკმაოდ რთული სახის, ჰიპერბოლური ფუნქციების კომბინაციით [3,21].

ახლა შევეცადოთ ვიპოვოთ (2.19)-ის ამოხსნა, როცა βW არ უდრის ნულს. (2.4.8)-ის გათვალისწინებით გვექნება განტოლება:

$$\frac{d(U_1^2 + U_2^2)}{d\tau} + 2(U_1^2 + U_2^2) = -\frac{\beta}{l\eta\rho}(\ln \eta, p) \quad (2.4.10)$$

განტოლება (2.4.10) დამოკიდებულია β -ზე, რომელიც ფიზიკური მოსაზრებიდან გამოდინარე უნდა იყოს კორიოლისის პარამეტრის პროპორციული, ხოლო პროპორციულობის კოეფიციენტი, რამდენიმე ერთეულს არ უნდა აღემატებოდეს (დამოკიდებული იქნება დისიპაციის ენერჯის სიდიდეზე). მიღებული განტოლება არის არაერთგვაროვანი დიფერენციალური განტოლება, რომლის ამოხსნა უდრის შესაბამისი ერთგვაროვანი განტოლების ზოგად ამოხსნას, დამატებული არაერთგვაროვანი განტოლების კერძო ამონახსნი. ზოგადი ამოხსნა უკვე გვაქვს (2.4.8)-ის სახით, ხოლო კერძო ამოხსნისათვის, გამოვიყენებთ რა მუდმივთა ვარიაციის მეთოდს [19,20], არაერთგვაროვანი განტოლების სრული ამოხსნა ასე ჩაიწერება:

$$E = -\frac{\beta e^{-\tau}}{2l\rho} \int_{\tau_1}^{\tau_2} e^{-\tau} \frac{1}{\eta} (\ln \eta, p) d\tau; \quad E = \frac{\beta}{2l\eta} e^{-\tau} \int_{\tau_1}^{\tau_2} e^{-\tau} (p, \ln \eta) d\tau \quad (2.4.11)$$

ინტეგრირების შემდეგ გვექნება:

$$u_1^2 + u_2^2 = \frac{1}{2}[1 + (u_{1,0}^2 + u_{2,0}^2)]e^{-2\tau} + \frac{\beta}{l\rho\eta}(\ln \eta, p) \quad (2.4.12),$$

(2.4.12) ჩავწეროთ ასე:

$$E = (0,25 + 0,5E_0)e^{-2\tau} - \frac{\beta}{l\rho\eta}(\ln \eta, p) \quad (2.4.13)$$

ანდა $E = E_1 + E_2$, სადაც E_1 არის დროზე დამოკიდებული წევრი, ხოლო რელიეფის გავლენით წარმოქმნილი.

კინეტიკური ენერჯის ასეთი გამოსახვა მიღებულია პირველად და მკაფიოდ ასახავს ფიზიკური რელიეფის გავლენას ჰაერის ნაკადის (შესაძლებელია სითხის) მოძრაობაზე. ნიშანი მინუსი მიუთითებს, რომ რელიეფის გავლენით კინეტიკური ენერჯია სუსტდება, რაც ყოველდღიურ ოპერატიულ პრაქტიკაში დაიკვირვება. ზოგადი სახით სისტემის ამოხსნა ანალიზურად არ ხერხდება, უნდა მივმართოთ რიცხვითი მეთოდების გამოყენებას, რაც შემდგომშია განსახორციელებელი.

2.5. კინეტიკური ენერჯის მოდელური გათვლები.

შევაფასოთ (2.4.13)-ის თითოეული შესაკრები. დროზე დამოკიდებული წევრისათვის უგანზომილებო დრო შევარჩიოთ იმ მოსაზრებიდან გამომდინარე, რომ დიდი

სიჩქარის ($V > 30 \text{ მ/წმ}$) ჰაერის ნაკადების ხანგრძლივობა განისაზღვრება საათებით, მაქსიმუმ დღე-ღამე. ჩვენს მიერ ქუთაისში 60-წლიანი დაკვირვებითი მასალის მიხედვით დიდი, შტორმული ქარის ხანგრძლივობა არის (3-6) საათი ან უფრო მცირე [54,55]. ამრიგად, τ -ს შეიძლება მივანიჭოთ მნიშვნელობები:

$\tau = 0, 0,25$ -(6 საათი), $0,5$ -(12 საათი), 1 -(24 საათი). შესაბამისი კინეტიკური ენერჯია, როცა საწყისი ველი (10,0) მ/წმ სახითაა მოცემული იქნება:

$$E_1 \text{ (ჯოული)} \quad 25,25, \quad 15,40, \quad 9,34, \quad 3, \quad 41.$$

თუ სიჩქარის საწყისი ველია (12, 8) მ/წმ, მაშინ მნიშვნელობებია:

$$E_1 \text{ (ჯ)} \quad 52,0 \quad 33,24 \quad 20,16 \quad 7,36.$$

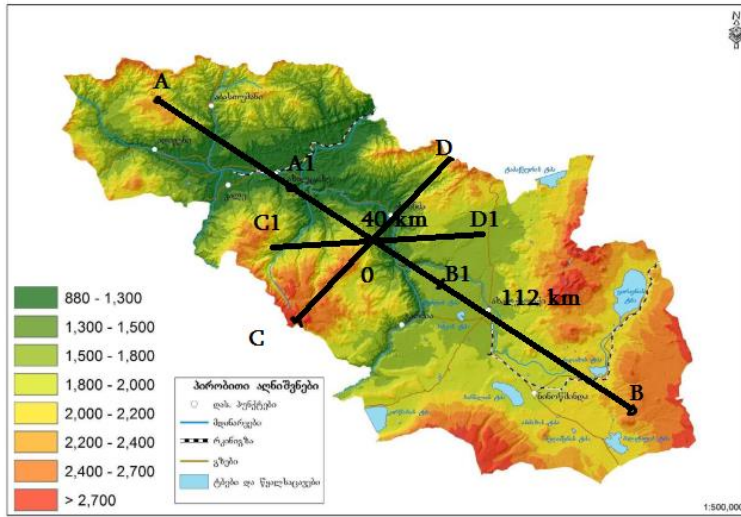
როცა საწყისი ველის სიჩქარე 30მ/წმ-ია, მაშინ:

$$E_1 \text{ (ჯ)} \quad 225,25 \quad 133,65 \quad 83,59 \quad 30,66.$$

რაც შეეხება E_2 -ის სიდიდეს, იგი დროზე არ არის დამოკიდებული და მისი შეფასებისათვის შერჩეული უნდა იყოს კონკრეტული ოროგრაფია. ჩვენი საკვლევი რეგიონის ოროგრაფიული პარამეტრების განსაზღვრული მნიშვნელობები მოყვანილია მე 5-ე პარაგრაფის ბოლოს.

2.6. ოროგრაფიული პარამეტრების გათვლები ახალციხის რეგიონის რეალურ რელიეფზე.

შევაფასოთ ქვაბურის ოროგრაფიული პარამეტრები რიცხვითი სიდიდეები ჩვენს მიერ შემოთავაზებული დინამიკური მოდელით. შიგა ქვაბურის საშუალო სიმაღლე $H = 1000 \text{ მ}$, სიგრძე პარალელის გასწვრივ $\Delta x = 50 \text{ კმ}$, მერიდიანის მიმართ $\Delta y = 20 \text{ კმ}$. ამ მიმართულებით საწყის და ბოლო პუნქტებში ატმოსფერული წნევის შესაბამისი მნიშვნელობებია $P(\text{დ}) = 980 \text{ მმ}$, $P(\text{აღ}) = 850 \text{ მმ}$, $P(\text{ჩრ}) = 820 \text{ მმ}$, $P(\text{სამ}) = 879 \text{ მმ}$. ვისარგებლებთ a , b და W_h პარამეტრების უკვე შემოთავაზებული საანგარიშო ფორმულებით და ჩავატარებთ გათვლებს მივიღებთ: $a = -0,028 \cdot 10^{-4} \text{ 1/მ}$; $b = -0,03 \cdot 10^{-4} \text{ 1/მ}$; $a = 0,9 \text{ b}$. $W_k = -7,4 \text{ სმ/წმ}$. W_k -ს უარყოფითი მნიშვნელობა მიუთითებს მასზე, რომ ქვაბურში საიდანაც არ უნდა შემოედინოს ჰაერის მასა გვაქვს ამ ნაკადის არა აღმასვლა, არამედ ქვედინება ქვაბურის სიღრმისადმი. ახალციხის ქვაბურის ოროგრაფიული პარამეტრების ეს მნიშვნელობები მიუთითებს იმაზე, რომ ქვაბურში განვითარებული მიკროციკულაციური პროცესები მართლაც უნიკალურია. ოროგრაფიის გავლენა პარალელსა და მერიდიანის მიმართულებით თითქმის ერთნაირია და აქვს ურთიერთსაწინააღმდეგი ნიშანი; ნაკადის ვერტიკალური სიჩქარე 1000 მეტრის ფენაში აგრეთვე უარყოფითია. ბუნებრივია ჰაერის ნაკადის ასეთი დინამიკა სერიოზულ გავლენას მოახდენს ლოკალური ამინდის ჩამოყალიბებაზე. შეფასებული დინამიკა განაპირობებს სწორედ ჰაერის კონტინენტურობას, ყოველდღიურ ტემპერატურის რამოდენიმე ($3^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}$) გრადუსით განსხვავებას. ქვაბურის გარე გარემოს ტემპერატურასთან შედარებით, ასევე ნალექებსა და ქარზე. ამრიგად შემოთავაზებული ახალი მოდელით კარგად და ნათლად აიხსნება განხილული ქვაბურის კლიმატური თავისებურებები და აღსანიშნავია, რომ ყოველივე ეს კეთდება პირველად. მთლიანად ახალციხის ქვაბურისათვის გამოითვალა რელიეფის გავლენის პარამეტრები (ნახ. 2.6.1) და მიღებული შედეგები მოყვანილია ცხრ.2.6.1 და ცხრ.2.6-ში.



ნახ.2.6.1 . ახალციხის ფიზიკურ-გეოგრაფიული რუკა.

A,B,C,D წერტილებში წნევები გამოვთვალეთ სიმაღლის მიხედვით და ვერტიკალური სიჩქარე გამოვთვალეთ ფორმულით

$$W_h = \frac{1}{\rho l \eta} (P l \eta) H = \frac{1}{\rho l \eta} \left(\frac{\partial p}{\partial x} \frac{\partial l \eta}{\partial y} - \frac{\partial p}{\partial y} \frac{\partial l \eta}{\partial x} \right) H = \frac{1}{\rho l \eta} \left(\frac{\partial p}{\partial x} b - \frac{\partial p}{\partial y} a \right) H =$$

$$= \frac{1}{\rho l \eta} \left(\frac{P_A - P_B}{\Delta x} b - \frac{P_C - P_D}{\Delta y} a \right) H$$

სადაც $a = \frac{\partial l \eta}{\partial x}$, $b = \frac{\partial l \eta}{\partial y}$,

ზღვის დონიდან სიმაღლე და წნევის მნიშვნელობები მოცემულ წერტილებში:

h(A)=2372 მ,	h(C)=2960 მ,	h(A1)=2646 მ,
P(A)=764 მბ,	P(C)=713 მბ,	P(A1)=740 მბ,
h(B)=2713 მ,	h(D)=2600 მ,	h(B1)=2383 მ,
P(B)=734 მბ,	P(D)=744 მბ,	P(B1)=763 მბ.

ცხრ.2.6.1. კვლევისათვის გამოყენებული პარამეტრები ახალციხის ქვაბულისათვის.

Δx	Δy	$\Delta x1$	P(A)	P(B)	P(C)	P(A1)	P(B1)	a_{AB}	b_{CD}	a_{A1B1}	W_{h1}	W_{h1}
(მ)	(მ)	(მ)	(მბ)	(მბ)	(მბ)	(მბ)	(მბ)	(1/მ)	(1/მ)	(1/მ)	(სმ/წმ)	(სმ/წმ)
$112 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$	764	734	713	740	763	$0,4 \cdot 10^{-6}$	$-0,01 \cdot 10^{-4}$	$-0,023 \cdot 10^{-4}$	$-0,3 \cdot 10^{-5} H$	$-0,02 \cdot 10^{-4}$

$\Delta x = l_{AB} = 112$ კმ,

$\Delta y = l_{CD} = 40$ კმ,

$\Delta x1 = l_{A1B1} = 40$ მ.

$$a = \frac{(\ln\eta)_A - (\ln\eta)_B}{\Delta x} = \frac{\ln(p_z)_A - \ln(p_z)_B}{\Delta x}$$

$$a_{AB} = -\frac{\ln 764 - \ln 734}{112 \cdot 10^3} = 0,4 \cdot 10^{-6}$$

$$b_{CD} = \frac{\ln 713 - \ln 744}{4 \cdot 10^4} = -0,01 \cdot 10^{-4}$$

შესაბამისად ვერტიკალური სიჩქარე ტოლია:

$$W_{h1} = \frac{1}{1,3 \cdot 1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 0,7} \left(0,01 \cdot 10^{-4} \left(\frac{764 - 734}{112 \cdot 10^3} \right) - 0,4 \cdot 10^{-6} \left(\frac{744 - 713}{4 \cdot 10^4} \right) \right) H$$

$$= \frac{1}{1,3 \cdot 10^{-4}} (0,27 \cdot 10^{-9} - 0,31 \cdot 10^{-9}) H = -0,3 \cdot 10^{-5} H,$$

ოწვერტილიდან 20 -20 კმ რადიუსის მანძილზე გამოვთვალოთ a და b კოეფიციენტები და შესაბამისად ვერტიკალური სიჩქარე:

$$a_{A1B1} = \frac{(\ln\eta)_{A1} - (\ln\eta)_{B1}}{\Delta x_1} = \frac{\ln(p_z)_{A1} - \ln(p_z)_{B1}}{\Delta x_1} = \frac{\ln 740 - \ln 763}{4 \cdot 10^4} = \frac{6,60 - 6,64}{4 \cdot 10^4} = -0,023 \cdot 10^{-4}$$

$$b_{CD} = \frac{\ln 713 - \ln 744}{4 \cdot 10^4} = -0,01 \cdot 10^{-4}$$

$$W_{h2} = \frac{1}{1,3 \cdot 1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 0,7} \left(0,01 \cdot 10^{-4} \left(\frac{763 - 740}{4 \cdot 10^4} \right) - 0,01 \cdot 10^{-4} \left(\frac{744 - 713}{4 \cdot 10^4} \right) \right) H = 0,8 \cdot 10^4 (0,06 \cdot 10^{-8} - 0,08 \cdot 10^{-8}) H = 0,02 \cdot 10^{-1},$$

თუ გამოვთვლით ვერტიკალურ სიჩქარეს შიგა ქვაბურისათვის, გამოვიყენებთ ცხრ.2-ში მიღებულ მონაცემებს, მივიღებთ:

ცხრ.2.6.2. კვლევისათვის გამოყენებული შიგა ქვაბურის პარამეტრები.

Δx	Δy	P(დას)	P(აღმ)	P(ჩრდ)	P(სამ)	H	a	b	W_{h1}	W_{h2}
(მ)	(მ)	(მბ)	(მბ)	(მბ)	(მბ)	(მ)	(1/მ)	(1/მ)	(სმ/წმ)	(სმ/წმ)
$50 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^4$	980	850	820	870	1000	$0,28 \cdot 10^{-4}$	$0,03 \cdot 10^{-4}$	7,4	10

$$a = 0,28 \cdot 10^{-4} \text{ 1/მ}, b = 0,03 \cdot 10^{-4} \text{ 1/მ}, W = 7,4 \text{ სმ/წმ}. a = -0,93 \cdot b$$

თავი III. საკვლევ რეგიონზე განლაგებული მეტეოროლოგიური სადგურების მრავალწლიური კლიმატური მონაცემების სტატისტიკური ანალიზი.

3.1. დაკვირვებადი რიცხვითი მონაცემების ბრავიკულ-ცხრილური მონაცემების წარმოღობა და ანალიზი.

ახალციხის ტერიტორიაზე ჰავა (კლიმატი) კონტინენტალურია: ზამთარი ცივი, შედარებით მშრალი და მცირეთოვლიანი. ზაფხული ხანგრძლივი და თბილი. იანვრის საშუალო ტემპერატურა $-2,2^{\circ}\text{C}$ (ასპინძა), $-5,4^{\circ}\text{C}$ (აბასთუმანი) ფარგლებში მერყეობს. აგვისტოში $17,3^{\circ}\text{C}$ -დან $29,5^{\circ}\text{C}$ (ახალციხე). საშუალო წლიური ტემპერატურა $6,5^{\circ}\text{C}$ - $9,5^{\circ}\text{C}$, აბსოლიტური მინიმუმი -29°C -დან -32°C -მდე. აბსოლიტური მაქსიმუმი 39°C . ნალექები 400-520 მმ წელიწადში. ქვაბურის ფერდობებზე ზემოთ ზომიერი ნოტიო ჰავა ცივი ზამთარით და გრილი ზაფხულით [1] ტერიტორიის 37,3% ტყიანია, 17,0% უჭირავს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს. საკვლევი რეგიონი 5247,9 კვ.კმ ფართობს მოიცავს, ბუნებრივი საფარი ბუჩქნარი და მრავალწლიანი ბალახეულობა და წიწვოვან ტყეთა ზონებია. საკვლევი რეგიონის ზოგადი კლიმატური მახასიათებლები მოყვანილია პირველ თავში. ეს მონაცემები ცნობილია კლიმატური მონაცემებიდან და სამეცნიერო ლიტერატურიდან [2,6]. ჩვენს მიერ მოპოვებული ახალი მასალა 1980 წ-დან 2010 წ-მდე მოყვანილია ცხრ 3.1.1-3.1.5. მოხდენილია ამ მონაცემების სტატისტიკური დამუშავება, განსაზღვრულია ექსტრემალური სიდიდეები. მრავალწლიური ექსტრემალური მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრ.3.2.6. და ცხრ.3.2.7-ში, რომლებიც გვაძლევს შედარების საშუალებას და სასურველ შედეგებს.

იმისათვის რომ უფრო ნათლად წარმოვადგინოთ საკვლევი ქვაბურის კლიმატური თავისებურებანი, მოძიებულ იქნა საკვლევი რეგიონის გარშემო არსებული მეტეოროლოგიური დაკვირვებების მასალა ბოლო 20 წლისათვის, ეს მასალაც სტატისტიკურად დამუშავდა და მოყვანილია ცხრილებში (ცხრ.3.1.1-3.1.5). ცხილების მონაცემების შედარებიდან ჩანს განსხვავება მეტეოროლოგიურ ელემენტებსა და მათ ექსტრემალურ მრავალწლიურ მნიშვნელობებს შორის. ამ მონაცემების შედარებით სტატისტიკურად მტკიცდება ქვაბურის კლიმატური განსაკუთრებულებანი და ზოგადად ჰავის კონტინენტულობა.

სინოპტიკური პრაქტიკიდან ცნობილია, რომ მთლიანად საქართველოს და მათ შორის ახალციხის ქვაბურის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე შენარჩუნებულია ამინდის შედარებით მდგრადობა ოქტომბერ-ნოემბერში. ამ მოსაზრებიდან გამომდინარე მოძიებულ იქნა 2005-1010 მეტეოროლოგიური ელემენტების მნიშვნელობები დაბა ასპინძის მონაცემებით. ეს მონაცემები იძლევა საშუალებას შევაფასოთ მეტეოროლოგიური ელემენტების ცვლილება მცირე დროში (ცხრ.3.2.1-ცხრ.3.2.12). ასეთი მიდგომა საკვლევი რეგიონზე გაკეთებულია პირველად და ეს მიდგომა საყურადღებოა, ქვაბურის კლიმატური თავისებურებების გამოკვლევის მიზნით გაანალიზებულ იქნა ბორჯომის მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემები, დათვლილია მრავალწლიური საშუალოები (ცხრ. 3.1.1-3.1.5).

ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტების მნიშვნელობების შედარება ახალციხის შიგა და მის გარე გარემოს მონაცემებისა მკაფიოდ გამოკვეთს ზემოთ აღნიშნულ თავისებურებებს. ეს თავისებურებანი თეორიულად და მოდელურად იქნა დასაბუთებული [3-5].

ცხრ.3.1.1 ახალციხის მრავალწლიური მნიშვნელობები, 1980-2010 წლები
წნევა საღებურის დონეზე, კპა.

წნევა საშ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლის
1980	903,8	904	900,4	899,3	901,4	900,9	900	901,6	903,7	905,4	905,5	904,7	902,5
1981	902,2	902	900,4	901,4	901,4	902,1	900,2	901,4	904,7	907	903,9	903,1	902,5
1982	904,4	902,4	901,7	900,8	904,3	902,1	899,6	900,8	905,3	905,5	907,9	906,3	903,4
1983	904,4	902,7	902,8	902,2	901,2	902,4	899,7	900,7		906,3	905,5	906,8	903
1984	904,7	907,1	901	898,8	901,6	901,8	900	900,6	903,9	907,1	905,2	909,1	903,4
1985	903,6	897,3	905,9	899,8	901,8	900,2	901,5	902	904	906	906,9	905,5	902,9
1986	904,1	902	905,1	902,6	901,2	900	901,4	902,4	905,4	906,8	906,1	904,5	903,5
1987	903,2	904,4	899,6	902,5	901,8	902,5	901,5	901,8	905,4	907,7	906,9	903,7	903,4
1988	905,1	902,9	898,9	902,4	902,2	899,8	900,3	901,1	904,4	905,3	904,6	902,3	902,4
1989	906,9	907,9	901,2	903,9	903	901,4	901,5	900,6	902,9	905,8	904	905,2	903,7
1990	906,7	903,2	907,3	900,8	902,5	900,8		902,6	902,7	906,7	906,8	906,1	904
1991	905,2	905,1	903,1	901,2	900,8	901,6	899,7	900,8	904,9	907	907,6	903	903,3
1992	905,5	900,7	904	902,1	902,9	899,7	900,9	903,7	905,7	905,2	905,2	904	903,3
1993	905,4	905,7	903,2	901,1	901	901,5	901,9	902,9	903,6	909,4	907,7	908,3	904,3
1994	905	904	903,5	902,9	902,5	901,8	900,2	901,8	907	908,7	904,4	906,7	904
1995	906,5	906	903,2	901,2	903,6	901,3	899,5	901,1	903,3	908,1	904	908	903,8
1996	905,9	903,6	900,7	902,5	902,9	903,4	902,6	901,8	902,3	905,5	910,3	904,9	903,9
1997	905	905,2	901,7	900	903,5	900,7	900,5	900,6	904,4	905,3	907,5	904,7	903,3
1998	904	905,6	901,5	902,5	902,5	903,9	900,8	903,4	903,9	907,9	906,9	908,2	904,3
1999	907	902,2	902,8	903,5	903,5	901,3	900,3	901,7	903,9	906,5	907,3	908,9	904,1
2000	903,1	905,5	903,7	901,6	902,5	903,3	901,7	902,5	903,5	907,5	908,9	906,2	904,1
2001	908,5	903,1	903	902,3	901,1	901,5	900,6	901,9	903,5	907	906,1	904,8	903,6
2002	906,8	906,4	902,7	900,2	902,4	901,5	902	901	904,4	906	908,2	905	903,9
2003	904,6	900,2	902,6	902,2	904,2	902,5	900,1	902,8	904,6	904,2	908,1	906,9	903,6
2004	900,5	902,6	906,6	903,1	901	902,9	902,2	900,9	906,5	908,3	905,2	907,9	904
2005	904,8	903,4	901,6	904,1	903	902,2	900,9	901,7	904,3	906,7	907,2	907,1	903,9
2006	906,3	902,1	901,4	902	903,9	903,2	901,7	901,2	904,7	905,4	905,6	909,8	903,9
2007	907,1	903,1	902,4	902,4	904,4	901,2	901,8	902	904,4	908,4	905,8	906,7	904,1
2008	908,3	908,9	900,8	901,6	902,3	902,1	900,5	901,6	902,4	908,2	908,6	908	904,4
2009	906,2	900,8	900,7	902,6	903,6	904	900,5	903,1	903,5	906,8	905	903,5	903,4
2010	904,3	901,3	904,1	903,7	901,4	900,6	900,6	902,4	903,7	904,6	908,5	905,4	903,4
საშ.	903,8	903,6	902,5	901,8	902,4	901,7	900,8	901,8	904,2	906,7	906,5	906,0	903,6
მაქს.	902,2	908,9	907,3	904,1	904,4	904	902,6	903,7	907	909,4	910,3	909,8	904,4
მინ.	904,4	897,3	898,9	898,8	900,8	899,7	899,5	900,6	902,3	904,2	903,9	902,3	902,4

ცხრ.3.1.2. ახალციხის მრავალწლიური მნიშვნელობები, 1980-2010 წლები

წნევა ზღვის დონეზე, კპა.

წნევა საშ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლიის
1991										1021,1			
1993	1026	1026,2	1020,1	1015,2	1012,6	1012,1	1010,8	1011,9	1014,4	1024	1025,9	1028	1018,9
1994	1023,5	1023,3	1019,8	1015,6	1014,2	1011,9	1008,7	1010,9	1017,2	1022,1	1019,9	1027,8	1017,9
1995	1026,1	1024,3	1018,5	1014,4	1014,8	1010,7	1008	1009,7	1013,9	1022,5	1019,7	1027,5	1017,5
1996	1025,4	1021,5	1016,7	1016,6	1013,9	1014,2	1010,9	1010,1	1013,3	1018,9	1027,6	1021,7	1017,6
1997	1023,4	1024,9	1019,6	1013,8	1014,7	1010,4	1009,2	1008,5		1018,1	1024,4	1022,7	1017
1998	1022,7	1024,8	1017,9	1015,3	1013,3	1012,9	1009	1011,7	1014,4	1021	1022,7	1025,7	1017,6
1999	1025,4	1019,5	1018,9	1017,1	1015,8	1011	1008,4	1009,6	1014,7	1020,1	1024,3	1027,5	1017,7
2000	1023,5	1024,8	1021	1014,2	1014,3	1013,5	1009	1010,9	1013,8	1021,1	1026,2	1024,5	1018,1
2001	1027,8	1020,4	1017,9	1015,5	1013	1011,4	1008,3	1009,8	1014	1021,1	1022,3	1022,6	1017
2002	1026,8	1024	1018	1014	1014,3	1011,2	1010,3	1009,8	1014,6	1018,8	1024,4	1025,9	1017,7
2003	1023,5	1018	1019,9	1016,6	1015,3	1012,8	1008,6	1011,3	1015,5	1016,6	1024,6	1025,4	1017,3
2004	1018,5	1020,3	1022,9	1017,3	1012,5	1013,2	1011,1	1009	1017,6	1021,9	1021,1	1028,7	1017,8
2005	1024,9	1022,5	1017,9	1017,9	1014,5	1012,6	1008,6	1009,7	1015	1020,5	1023,3	1025,4	1017,7
2006	1026,7	1020	1016,4	1015,4	1015,5	1012	1010,4	1008,2	1015,4	1018,1	1021,9	1029,8	1017,5
2007	1026,8	1021,5	1018,6	1017,5	1015,4	1010,5	1010,1	1010,2	1014,2	1021,4	1022,6	1025,8	1017,9
2008	1031,6	1030	1015,1	1013,8	1014,7	1012,4	1008,5	1009,4	1012,4	1021,7	1025,2	1027,3	1018,5
2009	1025,6	1016,9	1016,6	1017,2	1015,7	1013,8	1009	1012,9	1014,7	1019,7	1020,7	1020,4	1016,9
2010	1022	1017,8	1019,9	1017,7	1012,9	1009,5	1008,2	1010,4	1013,1	1017,2	1024,9	1022,6	1016,3
საშ.	1025,0	1022,3	1018,7	1015,8	1014,3	1012,0	1009,3	1010,2	1014,6	1020,3	1023,4	1025,5	1017,6
მაქს.	1031,6	1030	1022,9	1017,9	1015,8	1014,2	1011,1	1012,9	1017,6	1024	1027,6	1029,8	1018,9
მინ.	1018,5	1016,9	1015,1	1013,8	1012,5	1009,5	1008	1008,2	1012,4	1016,6	1019,7	1020,4	1016,3

ცხვ.3.1.3. ახალციხის მრავალწლიური მნიშვნელობები, 1980-2010 წლები

სინოტივე %.

სი- ნო- ტივე საშ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლიის
1980	81	73	67	68	70	65	66	70	69	68	78	77	71
1981	74	74	70	66	71	72	65	71	67	67	75	76	71
1982	78	74	69	66	70	69	75	66	71	68	72	79	71
1983	73	67	69	64	74	73	69	70		75	82	77	72
1984	76	75	75	69	68	68	72	72	63	63	76	80	72
1985	75	76	67	67	66	69	68	60	65	72	82	78	70
1986	75	81	67	63	74	71	67	64	66	73	82	79	72
1987	84	78	68	71	63	72	67	70	67	71	73	79	72
1988	83	78	70	63	71	77	76	76	74	81	82	81	76
1989	79	74	71	65	67	74	75	70	74	81	82	86	75
1990	80	77	66	73	73	70		72	69	75	81	85	75
1991	83	79	75	71	71	75	71	72	68	76	84	85	76
1992	83	82	77	70	71	76	72	70	76	79	80	86	77
1993	82	82	69	72	73	70	69	70	68	67	82	87	74
1994	84	79	77	74	74	73	73	74	78	83	91	92	79
1995	89	84	75	73	75	78	72	75	73	76	76	80	77
1996	83	75	73	70	71	71	70	68	76	78	78	89	75
1997	85	83	73	69	68	70	70	67	71	81	83	91	76
1998	88	87	85	79	81	82	67	61	61	63	83	84	77
1999	80	80	77	70	71	77	71	67	72	75	83	84	75
2000	87	86	78	72	69	69	60	68	74	78	79	85	75

2001	84	77	79	77	77	72	65	67	65	76	84	89	76
2002	86	80	77	79	74	80	81	79	78	85	83	89	81
2003	90	88	85	82	72	73	71	70	75	83	87	84	80
2004	82	85	80	76	77	75	70	71	71	74	81	83	77
2005	83	79	76	72	78	77	67	71	74	81	82	87	77
2006	83	75	65	78	77	74	80	68	80	87	83	81	78
2007	81	80	77	82	72	74	74	75	74	80	88	85	78
2008	87	82	82	80	84	83	71	69	74	78	78	80	79
2009	80	74	69	68	70	74	74	74	78	76	82	80	75
2010	81	76	69	72	72	73	69	60	66	81	73	75	72
საშ.	82	79	73	72	72	73	71	70	71	76	81	83	75
მაქს.	90	88	85	82	84	83	81	79	80	87	91	92	81
მინ.	73	67	65	63	63	65	60	60	61	63	72	75	70

ცხრ.3.14. ახალციხის მრავალწლიური მნიშვნელობები, 1980-2010 წლები, ტემპერატურა, °C.

ტემპ. საშ.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლის
1980	-5,1	-1,9	3,2	8,7	13,7	17,7	21,7	18,7	14,8	8,6	5,5	1,4	8,9
1981	0,3	1,5	4,7	7,2	11,5	17,3	21,2	19,5	16,4	11,1	3,8	2,4	9,7
1982	-4,7	-3,4	1,4	10,5	13,9	15,7	18,2	18,3	15,2	9	1,7	-4,5	7,6
1983	-5,7	-1,2	2,3	10,1	13,7	16,1	20,2	19,1		8,9	4,5	-0,5	8
1984	-0,5	-2	3,8	9,1	12,3	16,1	20,1	17,6	17,2	9,6	4,2	-5,3	8,5
1985	-1,7	-4	-0,1	9,9	15,1	17,4	17,8	21,1	15,3	8,9	4,7	-0,9	8,6
1986	-2,4	-2,7	2,8	11,1	11,4	16	20,7	21,8	17,5	9,7	3,1	-1,8	8,9
1987	-0,9	0,4	0,8	6,4	14,5	16,6	20	18,5	13,7	7,2	3,7	-1,1	8,3
1988	-7,2	-5,1	2,3	9,8	12,1	16,1	19,5	18,8	14,1	10	2,1	0,9	7,8
1989	-4,7	-3,1	5,5	12,3	13,6	17,5	20,8	21	15,7	9,6	3,9	-2,9	9,1
1990	-3,1	-1,8	3,3	8,2	12,5	16,8		19	16,2	9,6	5	0,1	8
1991	-2,7	-3,9	3,7	10,6	12,3	17,4	21	20,9	16,2	9,3	4,1	-2,5	8,9
1992	-7,5	-6	0,7	7,3	12	16,4	18,6	19,1	14,6	9,7	3,3	-2,4	7,1
1993	-5,2	-5	2,1	7,6	13,3	15,7	19,7	19,7	15,7	9	0,3	-2,7	7,5
1994	-1,1	-3	3,3	11,1	13,5	16,7	20,1	19,1	17,9	11,1	5	-5,9	9
1995	-3	-0,4	5,5	9,5	14,9	17,9	19,7	20,1	16,2	9	5	-2	9,4
1996	-2,8	0,1	3,3	7,9	15,1	15,7	21,4	21	14,9	10,1	3,2	2,4	9,4
1997	-0,8	-3,4	-0,4	8	14,9	17,5	19,8	21,7	13,8	11,6	3,2	-0,2	8,8
1998	-1,7	-2,2	2,6	10,7	15,2	19,4	21,2	21,6	17	11,8	5,3	2,1	10,2
1999	-0,4	0,9	3,8	9,5	12,5	17,6	21,1	22,1	15,9	10,3	2,9	0	9,7
2000	-5,3	-2,5	1,3	11,2	13,2	17,1	23,6	21,2	16,7	10,3	3	-0,3	9,1
2001	-1,6	1,1	6,3	9,9	12,5	17,3	22,3	22,1	16,7	9,3	4,3	0,4	10,1
2002	-3,6	1,6	5,5	8	12,8	17,5	20,7	19,4	17,3	11,5	4,9	-5,7	9,1
2003	-1,7	-0,7	1	7,2	15,4	16,6	20	20,8	15,8	12	4,2	-0,4	9,2
2004	-0,9	0	4,5	8,1	13,3	16,6	19,7	21,2	16,1	10,6	4,7	-4,8	9,1
2005	-4,1	-2,5	2,8	9,2	13,8	16,3	22,1	21,8	16,2	9,9	4,8	0,1	9,2
2006	-4,5	-0,3	5,7	9,4	13,9	20,3	19,8	24,1	16,3	11,7	3,9	-2,6	9,8
2007	-2,8	-1,2	3,6	5,6	15,6	18,5	21,1	21,4	18,1	12,2	3,1	-1,7	9,4
2008	-9,8	-5,2	7,2	12	11,5	16,2	21,3	22,1	17,3	10,9	4,4	-1,8	8,8

2009	-2,3	3,1	3,9	7,1	13	18,1	20	17,8	14,8	11,9	5	2	9,5
2010	0,6	2,4	5	8,6	13,8	19,2	22,4	22,3	19,3	11,9	4,9	2,2	11,1
საშ.	-3,1	-1,6	3,3	9,1	13,4	17,1	20,5	20,4	16,1	10,2	3,9	-1,2	9,0
მაქს.	0,6	3,1	7,2	12,3	15,6	20,3	23,6	24,1	19,3	12,2	5,5	2,4	11,1
მინ.	-9,8	-6	-0,4	5,6	11,4	15,7	17,8	17,6	13,7	7,2	0,3	-5,9	7,1

ცხრ.3.1.5. ახალციხის მრავალწლიური მნიშვნელობები, 1980-2010 წლები, ქარის სიჩქარე, მ/წმ.

ქარის სიჩქარე საშ.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლის
1980	1,3	1,1	1,7	1,8	1,4	1,4	1,4	1,2	1,3	1,1	0,5	0,5	1,2
1981	0,5	0,9	0,9	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,6	0,9	0,8	0,8
1982	0,9	1,1	1	1,2	1,1	1,1	1	1,2	0,9	1	0,6	0,7	1
1983	0,8	1	1	1,1	0,9	0,9	1,1	1,2		0,9	0,9	1,1	1
1984	0,9	0,9	1	1,2	1,2	1,2	1	1,1	1	0,9	0,7	0,5	1
1985	0,7	1,2	1	1,4	1	1,1	1,2	1,1	1,2	0,9	0,5	0,9	1
1986	0,8	0,8	1,1	1,4	0,8	0,7	0,9	0,8	0,8	0,6	0,5	0,6	0,8
1987	0,5	0,4	1	1	1	0,7	0,9	1	0,9	0,8	0,5	0,5	0,8
1988	0,4	0,6	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	0,8	0,5	0,7	1	0,7
1989	1,2	0,9	0,9	1	1	0,7	0,7	0,7	0,8	0,5	0,7	0,6	0,8
1990	0,8	0,9	1,3	0,9	0,8	0,5		0,8	0,9	0,8	0,6	0,5	1
1991	0,7	0,7	0,9	0,9	1,3	0,7	1	1	0,9	0,4	0,4	0,5	0,8
1992	0,6	0,6	0,8	1	0,9	0,6	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	0,4	0,7
1993	0,9	0,5	0,9	0,8	0,7	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6
1994	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
1995	0,3	0,3	0,7	1,1	1,5	1,2	1	1	0,8	0,9	0,7	0,4	0,8
1996	0,3	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,9	0,5	0,4	0,2	0,3	0,6
1997	0,7	0,5	0,7	0,9	0,4	0,5	0,3	0,4	0,6	0,4	0,4	0,2	0,5
1998	0,5	0,9	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,3	0,2	0,2	0,5
1999	0,2	0,8	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,3
2000	0,2	0,3	0,6	0,5	1,1	0,6	0,4	0,5	0,2	0,1	0,2	0,1	0,4
2001	0,2	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,7	0,6	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4
2002	0,2	0,6	0,7	0,4	0,6	0,8	0,5	0,4	0,2	0,3	0,1	0,2	0,4
2003	0,2	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3
2004	0,1	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
2005	0,1	0,1	0,7	0,6	0,6	0,7	1,1	0,7	0,5	0,3	0,1	0,1	0,5
2006	0,5	0,4	0,8	0,3	0,5	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1	0,7	0,4	0,5
2007	0,3	0,4	0,9	0,5	0,7	1	0,7	0,7	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6
2008	0,2	0,4	0,6	0,8	0,6	0,7	1	1,1	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7
2009	0,3	0,9	0,8	1,1	0,7	0,7	0,8	0,9	1	0,1	0,4	0,2	0,7
2010	0,2	0,5	1	0,5	0,4	0,5	0,6	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1	0,4
საშ.	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,6
მაქს.	1,3	1,2	1,7	1,8	1,5	1,4	1,4	1,2	1,3	1,1	0,9	1,1	1,2
მინ.	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2

3.2. ახალციხის ქვაბური და მის გარშემო არსებულ მიდამოზე მეტეოროლოგიური ელემენტების მრავალწლიური მონაცემების და ექსტრემალური მნიშვნელობების ანალიზი.

გარემოს ეროვნული სააგენტოდან მოპოვებული მასალების საფუძველზე სტატისტიკურად დამუშავებულ იქნა ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტების ექსტრემალური სიდიდეები 1980-2010, ეს მნიშვნელობები მოყვანილია შესაბამის ცხრილებში (ცხრ.3.2.1).

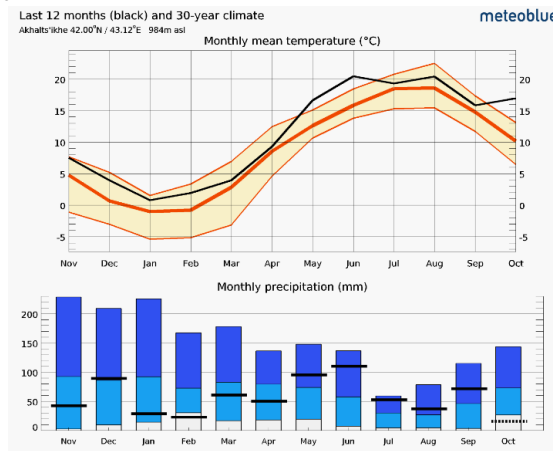
ცხრ.3.2.1. ახალციხის მრავალწლიური მნიშვნელობები.

ელემენტები წლები	საშუალო	მაქსიმუმი	მინიმუმი
წნევა ზღვის დონეზე, ჰპა 1991, 1993-2010	1025,0	1031,6	1018,5
წნევა სადგურის დონეზე, ჰპა 1980-2010	905,1	908,5	900,5
სინოტივე, % 1980-2010	82	90	73
ტემპერატურა, °C 1980-2010	-3,1	0,6	-9,8
ქარის სიჩქარე, მ/წმ 1980-2010	0,5	1,3	0,1

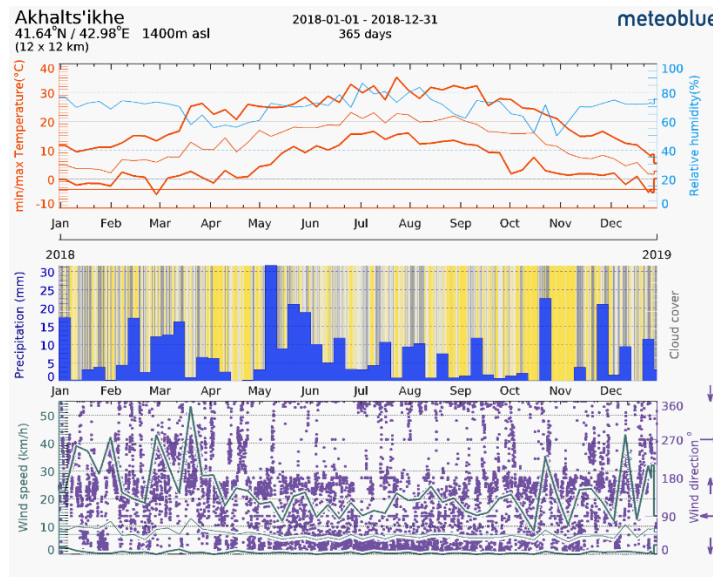
ცხვ.3.2.2. ახალციხისა და ბორჯომის მრავალწლიური მნიშვნელობები, 1980-2010 წლები.

ელემენტები	ახალქალაქი			ბორჯომი		
	საშ.	მაქს.	მინ.	საშ.	მაქს.	მინ.
წნევა სადგურზე	826,9	839,2	808,8	925,7	943,6	910,2
სინოტივე, %	77	100	9	79	100	13
ტემპერატურა, °C	5,3	37,4	-29,2	9,5	37,4	-17,5
ქარის სიჩქარე მ/წმ	2,1	20	0.0	0,9	29	0.0

ტექსტში მეტი გარკვეულობისათვის მოყვანილია დიაგრამები, რომლებიც ბუნებრივია იგივე შედეგებს გვაძლევენ.



ნახ.3.2.1 2018 წლის ტემპერატურისა და ნალექების საშუალო მონაცემები თვეების მიხედვით ახალციხის ტერიტორიაზე.



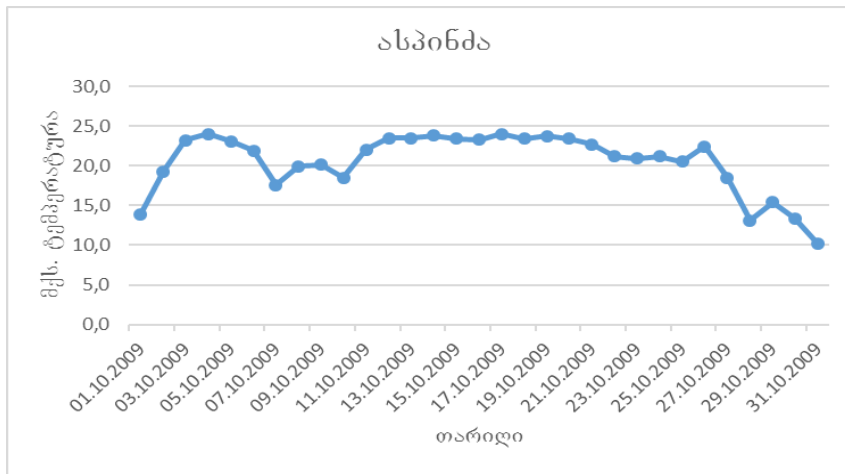
ნახ.3.2.2. 2018 წლის ტემპერატურის, ნალექებისა და ქარის სიჩქარის საშუალო მონაცემები თვეების მიხედვით ახალციხის ტერიტორიაზე.

ნახ.3.2.1.-ზე წარმოდგენილია ახალციხის ტერიტორიაზე 2018 წლის ნოემბრიდან 2019 წლის ოქტომბრამდე ტემპერატურისა და ნალექების საშუალო მონაცემები თვეების მიხედვით[5,6].

ნახ.3.2.2.-ზე წარმოდგენილია ახალციხის ქვაბურისათვის 2018 წლის ტემპერატურის, ნალექებისა და ქარის სიჩქარის საშუალო მონაცემები თვეების მიხედვით. როგორც სურათდან ჩანს ახალციხის ტერიტორიაზე ტემპერატურის მაქსიმუმი დაფიქსირებულია ივლისი-აგვისტოს თვეში, ხოლო ნალექების მაქსიმუმი მაისის თვეში.

ცხვ.3.2.3. 2009 წლის ოქტომბრის ყოველდღიური მეტეოროლოგიური მონაცემები ასპინძისათვის.

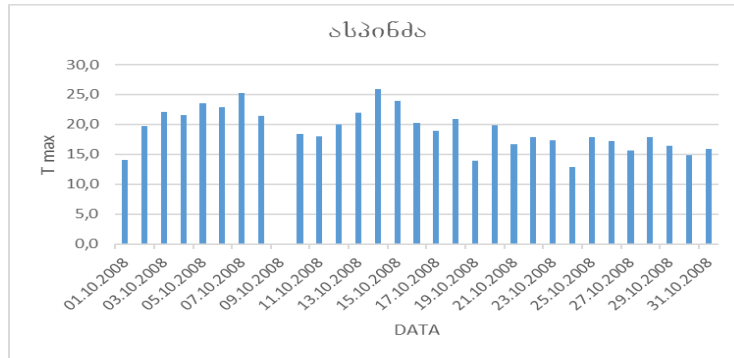
ასპინძა (თარიღი)	T	Po	P	U	Ff	Tx	RRR
01.10.2009	8,6	680,7	766,4	82,5	0,6	13,9	1
02.10.2009	10,1	682,5	768,1	75,3	0,0	19,3	
03.10.2009	11,8	681,6	766,5	71,4	0,0	23,2	
04.10.2009	13,0	679,9	764,4	68,1	0,0	24,0	
05.10.2009	13,4	678,6	762,6	70,9	0,0	23,1	
06.10.2009	15,0	679,3	762,9	74,9	0,1	21,9	
07.10.2009	14,3	680,3	764,0	84,3	0,0	17,6	8
08.10.2009	13,4	681,7	765,2	76,1	0,6	19,9	
09.10.2009	11,8	680,4	765,2	79,0	0,0	20,1	
10.10.2009	12,6	679,8	764,2	80,8	0,0	18,5	
11.10.2009	13,5	680,6	764,8	80,9	0,0	22,0	4
12.10.2009	13,5	680,5	764,8	72,4	0,1	23,5	
13.10.2009	14,0	679,5	763,5	67,3	0,0	23,5	
14.10.2009	14,4	678,4	761,6	67,1	0,0	23,8	
15.10.2009	12,7	682,0	766,8	70,3	0,0	23,4	
16.10.2009	12,8	683,0	767,7	71,1	0,0	23,3	
17.10.2009	12,9	681,8	766,4	68,3	0,0	24,0	
18.10.2009	12,7	681,0	765,6	68,0	0,0	23,4	
19.10.2009	13,2	691,8	766,2	68,8	0,6	23,8	
20.10.2009	13,1	681,7	766,2	71,1	0,0	23,4	
21.10.2009	11,6	680,0	764,7	72,8	0,0	22,7	
22.10.2009	10,4	681,2	766,5	79,6	0,1	21,2	
23.10.2009	11,9	682,1	767,0	75,6	0,0	20,9	
24.10.2009	11,3	680,4	765,4	73,7	0,0	21,2	
25.10.2009	15,0	678,4	761,9	53,2	0,0	20,5	
26.10.2009	11,9	679,6	764,3	67,9	0,4	22,4	
27.10.2009	9,3	680,3	765,9	74,7	0,3	18,5	
28.10.2009	10,1	676,2	760,9	81,0	0,0	13,1	
29.10.2009	10,7	675,5	759,9	88,5	0,0	15,4	
30.10.2009	9,8	676,1	760,8	97,5	0,0	13,4	13
31.10.2009	8,5	675,7	760,8	97,0	0,0	10,2	36



ნახ.3.2.3. ოქტომბრის თვის მაქსიმალური ტემპერატურის მნიშვნელობები ასპინძისათვის.

ცხრ.3.2.4. 2008 წლის ოქტომბრის ყოველდღიური მეტეოროლოგიური მონაცემები ასპინძისათვის.

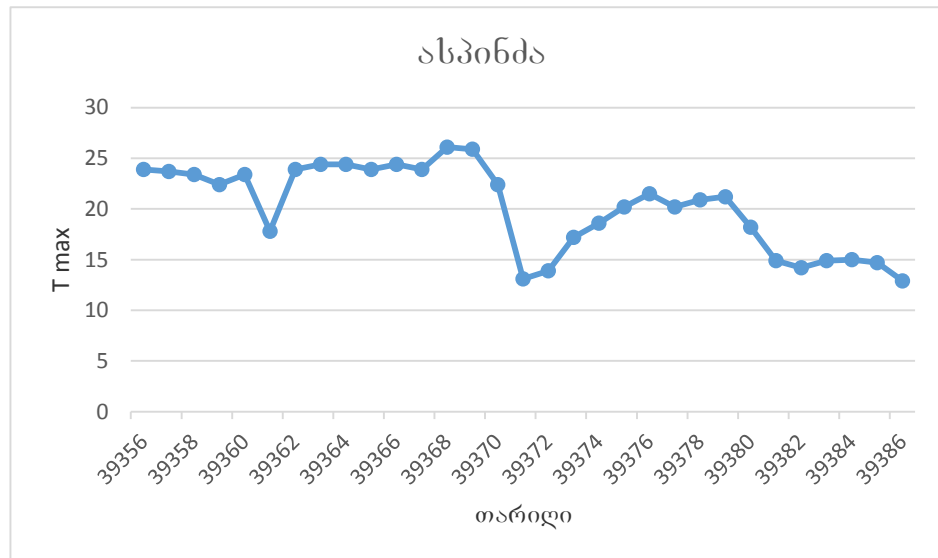
თარიღი	T	Po	P	U	Ff	Tx	RRR
01.10.2008	10,7	679,1	764,0	78,6	1,1	14,1	8,6
02.10.2008	9,4	681,5	767,2	75,5	0,8	19,7	
03.10.2008	10,7	681,6	766,9	75,5	0,0	22,1	
04.10.2008	12,2	680,2	764,9	77,4	0,5	21,6	
05.10.2008	13,7	685,1	763,4	75,3	1,3	23,6	
06.10.2008	13,1	679,0	763,1	82,8	0,6	22,9	1,2
07.10.2008	14,0	677,5	761,1	81,0	1,3	25,2	
08.10.2008	14,8	679,1	762,6	79,0	1,1	21,4	
09.10.2008	11,7	680,8	764,7	81,3	2,3		0,7
10.10.2008	12,3	683,7	768,7	67,7	0,8	18,4	
11.10.2008	8,8	684,5	770,7	72,8	1,1	18,0	
12.10.2008	12,4	692,8	768,3	71,6	0,8	20,0	
13.10.2008	10,6	683,7	769,0	72,8	0,5	21,9	
14.10.2008	12,8	683,8	768,7	65,8	0,4	25,9	
15.10.2008	13,4	682,2	766,7	69,4	0,3	23,9	0,8
16.10.2008	14,5	676,3	759,6	77,1	1,8	20,3	0,8
17.10.2008	12,3	679,6	764,0	83,3	1,0	18,9	6
18.10.2008	10,1	681,8	767,4	77,1	0,3	20,9	
19.10.2008	7,9	684,7	771,3	87,5	0,6	13,9	
20.10.2008	10,1	682,6	768,2	76,8	0,5	19,8	
21.10.2008	10,4	679,8	765,0	78,1	0,6	16,7	
22.10.2008	12,2	679,5	764,1	75,4	1,0	17,9	
23.10.2008	10,1	681,5	766,9	79,0	0,6	17,4	
24.10.2008	7,6	682,1	768,4	91,5	0,3	12,9	
25.10.2008	11,0	680,7	765,6	82,6	0,6	17,9	
26.10.2008	12,2	680,6	765,2	85,5	0,6	17,2	4
27.10.2008	9,6	680,0	765,3	83,8	1,0	15,7	
28.10.2008	8,8	679,5	765,1	79,1	0,1	17,9	
29.10.2008	6,3	681,8	768,6	81,6	0,4	16,4	
30.10.2008	5,9	683,2	770,3	74,6	0,3	14,9	
31.10.2008	4,9	682,5	770,9	71,6	0,3	15,9	



ნახ. 3.2.4. ოქტომბრის თვის ტემპერატურის მაქსიმალური მნიშვნელობები ასპინძისათვის.

ცხრ.3.2.5. 2007 წლის ოქტომბრის ყოველდღიური მეტეოროლოგიური მონაცემები ასპინძისათვის.

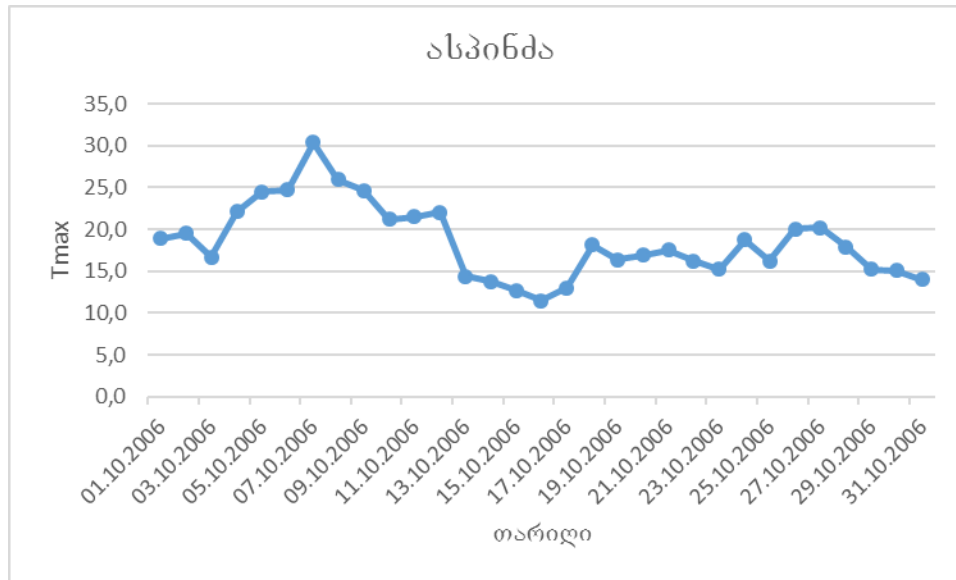
თარიღი	T	Po	P	U	Ff	Tx	RRR
01.10.2007	12,9	681,3	764,6	75,4	0,6	23,9	
02.10.2007	14,2	681,7	765,8	76,8	0,0	23,7	
03.10.2007	13,5	683,1	767,6	75,5	0,0	23,4	
04.10.2007	13,9	683,1	767,4	77,9	0,0	22,4	
05.10.2007	13,8	681,5	765,7	75,4	0,1	23,4	
06.10.2007	13,1	679,9	764,1	84,9	0,4	17,8	1,6
07.10.2007	12,9	679,4	763,7	80,0	0,0	23,9	
08.10.2007	15,1	681,7	765,5	74,9	0,0	24,4	
09.10.2007	14,1	683,6	768,1	67,0	0,0	24,4	
10.10.2007	13,8	689,5	765,1	71,4	0,0	23,9	
11.10.2007	15,8	681,1	764,6	75,0	0,0	24,4	
12.10.2007	16,2	681,5	764,9	69,8	0,6	23,9	
13.10.2007	15,2	679,2	762,7	69,5	0,0	26,1	
14.10.2007	17,5	677,3	758,9	65,0	0,9	25,9	
15.10.2007	17,2	676,3	758,9	73,0	1,8	22,4	
16.10.2007	9,9	680,9	766,2	93,5	0,5	13,1	30,0
17.10.2007	8,8	682,4	768,4	75,6	2,8	13,9	6
18.10.2007	8,1	683,7	770,1	80,3	0,0	17,2	
19.10.2007	7,8	681,4	768,5	76,9	0,0	18,6	
20.10.2007	9,0	682,3	768,3	74,5	0,0	20,2	
21.10.2007	12,5	681,9	766,6	76,4	0,0	21,5	
22.10.2007	10,5	681,5	766,8	80,4	0,0	20,2	
23.10.2007	11,7	680,7	765,3	79,6	0,0	20,9	
24.10.2007	11,9	681,4	766,0	82,0	0,0	21,2	
25.10.2007	10,5	682,6	768,2	85,4	0,0	18,2	
26.10.2007	11,7	684,9	769,0	95,9	0,0	14,9	12
27.10.2007	10,5	684,1	769,7	94,3	0,0	14,2	8
28.10.2007	9,6	682,4	768,0	83,5	0,0	14,9	
29.10.2007	8,6	681,1	767,0	86,3	0,0	15,0	
30.10.2007	8,7	679,6	765,2	90,6	0,0	14,7	
31.10.2007	9,8	680,9	766,2	95,5	0,0	12,9	6
average,sum	12,2	681,7	766,0	79,4	0,2	26,1	63,6



ნახ.3.2.5.ოქტომბრის თვის ტემპერატურის მაქსიმალური მნიშვნელობები ასპინძისათვის.
 ცხრ.3.2.6. 2006 წლის ოქტომბრის ყოველდღიური მეტეოროლოგიური მონაცემები ასპინძისათვის.

TariRi	T	Po	P	U	Ff	Tx	RRR
01.10.2006	14,1	677,9	761,4	91,0	0,0	18,9	10
02.10.2006	14,5	679,5	766,4	90,0	0,0	19,5	9
03.10.2006	12,8	680,3	764,5	94,0	0,0	16,7	6
04.10.2006	14,3	680,7	764,6	80,5	0,0	22,1	
05.10.2006	14,1	681,5	765,6	76,3	0,0	24,5	
06.10.2006	14,3	680,4	764,4	74,1	0,0	24,7	
07.10.2006	14,7	678,2	761,8	71,0	0,0	30,4	
08.10.2006	14,1	677,1	760,7	72,9	0,0	25,9	
09.10.2006	13,6	677,7	761,6	73,3	0,0	24,6	
10.10.2006	13,7	679,0	762,9	81,6	0,3	21,2	
11.10.2006	13,1	680,2	764,4	82,3	0,0	21,5	
12.10.2006	13,0	681,1	765,3	92,3	0,0		4
13.10.2006	11,9	681,1	765,7	93,7	0,0	14,4	8
14.10.2006	11,4	681,0	765,8	97,3	0,0	13,8	4
15.10.2006	11,2	676,8	761,2	95,7	0,0	12,7	12
16.10.2006	9,2	682,4	759,6	95,4	0,0	11,5	20
17.10.2006	7,2	678,5	764,5	90,4	0,0	13,0	
18.10.2006	11,0	678,7	763,4	88,0	1,1	18,1	
19.10.2006	11,1	680,2	765,0	88,6	0,0	16,4	4
20.10.2006	9,4	679,8	765,1	91,1	0,0	16,9	
21.10.2006	11,2	678,2	762,5	92,6	0,3	17,5	2
22.10.2006	10,6	680,8	765,9	89,1	0,3	16,2	
23.10.2006	9,2	680,7	766,2	90,8	0,0	15,2	
24.10.2006	11,2	680,5	765,8	79,1	0,0	18,7	
25.10.2006	10,4	680,9	766,1	84,9	0,0	16,2	
26.10.2006	8,9	679,7	765,2	88,4	0,0	20,0	2
27.10.2006	11,5	679,3	764,0	82,8	0,0	20,2	
28.10.2006	10,2	679,0	764,1	85,0	0,0	17,9	0,6
29.10.2006	10,2	675,6	760,2	92,4	0,0	15,2	2

30.10.2006	10,3	673,8	757,7	91,0	0,0	15,1	7,4
31.10.2006	7,5	678,9	765,1	92,9	0,0	14,0	
average, sum	11,6	679,3	763,8	86,7	0,1	30,4	91

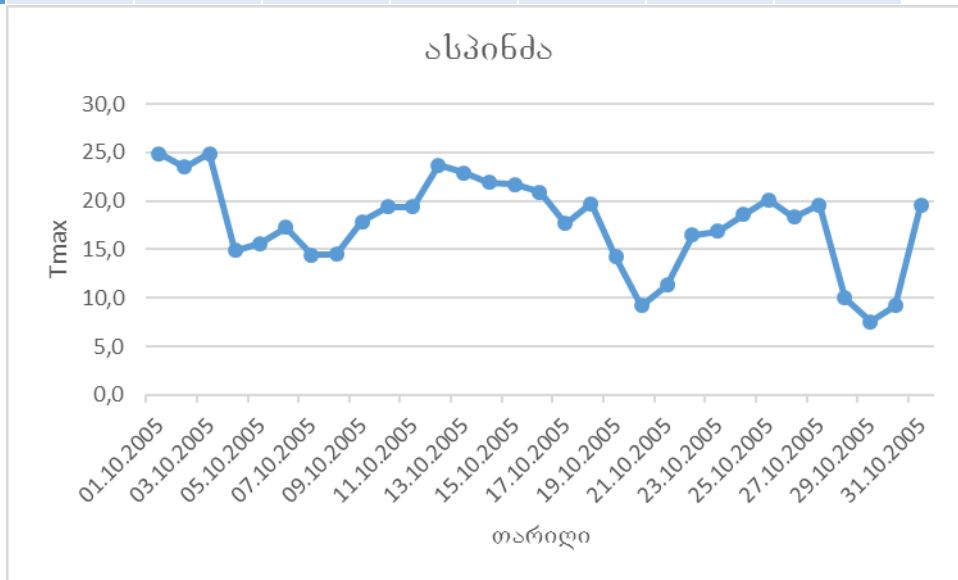


ნახ. 3.2.6. ოქტომბრის თვის ტემპერატურის მაქსიმალური მნიშვნელობები ასპინძისათვის.

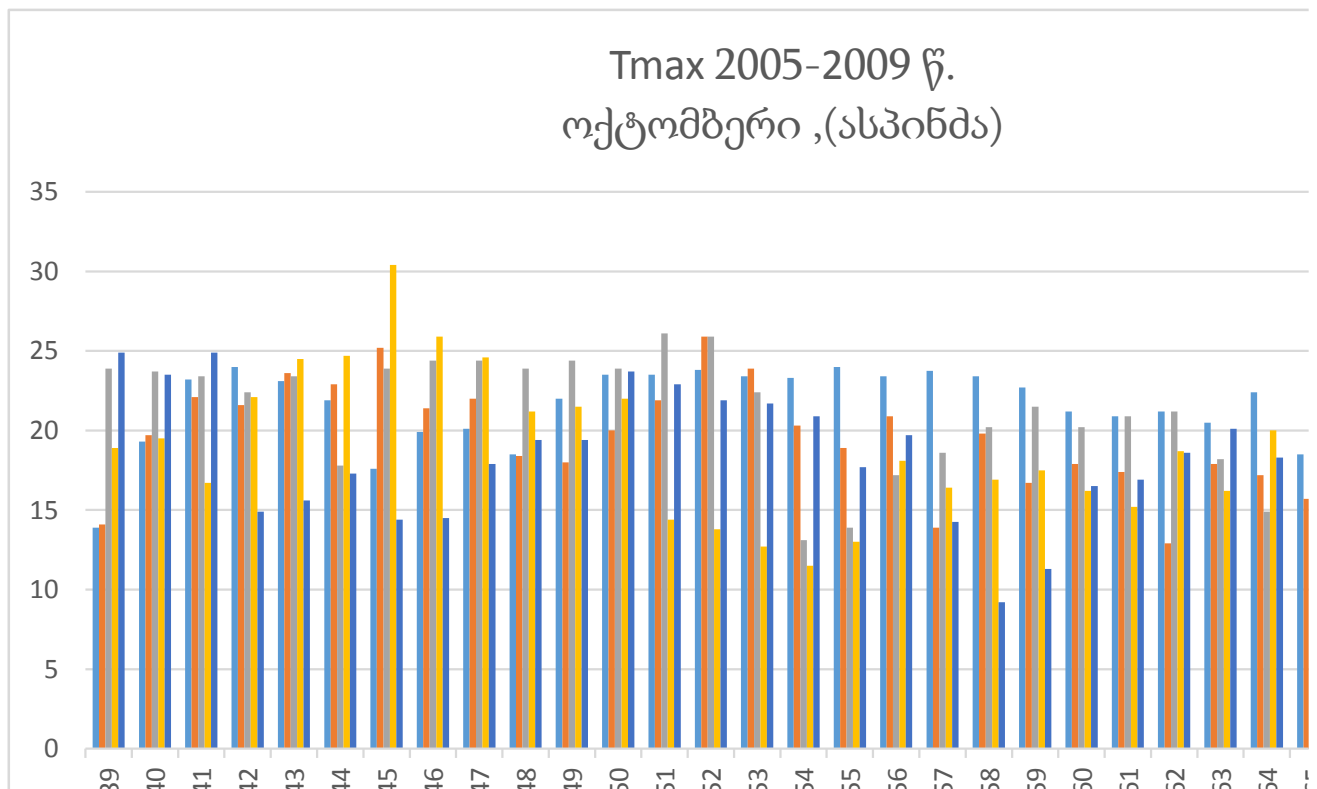
ცხრ.3.2.7. 2005 წლის ოქტომბრის ყოველდღიური მეტეოროლოგიური მონაცემები ასპინძისათვის.

თარიღი	T	Po	P	U	Ff	Tx	RRR
01.10.2005	16,5	680,4	763,6	70,6	0,3	24,9	
02.10.2005	14,5	680,1	763,6	74,6	0,0	23,5	
03.10.2005	14,7	678,6	762,2	73,1	0,0	24,9	
04.10.2005	12,4	677,3	761,2	94,9	0,0	14,9	5
05.10.2005	10,9	696,2	763,1	84,1	0,0	15,6	2
06.10.2005	10,7	680,0	765,0	82,5	0,5	17,3	1
07.10.2005	8,0	681,6	767,8	77,8	3,5	14,4	0,6
08.10.2005	7,7	682,8	769,2	77,9	0,5	14,5	
09.10.2005	8,7	682,4	769,3	78,0	0,0	17,9	
10.10.2005	7,1	683,2	769,6	81,0	0,5	19,4	
11.10.2005	9,0	683,0	769,0	78,5	0,0	19,4	
12.10.2005	13,6	682,1	766,4	77,6	0,0	23,7	
13.10.2005	13,5	682,8	767,4	81,6	0,0	22,9	
14.10.2005	14,0	681,6	765,6	82,6	0,0	21,9	10
15.10.2005	14,5	679,5	763,1	84,5	0,0	21,7	6
16.10.2005	14,9	675,0	758,1	81,3	2,0	20,9	2
17.10.2005	13,9	672,9	756,0	77,9	0,8	17,7	6
18.10.2005	12,1	677,9	761,7	84,5	0,0	19,7	0,3
19.10.2005	8,7	674,6	759,6	82,4	0,3	14,3	28
20.10.2005	4,8	673,9	760,0	91,8	0,3	9,2	15
21.10.2005	6,2	670,6	766,5	81,5	0,3	11,3	0,4
22.10.2005	7,1	684,2	771,0	80,4	0,0	16,5	
23.10.2005	6,3	686,2	773,6	69,6	0,0	16,9	
24.10.2005	6,9	683,8	770,7	66,0	0,0	18,6	

25.10.2005	6,8	682,0	768,7	75,3	2,6	20,1	
26.10.2005	10,4	683,4	768,9	78,4	0,0	18,3	0,3
27.10.2005	8,2	680,1	766,0	72,3	0,5	19,6	
28.10.2005	7,5	675,2	760,8	83,5	0,3	10,0	2
29.10.2005	4,2	678,9	766,0	98,3	0,0	7,5	16
30.10.2005	5,8	679,5	766,0	91,1	0,0	9,2	6
31.10.2005	10,1	679,4	764,5	79,7	0,7	19,6	0,8
avearge, sum.	10,0	680,0	765,0	80,0	0,4	24,9	102



ნახ.3.2.7. ოქტომბრის თვის ტემპერატურის მაქსიმალური მნიშვნელობები ასპინძისათვის.



ნახ.3.2.8. ოქტომბრის თვის ტემპერატურის მაქსიმალური მნიშვნელობები ასპინძისათვის (2005-2009 წ.).

ცხრ.3.2.8. 2005 წლის ნოემბრის ყოველდღიური მეტეოროლოგიური მონაცემები ასპინძისათვის.

დრო	T	Po	P	U	Ff	Tx	RRR
01.11.2005	8,6	670,2	765,2	87,6	1,3	13,2	11
02.11.2005	8,9	679,1	764,5	81,4	0,0	14,6	
03.11.2005	10,4	663,4	765,2	76,5	0,0	15,8	
04.11.2005	7,8	679,3	765,1	76,7	0,0	15,4	
05.11.2005	6,9	676,5	762,4	88,6	0,0	11,6	
06.11.2005	8,3	679,9	765,6	90,3	0,0	12,5	10
07.11.2005	8,5	681,3	767,2	84,5	0,0	12,8	
08.11.2005	6,4	681,3	767,9	85,9	0,0	12,0	
09.11.2005	7,0	683,8	770,6	85,4	0,0	13,2	1
10.11.2005	5,8	683,7	770,9	80,9	0,0	14,4	
11.11.2005	4,5	682,4	769,8	90,8	0,0	9,5	2
12.11.2005	2,3	682,1	770,2	92,7	0,0	6,6	
13.11.2005	2,3	683,7	772,0	80,8	0,0	8,6	
14.11.2005	1,2	695,7	772,8	81,1	0,0	11,5	
15.11.2005	2,7	683,1	771,3	74,6	0,0	11,7	
16.11.2005	2,7	678,7	766,3	80,7	0,0	11,3	
17.11.2005	1,5	678,6	766,6	81,9	0,0	12,5	
18.11.2005	4,0	678,3	765,6	71,3	0,0	14,9	
19.11.2005	3,8	686,9	764,7	73,4	0,0	12,0	
20.11.2005	4,8	675,7	762,2	75,4	0,0	13,9	
21.11.2005	4,6	674,4	760,8	82,8	0,0	11,2	
22.11.2005	6,0	677,3	763,6	80,0	0,0	13,1	
23.11.2005	1,6	683,3	771,7	74,3	0,0	8,6	1
24.11.2005	-1,7	684,0	771,5	82,6	0,0	5,8	
25.11.2005	0,2	681,5	770,1	76,1	0,0	11,0	
26.11.2005	5,4	681,4	768,4	70,4	0,0	12,9	
27.11.2005	2,9	682,0	769,9	90,7	0,0	10,5	
28.11.2005	6,2	680,4	767,0	86,5	0,0	16,9	0,5
29.11.2005	5,0	680,7	767,9	82,4	0,0	14,4	
30.11.2005	8,1	679,6	765,4	75,0	2,0	13,9	2,1
საშ	4,9	680,3	767,4	81,4	0,1	12,2	27,6

ცხრ.3.2.9. 2006 წლის ნოემბრის ყოველდღიური მეტეოროლოგიური მონაცემები ას-
პინდისათვის.

დრო	T	Po	P	U	Ff	Tx	RRR
01.11.2006	10,3	678,4	763,4	84,7	0,0	18,2	
02.11.2006	12,0	602,7	755,9	84,2	0,0	18,2	2
03.11.2006	10,2	674,3	758,7	89,4	0,0	16,6	6
04.11.2006	10,2	673,7	758,1	79,6	0,0	18,9	
05.11.2006	14,5	671,4	754,2	58,1	2,0	19,1	
06.11.2006	5,2	678,3	764,9	80,9	1,5	9,7	1
07.11.2006	2,8	677,9	765,4	80,9	0,0	8,5	
08.11.2006	1,7	679,9	768,0	86,3	2,3	5,0	14
09.11.2006	4,5	683,7	771,3	80,6	0,0	8,0	
10.11.2006	2,7	681,4	769,4	81,8	0,0	12,0	
11.11.2006	2,8	679,4	767,0	82,5	0,0	13,0	
12.11.2006	3,1	678,3	765,7	87,3	0,0	9,3	
13.11.2006	4,6	676,7	763,4	91,0	0,0	12,4	
14.11.2006	3,7	673,8	760,4	88,4	0,9	8,0	
15.11.2006	1,9	677,5	765,1	88,3	0,3	8,5	
16.11.2006	3,7	680,2	767,7	81,1	0,6	6,8	8
17.11.2006	6,1	675,4	761,5	78,5	4,5	8,7	1,2
18.11.2006	3,4	675,2	762,1	79,9	3,0	5,5	6
19.11.2006	0,8	682,0	770,7	89,5	0,0	3,6	0,6
20.11.2006	0,4	682,3	771,2	75,9	0,0	6,5	
21.11.2006	0,0	691,6	771,3	75,8	0,0	8,5	
22.11.2006	2,9	680,9	769,4	71,8	0,0	10,6	
23.11.2006	2,2	680,7	768,8	77,7	0,0	10,6	
24.11.2006	0,2	683,2	772,3	83,6	0,0	10,8	
25.11.2006	-0,9	684,4	774,0	85,4	0,0	9,0	
26.11.2006	-1,0	683,8	773,4	82,5	0,0	8,3	
27.11.2006	0,8	682,7	771,5	81,7	0,3	9,6	
28.11.2006	6,9	679,9	766,3	69,1	3,8	8,8	
29.11.2006	2,9	679,6	767,8	83,4	0,8	9,0	
30.11.2006	1,7	683,7	772,4	95,1	0,0	4,7	1,8

ცხრ.3.2.10. 2007 წლის ნოემბრის ყოველდღიური მეტეოროლოგიური მონაცემები ას-
პინდისათვის.

დრო	T	Po	P	U	Ff	Tx	RRR
01.11.2007	9,5	683,8	769,7	87,4	0,0	13,0	
02.11.2007	7,5	682,5	769,0	81,9	0,0	14,5	
03.11.2007	6,9	693,1	761,1	91,3	3,8	12,2	50
04.11.2007	2,9	678,7	766,1	89,4	0,0	8,2	22
05.11.2007	2,3	679,2	766,7	94,1	0,0	6,2	
06.11.2007	6,2	681,6	762,7	99,3	0,0	9,0	32
07.11.2007	5,0	674,4	760,6	100,0	0,0	5,6	46

08.11.2007	6,2	677,1	763,2	92,3	0,0	9,7	3
09.11.2007	4,2	676,0	762,4	98,4	0,8	5,6	26
10.11.2007	4,2	677,3	764,2	70,6	0,9	9,5	
11.11.2007	2,7	673,1	760,5	88,9	0,1	4,0	8
12.11.2007	1,7	675,8	763,3	91,4	1,0	4,0	26
13.11.2007	1,5	679,6	767,8	77,2	0,2	8,0	
14.11.2007	2,5	679,2	766,9	85,8	0,0	8,0	
15.11.2007	5,5	681,9	769,0	81,8	0,1	13,7	
16.11.2007	5,1	683,5	768,8	81,6	0,0	14,4	
17.11.2007	3,7	683,0	769,9	87,3	0,0	14,3	
18.11.2007	3,6	679,1	766,4	84,8	0,0	12,7	
19.11.2007	4,0	678,4	765,6	84,1	0,0	13,2	
20.11.2007	4,2	679,6	766,8	97,5	0,0	6,5	1
21.11.2007	6,1	676,2	762,3	89,0	0,0	11,3	
22.11.2007	5,1	679,6	766,5	71,3	1,6	9,5	
23.11.2007	2,0	684,1	772,7	85,4	0,0	5,5	
24.11.2007	1,0	693,4	772,8	89,4	0,0	5,0	
25.11.2007	-0,1	684,3	773,6	84,4	0,0	6,7	
26.11.2007	-1,5	683,7	773,4	81,0	0,0	7,0	
27.11.2007	0,3	679,3	767,9	79,9	0,5	5,7	
28.11.2007	-0,1	675,9	763,1	98,3	0,0	0,0	10
29.11.2007	-2,5	679,2	768,5	98,0	0,0	0,4	22
30.11.2007	-6,1	682,3	773,5	84,4	0,4	-0,2	
საშ	3,1	680,5	766,8	87,5	0,3	8,1	246

ცხრ.3.2.11. 2008 წლის ნოემბრის თვის ყოველდღიური მეტეოროლოგიური მონაცემები ასპინძისათვის.

დრო	თ	ო			ფ	თხ	ღღღ
01.11.2008	5,2	684,5	772,1	64,4	0,4	16,4	
02.11.2008	5,3	684,1	771,6	67,0	0,0	16,1	
03.11.2008	5,3	681,1	768,8	69,1	0,0	17,9	
04.11.2008	5,7	682,8	769,9	73,5	1,3	16,9	
05.11.2008	7,1	683,3	769,9	80,6	0,8	11,4	
06.11.2008	8,7	679,6	765,3	75,4	1,5	16,6	
07.11.2008	8,8	679,7	765,4	70,5	2,3	11,0	0,8
08.11.2008	6,1	684,3	771,5	75,5	0,8	12,9	
09.11.2008	1,4	686,8	775,9	77,6	0,5	10,0	
10.11.2008	0,6	688,9	779,0	69,5	0,9	12,3	
11.11.2008	1,5	687,2	776,4	67,3	1,0	12,2	
12.11.2008	2,7	684,5	772,9	70,3	1,3	11,0	
13.11.2008	0,0	683,4	772,5	80,8	0,8	9,5	
14.11.2008	3,4	683,2	771,2	74,8	0,3	12,0	

15.11.2008	4,2	683,1	770,8	75,7	1,6	12,9	
16.11.2008	2,8	683,1	771,2	84,3	0,6	7,5	
17.11.2008	2,9	680,7	768,6	77,9	0,4	12,0	
18.11.2008	4,4	678,8	766,0	68,7	1,0	13,1	
19.11.2008	4,5	679,8	767,6	75,0	1,4	10,5	1,4
20.11.2008	6,0	677,6	763,8	100,0	1,0	8,3	24
21.11.2008	5,7	676,4	762,7	94,4	0,4	9,5	
22.11.2008	4,2	674,9	761,5	87,0	0,6	10,6	
23.11.2008	6,6	673,3	758,9	77,9	1,1	13,9	
24.11.2008	9,6	677,6	762,7	69,8	1,4	15,1	
25.11.2008	6,6	681,8	768,3	85,1	0,6	14,6	
26.11.2008	6,2	680,9	767,5	85,1	0,4	14,6	
27.11.2008	3,7	678,1	765,3	80,3	0,8	12,5	
28.11.2008	2,3	678,8	766,5	89,0	0,5	9,0	
29.11.2008	3,7	682,9	770,7	86,3	0,4	7,7	
30.11.2008	0,9	682,5	771,3	88,4	0,6	10,3	
საშ	4,5	681,5	768,9	78,0	0,8	12,3	26,2

ცხვ.3.2.12. 2009 წლის ნოემბრის ყოველდღიური მეტეოროლოგიური მონაცემები ას-პინდისათვის.

თარიღი	T	Po	P	U	Ff	Tx	RRR
1.11.09	7,3	674,7	760,2	89,1	0,0	10,8	
2.11.09	10,4	670,8	754,7	83,1	0,1	13,4	
3.11.09	8,4	671,4	756,1	78,9	1,9	12,0	4
4.11.09	6,6	676,8	762,8	81,0	0,0	12,2	0,6
5.11.09	8,5	678,7	764,2	90,5	0,0	11,3	1
6.11.09	7,9	683,2	769,5	82,6	0,0	15,9	
7.11.09	6,0	683,3	770,3	83,9	0,0	13,9	
8.11.09	6,0	681,1	767,8	86,4	0,0	15,7	
9.11.09	6,4	679,8	766,0	85,5	0,0	14,1	
10.11.09	6,6	679,4	765,7	83,4	0,0	16,3	
11.11.09	6,7	676,9	763,0	79,6	0,0	18,4	
12.11.09	5,6	676,0	762,3	86,5	0,0	15,2	
13.11.09	5,2	677,3	763,9	91,9	0,0	10,3	
14.11.09	5,8	679,7	766,3	99,0	0,0	7,6	7,4
15.11.09	6,4	690,0	765,6	98,3	0,0	7,8	9
16.11.09	6,0	677,9	764,2	81,5	0,0	11,2	
17.11.09	5,3	677,8	764,3	78,8	0,0	11,3	1,8
18.11.09	5,9	678,7	765,2	91,4	0,0	7,0	
19.11.09	6,6	686,4	766,2	79,9	2,1	8,3	
20.11.09	4,8	678,8	765,7	75,0	1,3	6,3	14
21.11.09	2,7	676,9	764,2	82,4	1,8	6,4	2
22.11.09	3,4	680,2	767,8	73,5	0,4	7,5	
23.11.09	5,0	678,6	765,3	70,9	2,8	9,6	
24.11.09	2,0	680,1	768,1	76,8	0,0	12,2	
25.11.09	1,7	678,2	766,1	84,5	0,0	7,0	1,6
26.11.09	2,7	677,7	765,2	83,5	2,3	7,8	4
27.11.09	2,7	682,1	770,2	65,3	0,0	9,0	

28.11.09	-0,2	683,2	772,4	72,8	0,0	12,3	
29.11.09	0,0	682,2	771,3	73,0	0,0	10,0	
30.11.09	-0,3	682,2	771,3	80,1	0,0	7,2	
საშ.	5,1	679,3	765,5	82,3	0,4	10,9	45,4

დასკვნები:

ა) ქვაბურის ოროგრაფიული პარამეტრების a, b, w და E_{KIN} გამოსათვლელი ფორმულები მიღებული ატმოსფერული პროცესების ჰიდროთერნიდინამიკური განტოლებების გამოყენებით, კარგად აღწერს ჰაერის დინამიკას საკვლევ რეგიონზე.

ბ) ოროგრაფიულ გავლენის მახასიათებელი სიდიდეების რიცხვითი მნიშვნელობები მიუთითებს მასზე, რომ ქვაბურში განვითარებული მიკროციკულაციური პროცესები მართლაც უნიკალურია. ოროგრაფიის გავლენა პარალელსა და მერიდიანის მიმართულებით ქვაბურის მთელ რეგიონზე თითქმის ერთნაირია და აქვს ურთიერთსაწინააღმდეგო ნიშანი;

გ) ქვაბურში შემოსული ჰაერის ნაკადის ვერტიკალური სიჩქარე 1000 მეტრის ფენაში აგრეთვე უარყობითია. ბუნებრივია ჰაერის ნაკადის ასეთი დინამიკა სერიოზულ გავლენას მოახდენს ლოკალური ამინდის ჩამოყალიბებაზე და აისახება ყოველდღიურ მეტეოროლოგიურ მოვლენებზე.

დ) ვერტიკალური სიჩქარის საშუალებით შეიძლება განსაზღვროს საკვლევ რეგიონზე შემოდინებული ჰაერის მასის როგორც კინეტიკური ასევე არამდგრადობის ენერჯია და შეფასდეს ელჭექური და სეტყვა წარმომქმნელი ატმოსფერული პროცესების წარმოქმნა-განვითარების პერსპექტივა.

ე) ნაკადის შეფასებული დინამიკა კარგად ხსნის სწორედ კლიმატის მიკრო კონტინენტალურობას, ქვაბურში ყოველდღიურ ტემპერატურის რამოდენიმე (3 °C-5 °C) გრადუსით განსხვავებას. ქვაბურის გარე გარემოს ტემპერატურასთან შედარებით, სინოტივე რამდენიმე პროცენტით, ქარის სიჩქარე 4-5 ჯერ ნაკლებია ვიდრე ახალქალაქში და ბორჯომში (იხ. ცხრ. 3.1.7).

ვ) შესწავლილი ქარის ბუნება ქვაბურის შიგა ნაწილში იძლევა იმის საფუძველს, რომ ქვაბურში ქარის ენერჯიის გამოყენებითი შესაძლებლობა მინიმალურია. ამ თვალსაზრისით ქვაბურს პერსპექტივა თითქმის არ აქვს.

ზ) შემოთავაზებული ახალი მიდგომით კარგად და ნათლად აიხსნება განხილული ქვაბურის კლიმატური და ჰაერის ნაკადის თავისებურებები. აღსანიშნავია, რომ კვლევის ასეთი მიდგომა გაკეთებულია პირველად.

ლიტერატურა (I თავი).

1. (https://www.tsu.ge/data/file_db/faculty_zust_sabunebismetk/phd%20giorgi%20gafrindaSvili.pdf)
2. ხვედელიძე ზ. „დინამიკური მეტეოროლოგია“ .თსუ გამომცემლობა, თბილისი. 2002 წ. გვ. 535.

ლიტერატურა (II თავი).

1. ხვედელიძე ზ. „დინამიკური მეტეოროლოგია“ (სახელმძღვანელო) თსუ გამომცემლობა, თბილისი. 2002 წ. გვ. 535.
2. ხვედელიძე ზ., დავითაშვილი თ. „კლიმატის ზოგიერთი თავისებურებების შესახებ საქართველოს ტერიტორიაზე“ მეცნიერებათა აკადემიის ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 21, 2003 წ. გვ.46-50.
3. ხვედელიძე ზ. „რეგიონალური მიკროციკულაციური ატმოსფერული პროცესების დინამიკა მთა-გორიან ტერიტორიაზე“ (მონოგრაფია) სტუპში თბილისი, 2018 წ. გვ.101.
4. ხვედელიძე ზ., ტატიშვილი მ., ზოტიკიშვილი ნ., სამხარაძე ი. „მთა-ხეობიანი რელიეფის როლი ჰაერის ნაკადის ცირკულაციის შესწავლაში“ .ქესუ ფიზიკა №1(18), 2018 წ, გვ.15-25
5. “Atmosfere General cirkulation Modeling“- 2008 – American institute of physics Washington. p.505.
6. R. Holton “Dynamic Meteorology“ Fourth edition-university of Washington, 2004 p. 533.
7. Modeling of atmospheric fields world scientific; Washington. Theoretical physic, 1996, p. 755.
8. ზ. ხვედელიძე, ნ. ზოტიკიშვილი „ქარისა და დედამიწის ლოკალური რელიეფის ურთიერთქმედების ზოგიერთი თავისებურების მოდელური გათვლები საქართველოს ტერიტორიაზე“. ქართული ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალი „ფიზიკა“ (<http://gesj. Internet-academy. Org.ge/physic/>; 2016, № 1(15) გვ.63-72.
9. Z.Khvedelidze, Inga Samkhatagze, Teimuraz Davitashvili “On Pressure Drop Distribution at High Power Perturbation Per Over the Mountainous Territory“ . Ebullition the Georgian Academy of sciences,155 №1, 2015 p.62-67.
10. Хведелидзе З., Давиташвили Е., Самхарадзе И. „Математические моделирования горно-воздушных потоков в узких каналах с учетом рельефа дна“. Журнал „Экологические системы и приборы“ Москва. №8 , 2007г.с 32-36.
11. ელიზბარაშვილი ე. „საქართველოს ჰავა“ სტუ. მი. თბილისი. 2017, გვ.360.
12. Монин А. „ Прогноз погоды как задачи физики“ издфтель. „ наука“. Москва. 1969 г. Ст. 181.
13. ზ.ხვედელიძე, რ დანელია, თ შალამბერიძე, რ. აპლაკოვი, ე. თავგაძე „დედამიწის ლოკალური რელიეფით გამოწვეული ტალღური შეშფოთებების მათემატიკური მოდელირება და მისი გავლენა ატმოსფერულ მოვლენებზე“ საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური საინფორმაციო ჟურნალი „საქართველოს ნავთობი და გაზი“ № 21, 2007 წ. გვ.64-70.
14. Z.Khvedelidze, Samxaradze I, Zotikishvili N. ”OROGRAPHIC FACTORS ROLE IN THE ATMOSPHERE SURFACE LAYER DURING DEVELOPMENT OF THE WIND FIELD“. ქართული ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალი „ფიზიკა“ (<http://gesj. Internet-academy. Org.ge/physic/>; №1(13)2015, p.73-79.
15. Л. Матеев“ Основы общей метеорологии физика атмосферы“ Гидрометеологичое изда-

- тель. Ленинград ,1965г ც 875. 77.
16. Динамическая метеорология - под редакци Д . Лаихтмана , Л. гидрометиздат, 1976г , с 607. 78
 17. ი. სამხარაძე, ნ. ტატიშვილი, ზ. ხვედელიძე, თ. დავითაშვილი, ნ.ზოტიკიშვილი. „ზოგიერთი ლოკალური მეტეოროლოგიური პროცესების მათემატიკური მოდელირება საქართველოს ცალკეული რეგიონებისათვის.“ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. ტ. 120. 2014 წ.გვ. 10-15.
 18. სალუქვაძე თ., ხვედელიძე ზ., ხელაია ე. „კონვექციური ღრუბლების რადიოლოკაცია“ (მონოგრაფია) საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მ. ნოდის სახ.გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები, ტ. VII, 2002 წ. გვ.358.
 19. Тихонов А. и Самарский А. „Уравнения математической физики“ издател. технико-теоретической литературы М. 1953. ст 679.
 20. Корн Т., Корн „Справочник по математике“ Издател. „Наука“, М. 1978 г. ст.830.
 21. Вийн-Нильсен А „Предсказуемость и изменения климата иллюстрированные с помощью системы низкого порядка „ теоретичеслие осноиы прогноза погоды на средние сроки“, Гидрометиздат . 1979г. Ст. 105-117.

ლიტერატურა (III თავი).

1. ზ. ხვედელიძე, ნ.ზოტიკიშვილი, ე.თაგვაძე „შავი ზღვისა და ოროგრაფიის როლი დასავლეთ საქართველოს რეგიონზე, კლიმატური და ეკოლოგიური თავისებურებების დინამიკაში“ ქართული ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალი „ფიზიკა“ (<http://gesj. Internet- academy. Org.ge/physic/>; №1(21)2019, p.36-45.
2. ზ.ხვედელიძე, დ. ჯანეზაშვილი „რეგიონის მიკროკლიმატური პარამეტრებით ლოკალური ქარის რეჟიმის განსაზღვრა ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში“ ქართული ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალი „ფიზიკა“ (<http://gesj. Internet- academy. Org.ge/physic/>; 2013, N 1(3), გვ. 65-76. 79.
3. ხვედელიძე ზ., ტატიშვილი მ., ზოტიკიშვილი ნ., სამხარაძე ი. „ჰაერის მიკრო-ცირკულიაციური პროცესები და კლიმატური თავისებურებანი თბილისის ტერიტორიაზე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები. ტ. 125. 2019წ. გვ. 99-105.
4. Хведелидзе З., Павленишвили Н. „Описание энергетических характеристик атмосферных процессов на примере Кавказского региона“, метеорология и гидрология, 1996 г. М 2 с . 48-53.
5. Справочник по Климату ю СССР, вып14, Гидрометиздат. 1968 с.
6. r5.ru- Wether in Aspinza.