

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული  
ტომი № 124

TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY  
AT THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY  
VOL.№124

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ТОМ № 124



ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური  
პრობლემები

**PRESSING PROBLEMS IN HYDROMETEOROLOGY AND  
ECOLOGY**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ**

თბილისი \_TBILISI \_ ТБИЛИСИ

2017

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები

ტომი № 124

ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური  
პრობლემები

---

---

TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY  
AT THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

VOL.№124

PRESSING PROBLEMS IN HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY

---

---

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

ТОМ № 124

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

---

---

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2017

<b>მთავარი რედაქტორი</b> <b>Editor in Chief</b> <b>Главный редактор</b> <b>სარედაქციო</b> <b>კოლეგია</b>	ნ.ბეგალიშვილი N.Begalishvili Бегалишвили Н.А. ბ.ბერიტაშვილი (რედაქტორის მოადგილე), გ.გაჩეჩილაძე, გ.გუნია, გ.გრიგოლია, ე.ელიზბარაშვილი, გ.მელაძე, რ. სამუკაშვილი, ვ. ცომაია, თ.ცინცაძე (პასუხ. მდივანი)
<b>სარედაქციო საბჭო</b>  <b>Editorial Board</b>	ნ.ბუაჩიძე, ი.გელაძე, ჯ.ვაჩნაძე, ლ.ინჭკირველი, მ.მელაძე, გ.ხერხეულიძე. B.Beritashvili (Deputy Ed.-in-Chief), G.Gachechiladze, G.Gunia, G.Grigolia, E.Elizbarashvili, G.Meladze, R. Samukashvili, V.Tsomaia, T.Tsintsadze (Executive secretary)
<b>Editorial Council</b> <b>Редакционная</b> <b>коллегия</b>	N.Buachidze, J.Vachnadze, I.Geladze, L.Inckirveli, M.Meladze, G.Kherkheulidze Бериташвили Б.Ш. (зам.гл. редактора), Гачечиладзе Г.А., Григолия Г.Л., Гуня Г.С., Меладзе Г.Г., Самукашвили Р.А., Цома В.Ш., Цинцадзе Т.Н. (отв. секретарь), Элизбарашвили Э.Ш.
<b>Редакционный</b> <b>совет</b>	Буачидзе Н.С., Вачнадзе Д.И., Геладзе И.М., Инцкирвели Л.И., Меладзе М.Г., Херхеулидзе Г.И.

**შენიშვნა:** რედაქცია არ აგებს პასუხს ავტორების მიერ წარმოდგენილ მასალებზე  
**Note:** The Editorial board is not responsible for materials submitted by authors  
**Примечание:** Редакция не несет ответственности за содержание материалов, представляемых авторами

ISSN 1512-0902

©	<b>საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის</b> <b>ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი</b> <b>INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY</b> <b>AT THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY</b> <b>ИНСТИТУТ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИНСКОГО</b> <b>ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА</b>	2017
---	---	------

წინამდებარე კრებულში შესულია ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის 64-ე მაისის სამეცნიერო სესიაზე მოსმენილი მოხსენებები, მიძღვნილი ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემებისადმი. შესაბამისი სტატიები მოცემულია შემდეგ სამეცნიერო მიმართულებათა მიხედვით: მეტეოროლოგია, კლიმატოლოგია, აგრომეტეოროლოგია, ჰიდროლოგია, კლიმატის ცვლილება, ბუნებრივი გარემოს დაბინძურება.

კრებული განკუთვნილია გეოფიზიკურ, გეოგრაფიულ და ეკოლოგიურ მეცნიერებათა სხვადასხვა დარგში მომუშავე მეცნიერებისა და სპეციალისტებისათვის, მაგისტრანტებისა და დოქტორანტებისათვის.

In this issue texts of papers presented at the 64-th May scientific session of the Institute of Hydrometeorology are offered, dedicated to the pressing problems of Hydrometeorology and Ecology. Relevant papers are given according to the following scientific directions: Meteorology, Climatology, Agrometeorology, Hydrology, Climate Change, Environmental Pollution.

The volume is intended for experts working in different branches of geophysical, geographical and ecological sciences, magistrates and doctorates.

В настоящий сборник включены тексты докладов, заслушанных на 64-ой майской научной сессии Института Гидрометеорологии, посвященной актуальной проблеме гидрометеорологии и экологии. Соответствующие статьи даны по следующим научным направлениям: метеорология, климатология, агрометеорология, гидрология, изменение климата, загрязнение природной среды.

Сборник предназначен для ученых и специалистов, работающих в различных областях геофизических, географических и экологических наук, магистрантов и докторантов.

<b>ს ა რ ჩ ე ბ ე ბ ა    CONTENTS    СОДЕРЖАНИЕ</b>		
1	<p><i>მ.სალუყვაძე, ნ.ლომიძე.</i>  მყარი ნალექები და თოვლის საფარი საქართველოს ტერიტორიაზე  <b>M.SALUQVADZE, N.LOMIDZE</b>  SOLID PRECIPITATION AND SNOW COVER ON THE TERRITORY OF GEORGIA  <b>М.САЛУКВАДЗЕ, Н.ЛОМИДЗЕ.</b>  ТВЕРДЫЕ ОСАДКИ И СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ.....</p>	7
2	<p><i>ბ.ბასილაშვილი.</i>  მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის ჩამონადენის პარამეტრები წყალ-სამშენებლო ბაზანგარიშგებვისათვის  <b>BASILASHVILI TS.</b>  PARAMETERS OF RIVER WATER FLOWS FOR THE RIVER ALAZANI AND ITS AFFLUENTS  <b>БАСИЛАШВИЛИ Ц.З.</b>  ПАРАМЕТРЫ СТОКА ВОДЫ Р. АЛАЗАНИ И ЕЁ ПРИТОКОВ ДЛЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСЧЁТОВ.....</p>	12
3	<p><i>ბ.ბასილაშვილი.</i>  მდინარეთა წყლის შიდაწლიური განაწილება და სავშებუტაციო პერიოდის ჩამონადენი მდ. ალაზნის აუზში  <b>BASILASHVILI TS.</b>  ANNUAL WATER FLOW AND WATER DISTRIBUTION IN THE VEGETATION PERIOD IN THE BASIN OF THE RIVER ALAZANI  <b>БАСИЛАШВИЛИ Ц.З.</b>  ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СТОК ВОДЫ ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД В БАССЕЙНЕ Р. АЛАЗАНИ.....</p>	17
4	<p><i>ბ.გრეგოლია, დ.კერესელიძე, მ.ალავერდაშვილი ვ.ტრაპაიძე, ბ.ბრეგვაძე</i>  კლიმატის გლობალური ცვლილების ურუნხე მდ. მტკვრის (თბილისი) სხვადასხვა ინტერვალის და პერიოდის ჩამონადენის და ნალექების ცვლადობის შეფასება და ანალიზი  <b>GRIGOLIA G., KERESOLIDZE D., M.ALAVERDASHVILI, TRAPIDZE V., BREGVADZE G.</b>  ASSESSMENT AND ANALYSIS OF VARIABILITY OF MTKVARI RIVER RUNOFFS AND PRECIPITATIONS OF DIFFERENT INTERVALS AND PERIODS AGAINST THE BACKGROUND OF GLOBAL CLIMATE CHANGES  <b>ГРИГОЛИЯ Г., КЕРЕСЕЛИДЗЕ Д., АЛАВЕРДАШВИЛИ М., ТРАПАИДЗЕ В., ВРЕГВАДЗЕ Г.</b>  ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ СТОКОВ И ОСАДКОВ Р. КУРА (ТБИЛИСИ) РАЗЛИЧНОГО ИНТЕРВАЛА И ПЕРИОДА НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА.....</p>	22
5	<p><i>ბ. ხერხეულიძე.</i>  ღვარცთოვული საშიშროების შეფასებისა და მონიტორინგის ზოგიერთი მნიშვნელოვანი თავისებურებები  <b>KHERKHEULIDZE G.I.</b>  SOME IMPORTANT FEATURES OF AN ESTIMATION DEBRIS FLOW DANGER AND MONITORING DEBRIS FLOW THE PHENOMENA  <b>ХЕРХЕУЛИДЗЕ Г.И</b>  ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ И МОНИТОРИНГА СЕЛЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ.....</p>	28
6	<p><i>ბ.ბეგალიშვილი, თ.ცინცაძე, ბ.ბერიტაშვილი, ნ.კაპანაძე, ლ.კარტიველიშვილი, ნ.ბეგალიშვილი, ნ.ცინცაძე.</i>  საათობრივი ნალექების განსაზღვრა კლიმატური ცნობარებიდან მათი წლის და თვის სიდიდეების საფუძველზე და კლიერი, კატასტროფული ნალექების მოსვლის ალბათობების (რისკის) შეფასება  <b>BEGALISHVILI N., TSINTSADZE T., BERITASHVILI B., KAPANADZE N., KARTVELISHVILI L., BEGALISHVILI N.N., TSINTSADZE N.</b>  DEFINITION OF HOURLY PRECIPITATION FROM CLIMATE REFERENCE BOOKS ON THE BASIS OF THEIR ANNUAL AND MONTHLY VALUES AND ASSESSMENT OF HEAVY/CATASTROPHIC SHOWER PROBABILITY (RISK)  <b>БЕГАЛИШВИЛИ Н.А., ЦИНЦАДЗЕ Т.Н., БЕРИТАШВИЛИ Б.Ш., КАПАНАДЗЕ Н., КАРТВЕЛИШВИЛИ Л., БЕГАЛИШВИЛИ Н.Н., ЦИНЦАДЗЕ Н.Т.</b>  ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВЫХ ОСАДКОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ СПРАВОЧНИКОВ ОТНОСИТЕЛЬНО ГОДОВЫХ И МЕСЯЧНЫХ ИХ ВЕЛИЧИН И ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ВЫПАДЕНИЯ (РИСКА) СИЛЬНЫХ И КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ОСАДКОВ.....</p>	33

7	<p><b>ს.ბორბიჯანიძე</b>          წყალსაცავების გარღვევის შედეგად წარმოქმნილი წყალმოვარდნები  <b>S. GORGIANIDZE.</b>          FLOODS FORMED AS A RESULT OF THE BREAKTHROUGH OF WATER RESERVOIRS  <b>С. Н. ГОРГИДЖАНИДЗЕ.</b>          ПОВАДКИ ВОЗНИКАЮЩИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОРИВА ВОДОЁМОВ.....</p>	38
8	<p><b>მ.შიშია, ნ.კანანაძე, ლ. კარტველიშვილი, ნ.ბეგლარაშვილი.</b>          სეტყვიან ღვთის რაოდენობა სეტყვისსაწინააღმდეგო სამუშაოების          წარმოებაში, წარმოებისას და მის შემდგომ პერიოდში  <b>PIPIA M., KARANADZE N., KARTVELISHVILI L., BEGLARASHVILI N.</b>          NUMBER OF DAYS WITH THE HAIL PRIOR TO THE BEGINNING, IN THE PERIOD AND          AFTERWARD PERFORMING ANTI-HAIL WORK  <b>ПИПИА М.Г., КАПАНАДЗЕ Н.И., КАРТВЕЛИШВИЛИ Л.Г., БЕГЛАРАШВИЛИ Н.Г.</b>          ЧИСЛО ДНЕЙ С ГРАДОМ ДО НАЧАЛА, В ПЕРИОД И ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЕ          ПРОТИВОГРАДОВЫХ РАБОТ.....</p>	42
9	<p><b>მ.მელაძე, მ.მელაძე.</b>          სასურსათო კულტურების აგროტექნოლოგიის ოპტიმალური ვალები          გლობალური დათბობის ბათვალისწინებით  <b>MELADZE G.G., MELADZE M.G.</b>          OPTIMAL TERMS OF FOOD CROPS AGROTECHNOLOGY UNDER GLOBAL WARMING  <b>МЕЛАДЗЕ Г.Г., МЕЛАДЗЕ М.Г.</b>          ОПТИМАЛЬНЫЕ СРОКИ АГРОТЕХНОЛОГИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С          УЧЕТОМ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ.....</p>	50
10	<p><b>ე.ელიზბარაშვილი, შ.ელიზბარაშვილი, ნ.ჯელიძე, ვ.გორგიშელი.</b>          ტროპიკული ღამების სტატისტიკური მახასიათებლების შედარებითი          ანალიზი წინა და სამხრეთ აზიის სხვადასხვა რეგიონებისათვის  <b>E.SH.ELIZBARASHVILI, SH.E.ELIZBARASHVILI, N.Z.CHELIDZE, V.E.GORGISHELI.</b>          COMPARATIVE ANALYSIS OF TROPICAL NIGHT STATISTICAL CHARACTERISTICS F          OR DIFFERENT REGIONS OF WESTERN END SOUTHERN ASIA  <b>Э. Ш. ЭЛИЗБАРАШВИЛИ, Ш. Э. ЭЛИЗБАРАШВИЛИ, Н.З.ЧЕЛИДЗЕ,</b>  <b>В.Э.ГОРГИШЕЛИ.</b>          СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРОПИЧЕСКИХ          НОЧЕЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ ПЕРЕДНЕЙ И ЮЖНОЙ АЗИИ.....</p>	55
11	<p><b>რ.სამუკაშვილი, ც.დიასამიძე.</b>          ჰელიოენერგეტიკული რესურსები კახეთის ტერიტორიაზე  <b>SAMUKASHVILI R.D., DIASAMIDZE TS. O.</b>          SOLAR ENERGE RESOURCES AT THE TERRITORY OF KAXETI  <b>САМУКАШВИЛИ Р.Д., ДИАСАМИДЗЕ Ц.О</b>          ГЕЛИОЕНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ТЕРИТОРИИКАХЕТИ.....</p>	60
12	<p><b>გ.გარეა, ზ.სვანიძე.</b>          აბრარული პროდუქტების ტოქსიკური მეტალებით დაბინძურების მექანიზმისა          და ხარისხის მონიტორინგისა და შეფასების საკითხები  <b>G.GARRY, Z. SVANIDZE.</b>          ISSUES OF MONITORING AND EVALUATION OF THE MECHANISM AND DEGREE OF          POLLUTION OF AGRICULTURAL PRODUCTS BY TOXIC METALS  <b>ГУНИЯ Г., СВАНИДЗЕ З.</b>          ВОПРОСЫ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ МЕХАНИЗМА И СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ          АГРАРНЫХ ПРОДУКТОВ ТОКСИЧНЫМИ МЕТАЛЛАМИ.....</p>	62
13	<p><b>ს.მდივანი.</b>          მდ.მტკვრის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება ქ.თბილისის          ტერიტორიაზე მცირე მდინარეების გავლენის ბათვალისწინებით  <b>S. MDIVANI.</b>          ASSESSMENT OF R. KURA ECOLOGICAL STATE ACCOUNTING FOR THE IMPACT OF          SMALL RIVERS AT THE TERRITORY OF TBILISI  <b>С.МДИВАНИ.</b>          ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ Р. КУРА УЧИТЫВАЯ ЕЕ МАЛЫЕ          ПРИТОКИ НА ТЕРИТОРИИ Г. ТБИЛИСИ.....</p>	68

14	<p><i>ლ. შავლიაშვილი, ე. ბაკრადე, ლ. ინჭკირველი, თ. გიგაური.</i>          ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების რეგიონების ნიადაგებსა და ზედაპირულ წყლებში მძიმე ლითონების შემცველობის შეფასება  <b>L. SHAVLIASHVILI, E. BAKRADZE, L. INTSKIRVELI, T. GIGAURI.</b>          ESTIMATION OF HEAVY METALS CONTENT IN SOILS AND SURFACE WATERS IN THE REGION OF ACTIVE IMPACT ON CLOUDS  <b>Л. ШАВЛИАШВИЛИ, Е. БАКРАДЗЕ, Л. ИНЦКИРВЕЛИ, Т. ГИГАУРИ.</b>          ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ В РЕГИОНЕ АКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОБЛАКА.</p>	72
15	<p><i>ნ. დვალისხვილი</i>          მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ინსინერაციის და თანაინსინერაციის დადებითი და უარყოფითი მხარეების შეფასება  <b>N. DVALISHVILI</b>          ASSESSMENT OF THE POSITIVE AND NEGATIVE ASPECTS OF INCINERATION / CO-INCINERATION OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN GEORGIA  <b>Н. ДВАЛИШВИЛИ</b>          ОЦЕНКА ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ СТОРОН ИНСИНЕРАЦИИ/СО-ИНСИНЕРАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ.....</p>	78
16	<p><i>ნ. დვალისხვილი, ლ. ინჭკირველი, მ. ტაბატაძე</i>          საქართველოში მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რაოდენობისა და მორფოლოგიური შემადგენლობის კვლევა  <b>N. DVALISHVILI, L. INTSKIRVELI, M. TABATADZE</b>          INVESTIGATION OF THE AMOUNT AND MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN GEORGIA.  <b>Н. ДВАЛИШВИЛИ, Л. ИНЦКИРВЕЛИ, М. ТАБАТАДЗЕ</b>          ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА И МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ГРУЗИИ.....</p>	.81
17	<p><i>ბ. ბერიტაშვილი, ნ. კაპანაძე, ნ. ზოტიკიშვილი.</i>          საქართველოს ეკონომიკის პრიორიტეტული სექტორებისთვის კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტირების პოტენციალის შეფასება  <b>V. BERITASHVILI, N. KAPANADZE, N. ZOTIKISHVILI.</b>          ASSESMENT OF ADAPRTATION TO CLIMATE CHANGE POTENTIAL FOR THE PRIORITY SECTORS OF GEORGIAN ECONOMY  <b>БЕРИТАШВИЛИ Б. Ш., КАПАНАДЗЕ Н. И., ЗОТИКИШВИЛИ Н.</b>          ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННОГО К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА ПОТЕНЦИАЛА ПРИОРИТЕТНЫХ СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ ГРУЗИИ.....</p>	87
18	<p><i>მ. ტატიშვილი, ი. მკურნალიძე, ი. სამხარაძე, ლ. ჩინჩალაძე.</i>          დედამიწის სადამკვირვებლო სისტემის ინფორმაციის გამოყენება ამინდის საპროგნოზო მეთოდებში  <b>M. TATISHVILI, I. MKURNALIDZE, I. SAMKHARADZE, L. CHINCHALADZE.</b>          USE OF EOS SATELLITE DATA IN WEATHER FORECASTING MODELING  <b>М. ТАТИШВИЛИ, И. МКУРНАЛИДЗЕ, И. САМХАРАДЗЕ, Л. ЧИНЧАЛАДЗЕ.</b>          ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ EOS В МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ.....</p>	92
19	<p><i>ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. ტვაური, ვ. ტომაია, მ. ძაძამია.</i>          დისტანციური ზონდირების (თანამგზავრული და აერო-ფოტო გადაღებების) გამოყენებით მდინარე ტვიბერის აუზის მყინვარების შესწავლის შედეგები  <b>L. SHENGELIA, G. KORDZAKHIA, G. TVAURI, V. TSOMAIA, M. DZADZAMIA.</b>          RESULTS OF THE STUDY OF THE MODERN CONDITIONS OF THE RIVER TVIBERI RESERVOIR GLACIERS BASED ON THE REMOTE SENSING TECHNOLOGIES (HIGH RESOLUTION SATELLITES, AERIAL PHOTOS)  <b>Л. Д. ШЕНГЕЛИЯ, Г. И. КОРДЗАХИЯ, Г. А. ТВАУРИ, В. Ш. ЦОМАЯ, ДЗАДЗАМИЯ М. Ш.</b>          РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЕДОВАНИЯ ЛЕДНИКОВ БАССЕЙНА РЕКИ ТВИБЕРИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИОВАНИЯ (СПУТНИКОВЫЕ И АЭРО-ФОТО СЪЁМКИ).....</p>	97

20	<p><b>დ. დემეტრაშვილი.</b>          ნიადაგში მყარი მინარევის გავრცელების მათემატიკური მოდელირების          შესახებ  <b>D. DEMETRASHVILI.</b>          ON MATHEMATICAL MODELING OF SPREADING OF SOLID ADMIXTURE IN THE          SOIL          Д. ДЕМЕТРАШВИЛИ.          О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ТВЕРДОЙ ПРИМЕСИ В ПОЧВЕ.....</p>	107
----	--	-----

**მყარი ნალექები და თოვლის საფარი საქართველოს ტერიტორიაზე  
მ.სალუქვაძე, ნ.ლომიძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,  
ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი

საქართველოს ტერიტორიაზე ნალექების განაწილება, ფიზიკურ-გეოგრაფიული ფაქტორების გარდა, ატმოსფეროს ცირკულაციურ პროცესებზეა დამოკიდებული. დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ აღინიშნება ნალექების შემცირების ტენდენცია, რაც შავი ზღვის გავლენის შესუსტებითაა გამოწვეული, ხოლო ლიხისა და არსიანის ქედების გავლენით ზღვის ნოტიონ ჰაერის მასები გარდაიქმნება კონტინენტალურად.

დასავლეთ საქართველოში ნალექების ტერიტორიალურ განაწილებაში აღინიშნება რიგი კანონზომიერებანი. ზღვასთან ახლოს მდებარე ტერიტორიაზე, ადგილის სიმაღლის მატებასთან ერთად იზრდება ნალექების წლიური რაოდენობაც. მდინარეების კოდორის, ენგურის, რიონის, აჭარისწყლის და სხვათა აუზების მთიან ნაწილში, გარკვეულ სიმაღლემდე, ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატებასთან ერთად მცირდება ნალექების რაოდენობა, რაც ზღვის გავლენის შესუსტებაზე მიუთითებს, ხოლო უფრო მაღლა - იზრდება. მაგალითისთვის მდინარე რიონის აუზში ქუთაისიდან (114 მ. ზღვის დონიდან) ონამდე (788 მ) ნალექების რაოდენობა 1586 მმ-დან 1048 მმ-მდე მცირდება, ხოლო უფრო მაღლა - შოვში (1507 მ) - იზრდება და 1264 მმ-ია.

დასავლეთ საქართველოში ცალკე უნდა გამოიყოს მთა მტირალას მიდამოები, აქ ნალექების წლიური რაოდენობა 4519 მმ-ია (მს. ცისკარა, 1210 მ), რაც განპირობებულია იმით, რომ დასავლეთ საქართველოს ნოტიო ჰაერის მასები დაუბრკოლებლად აღწევენ ამ ტერიტორიაზე.

აღმოსავლეთ საქართველოში ნალექების რაოდენობა დასავლეთ საქართველოსთან შედარებით ნაკლებია. მაგალითად მდინარე არაგვის აუზში - ჟინვალში (725 მ) - 682 მმ, ბარისახოსა (1325 მ) და მღვთაში (1580 მ) - 1044-1212 მმ, ხოლო გუდაურსა (2194 მ) და ჯვრის უღელტეხილზე (2395 მ) - 1450-1520 მმ.

წლის ცივ პერიოდში ნალექების სიუხვით დასავლეთ საქართველოს უკიდურესი დასავლეთი ნაწილი გამოირჩევა, ხოლო აღმოსავლეთით მათი რაოდენობა მცირდება. წლიური ნალექების 40-45%-ი მოდის მდ. კოდორისა და ენგურის აუზის დასავლეთ ნაწილში, ხოლო მდ. ენგურის აუზის აღმოსავლეთ ნაწილსა და მდ. რიონის აუზის მარჯვენა ნაწილში მათი წილი 37-42%-ს შეადგენს. მდინარე ლიახვისა და ქსნის აუზში წლის ცივ პერიოდში ნალექების წლიური რაოდენობა - 33-37%-ია, მდ. არაგვის აუზში - 23-28%, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს სამხრეთ ნაწილში - 21-27%.

წლის ცივ პერიოდში მოსული ნალექების უდიდესი ნაწილი დაბალმთიან რაიონებში თხევადი ან შერეული სახით მოდის, ხოლო მაღალმთიან რაიონში - მყარი სახით. უნდა აღინიშნოს, რომ მაღალმთიან რაიონში ნალექები მყარი სახით არა მარტო წლის ცივ პერიოდში, არამედ თბილ პერიოდშიც მოდის.

საქართველოს ტერიტორიაზე მყარ ნალექებზე დაკვირვება მხოლოდ 20 მეტეოროლოგიურ სადგურზე სწარმოებდა და დაკვირვების პერიოდი არ გამოირჩეოდა დიდი ხანგრძლივობით, ამდენად მათ გამოთვლას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება.

მყარი ნალექების გამოთვლის მეთოდების ანალიზმა აჩვენა, რომ საქართველოს ტერიტორიისათვის კარგ შედეგს იძლევა ვ. ცომიას მეთოდი [3].

მყარი ნალექების წილი (პროცენტებში) გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით (1-4):

$P_t=100$ , როცა  $t \leq t_T$

$$P_t = \frac{t_D - t}{t_D - t_T}, \text{ როცა } t_T \leq t \leq t_D \tag{1}$$

$P_t=0$ , როცა  $t \geq t_D$

$$t_D=8+0,2t_r \tag{2}$$

$$t_T = t_D - \frac{256,4}{32,4 - t_{II}}; \tag{3}$$

$$t_T=1-0,25(t_T-t_r); \tag{4}$$



სადაც P - არის მყარი ნალექების წილი (პროცენტში) ატმოსფერული ნალექების წლიურ ან თვიურ რაოდენობაში;  $t_{\text{ჰ}}$  - ჰაერის ტემპერატურა წვიმის დროს;  $t_{\text{რ}}$  - ჰაერის ტემპერატურა თოვის დროს;  $t_{\text{ს}}$  - ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურა;  $t_{\text{ჰ-ჰა}}$  - ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა;  $t_{\text{მ}}$  - წლის განმავლობაში მაქსიმალური ტემპერატურის მქონე თვის საშუალო ტემპერატურა. ამ მეთოდის უპირატესობა ის არის, რომ მყარი ნალექების რაოდენობის დადგენა შესაძლებელია ყველა იმ მეტეოროლოგიური სადგურისათვის, სადაც მონაცემებია ატმოსფერული ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურის შესახებ.

მყარი ნალექების წლიური რაოდენობა მჭიდრო კავშირშია ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლესთან. აღსანიშნავია ისიც, რომ ერთსა და იმავე აბსოლუტურ სიმაღლეზე ნალექების წლიურ რაოდენობაში მყარი ნალექების წილი დასავლეთ საქართველოში 6-8%-ით მეტია აღმოსავლეთ საქართველოსთან შედარებით.

დასავლეთ საქართველოში შავი ზღვის სანაპიროსა და კოლხეთის დაბლობზე მოსული მყარი ნალექების რაოდენობა ნალექების წლიური რაოდენობის 3-6%-ს შეადგენს. 800-1000 მ-ის სიმაღლეზე - 18-23%; 1800-2000 მ-ზე - 38-43%, ხოლო 2800-3000 მ-ზე - 58-62%.

აღმოსავლეთ საქართველოში 400-500 მ-ის სიმაღლეზე მყარი სახით ნალექების წლიური რაოდენობის 3-5% მოდის; 15-20% - 800-1000 მ-ზე; 30-35% - 1800-2000 მ-ზე და 50-55% - 2800-3000 მ-ზე.

საქართველოს ტერიტორიაზე მოსული მყარი ნალექების საშუალო მრავალწლიური რაოდენობა იცვლება 16-30 მმ-დან (მახინჯაური, ბოლნისი) 680-877 მმ-მდე (ცისკარა, ბახმარო, ჯვრის უღელტეხილი), მყარი ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა - 58-89 მმ-დან (თბილისი, ლაგოდეხი, ბოლნისი) 1396-1426 მმ-მდე (ჯვრის უღელტეხილი, ცისკარა), ხოლო მინიმალური რაოდენობა 2-4 მმ-დან (თბილისი, ბოლნისი) 424-616 მმ-მდე (ჯვრის უღელტეხილი, ცხრაწყარო, ცისკარა).

ნალექები ზღვის დონიდან 1600-1800 მ-ზე მყარი სახით მოდის ერთი თვის განმავლობაში (I), 1800-2000 მ-ზე - ორი (I-II), 2000-2200 მ-ზე სამი (XII-II), 2000-2004 მ-ზე ოთხი (XII-III), ხოლო 2400-2600 მ-ზე ხუთი თვის (XI-III) განმავლობაში.

დიდია მყარი ნალექების წლიური რაოდენობის ცვალებადობა დროშიც (ცხრ.1). ცხრილში წარმოდგენილია საქართველოს ტერიტორიაზე მდებარე 52 მეტეოსადგურისათვის მყარი ნალექების წლიური რაოდენობისა და თოვლის საფარის სიმაღლის მინიმალური, საშუალო და მაქსიმალური მნიშვნელობები, რომელიც გამოთვლილია 50 წლიანი მეტეომასალების საფუძველზე, სამწუხაროდ 1992 წლიდან საქართველოს უმეტეს რაიონებში დაკვირვებები შეწყდა და დღეისათვის არსებული 17 მეტეოროლოგიური სადგური სრულად ვერ ასახავს ნალექების განაწილების რეალურ სურათს.

**ცხრილი 1. მყარი ნალექების წლიური რაოდენობისა და თოვლის საფარის სიმაღლის საშუალო და ექსტრემალური მნიშვნელობები**

№	მეტეოსადგური ან საგუშაგო	სიმაღლე ზღვის დ. მ-ში	მყარი ნალექების რ-ბა			თოვლის სიმაღლე, სმ		
			მაქს.	საშ.	მინიმ.	მაქს.	საშ.	მინიმ.
1	მახინჯაური	15	-	16	-	113	32	1
2	მწვანე კონცხი	94	392	116	13	162	39	0
3	ქუთაისი	114	249	89	11	111	32	0
4	ხიდისთავი	142	-	102	-	195	56	0
5	დიმი	200	-	-	-	153	48	0
6	ქედა	256	423	185	62	268	86	0
7	ჯვარი	268	423	185	62	268	86	0
8	ხარაგაული	280	-	32	-	186	60	0
9	ლათა	299	387	180	73	102	39	2
10	ჩაქვისთავი	315	-	315	-	257	98	12
11	ლაგოდეხი	362	85	45	8	55	20	0
12	თბილისი	403	58	23	2	41	13	0
13	მარნეული	432	-	-	-	35	11	0
14	ბოლნისი	534	89	30	4	52	16	0
15	ამბროლაური	544	285	131	36	165	52	6
16	გორი	588	125	58	25	74	23	0

ცხრილი 1-ის გაგრძელება								
17	წიფა	673	386	203	94	229	88	18
18	ფსხუ	685	838	482	233	290	114	24
19	ხაიში	730	455	196	82	250	64	5
20	ონი	788	327	147	55	127	50	8
21	ბორჯომი	789	146	94	41	85	36	10
22	კობოული	793	390	224	81	225	85	24
23	საგარეჯო	802	138	64	16	49	23	3
24	ცხინვალი	862	180	94	43	100	39	7
25	ხულო	923	590	231	62	318	118	24
26	რიწა	928	-	622	-	490	168	72
27	რიკოთის უღ.	989	-	350	-	325	173	40
28	ფასანაური	1070	399	166	73	148	61	7
29	ჯავა	1109	423	198	100	158	64	11
30	ცისკარა	1210	1426	877	616	615	344	145
31	ღმანისი	1256	143	77	36	62	25	0
32	აბასთუმანი	1265	293	152	84	144	54	12
33	ბეწო	1270	-	452	-	420	104	34
34	ბარისახო	1325	469	205	88	182	73	13
35	ღები	1380	-	-	-	393	127	30
36	მესტია	1441	465	269	133	298	82	36
37	წალკა	1457	211	122	61	85	28	0
38	შოვი	1507	781	357	180	365	112	31
39	ღებარდე	1610	1173	691	355	480	240	107
40	გაგრის ქედი	1644	885	620	307	349	211	84
41	ახალქალაქი	1716	359	142	56	95	27	7
42	ყაზბეგი	1744	323	169	84	112	55	16
43	როკა	1795	-	458	-	204	147	82
44	აჩიშხო	1880	-	1300	-	702	481	235
45	ომალო	1880	385	187	103	140	71	10
46	ბახმარო	1920	1197	726	300	610	300	115
47	ყორულდაში	1943	743	495	316	330	155	82
48	გოდერძის უღ.	2025	1189	653	365	402	213	110
49	ნინოწმინდა	2100	453	263	165	147	40	10
50	გუდაური	2194	1209	609	379	386	177	112
51	ჯვრის უღ.	2395	1396	680	424	373	232	138
52	ცხრაწყარო	2466	864	648	510	455	131	61

მყარი ნალექების წლიური რაოდენობის ცვალებადობა დროში განსაკუთრებით დიდია უხვნალექიან და მაღალმთიან რეგიონებში, მაგ. ღებარდეში 355 მმ-დან 1173 მმ-მდე (სხვაობა 818 მმ), ბახმაროში - 300 მმ-დან 1197 მმ-მდე (სხვაობა 897 მმ), ჯვრის უღელტეხილზე - 424 მმ-დან 1396 მმ-მდე (სხვაობა 972 მმ). დაბალმთიან და მცირენალექიან რეგიონებში მყარი ნალექების ცვალებადობა დროში შედარებით ნაკლებია. მაგალითად, მათი წლიური რაოდენობა ბორჯომში იცვლება 41 მმ-დან 146 მმ-მდე (სხვაობა 105 მმ), ამბროლაურში - 36 მმ-დან 285 მმ-მდე (სხვაობა 249 მმ).

დიდია ცალკეულ თვეებში მოსული მყარი ნალექების რაოდენობა, მაგ. ხაიშში 1987 წლის იანვარში მოვიდა 295 მმ (საშუალო მრავალწლიურის 145%), ღებარდეში 1987 წლის იანვარში - 558 მმ (81%), ხულოში 1989 წლის იანვარში 298 მმ (129%).

თოვლიანობის მიხედვით საქართველოს ტერიტორიაზე გამოიყო ოთხი რაიონი: განსაკუთრებით უხვთოვლიანი, უხვთოვლიანი, საშუალოთოვლიანი და მცირეთოვლიანი. თვითოეული ამ რაიონისათვის ადგილი აქვს მყარი ნალექების ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მიხედვით ცვლილების თითქმის ერთნაირ კანონზომიერებას [1].

ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლესთან მყარი ნალექების დამოკიდებულების განტოლებებს შემდეგი სახე აქვთ (5-8):

$$\text{განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონში} \quad X=0,69H + 8, \quad (5)$$

$$\text{უხვთოვლიან რაიონში} \quad X=0,45H - 113, \quad (6)$$

$$\text{საშუალოთოვლიან რაიონში} \quad X=0,38H - 230, \quad (7)$$

$$\text{მცირეთოვლიანი რაიონში} \quad X=0,21 - 193; \quad (8)$$

სადაც  $X$  არის მყარი ნალექების წლიური რაოდენობა მმ-ში, ხოლო  $H$  - ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე მ-ში;

განსაკუთრებით უხვთოვლიან რაიონში მყარი ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა იცვლება 10-60 მმ-დან (ზღვის დონიდან 5-50 მ) 1250-1300 მმ-მდე (1800-1900 მ); ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მ-ზე 65-70 მმ-ს შეადგენს. მყარი ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა იცვლება 350-400 მმ-დან 1900-2000 მმ-მდე (გრადიენტი 80-85 მმ), ხოლო მინიმალური რაოდენობა - 0-10 მმ-დან 600 მმ-მდე (გრადიენტი 30-35 მმ).

უხვთოვლიან რაიონში, დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ შავი ზღვის გავლენის შესუსტების გამო, მოსულიმყარი ნალექების რაოდენობა კლებულობს; მისი რაოდენობა შედარებით ნაკლებია ჩაკეტილ რეგიონებში (მდინარეების ენგურის, რიონის, აჭარისწყლისა და მათი მთავარი შენაკადების სათავეები მიმდებარე ტერიტორიით), რაც ოროგრაფიული პირობებითაა განპირობებული. ამ რაიონში მყარი ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა იცვლება 32 მმ-დან (280 მ) 726 მმ-მდე (1926 მ); ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მ-ზე შეადგენს 40-45 მმ-ს. მყარი ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა იცვლება 285 მმ-დან 1197 მმ-მდე (გრადიენტი 60-70 მმ), ხოლო მინიმალური რაოდენობა - 36 მმ-დან 300 მმ-მდე (გრადიენტი 15-20 მმ) [2]

საშუალოთოვლიანი რაიონის ტერიტორიის დასავლეთ ნაწილზე კვლავ დიდია ზღვის ნოტიო ჰაერის მასების გავლენა, ამიტომ მყარი ნალექებისა და თოვლის საფარის სიდიდე შენარჩუნებულია. მყარი ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა იცვლება 94 მმ-დან (789 მ) 680 მმ-მდე (2395 მ); მყარი ნალექების მატების ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მ-ზე 35-40 მმ-ია, მყარი ნალექებს მაქსიმალური წლიური რაოდენობა იცვლება 146 მმ-დან 1396 მმ-მდე (გრადიენტი 75-80), ხოლო მინიმალური წლიური რაოდენობა 41 მმ-დან 424 მმ-მდე (გრადიენტი 20-25 მმ).

მცირეთოვლიან რაიონში დასავლეთის ნოტიო ჰაერის მასების გავლენა შესუსტებულია და ამით არის განპირობებული მყარი ნალექებისა და თოვლის საფარის სიმცირე. მყარი ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა 77 მმ-დან (1256 მ) 263 მმ-მდე (2100 მ) იცვლება;; მყარი ნალექების მატების ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მ-ზე 20-25-მმ-ს შეადგენს. მყარი ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა იცვლება 143 მმ-დან 453 მმ-მდე (გრადიენტი 35-40 მმ), ხოლო მინიმალური რაოდენობა - 36 მმ-დან 165 მმ-დე (გრადიენტი 15-20 მმ).

### ლიტერატურა – REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. ლ.ქაღდანი,მ.სალუქვაძე. საქართველოს ტერიტორიის დარაიონება თოვლიანობის მიხედვით. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.106. 2001, გვ. 197-214.
2. ც.ბასილაშვილი, მ. სალუქვაძე, ვ.ცომაია, გ. ხერხეულიძე. კატასტროფული წყალდიდობები, დვარცოფები და თოვლის ზვავები საქართველოში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 2012 წ. გვ. 176-243.
3. ЦомаяВ.Ш. Характеристика твердых осадков и распределение их на территории Кавказа. Тр.ЗакНИГМИ, 1979, вып. 68(74), с.48-56.

უაკ. 551.578.46

**მყარი ნალექები და თოვლის საფარი საქართველოს ტერიტორიაზე** /მ.სალუქვაძე, ნ.ლომიძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული.2017, ტ.124, გვ.7-11. ქართ. რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

მეტეოროლოგიური სადგურების მრავალწლიური მონაცემების ანალიზის საფუძველზე გამოთვლილია მყარი ნალექების მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური მნიშვნელობები საქართველოს ტერიტორიაზე.

გამოვლენილია თოვლის საფარისა და მყარი ნალექების თავისებურებანი განსაკუთრებით უხვთოვლიან, უხვთოვლიან, საშუალოთოვლიან და მცირეთოვლიან რაიონებში. წარმოდგენილია მყარი ნალექების ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლესთან დამოკიდებულების განტოლებები.

UDK. 551.578.46

**SOLID PRECIPITATION AND SNOW COVER ON THE TERRITORY OF GEORGIA**  
/M.Salukvadze, N.Lomidze/ Transactions of the of Hydrometeorology of Georgian Technical University, 2017, vol.124, pp.7-11, Geo.,SUMMARY, Geo., Eng., Rus.

According to the analysis of long-term observations of meteorological s maximum, average and minimum of solid precipitation for the terri Georgia is calculated.

The peculiarities of snow cover and solid precipitation in extremely snow snowy, mid snowy and less snowy and less snowy areas are determined. Equations of relat between solid precipitation and absolute height are presented.

УДК. 551.578.46

**ТВЕРДЫЕ ОСАДКИ И СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ** / М.Салуквадзе, Н.Ломидзе /Сб. Трудов Института гидрометеорологии Грузинского Технического университета. 2017. Т.124, с.7-11. Груз. Рез. Груз, Англ., Рус.

На основе анализа многолетних наблюдения метеорологических станций вычислено количество максимальных, средних и минимальных значений твердых осадков на территории Грузии.

Выявлены особенности снежного покрова и твердых осадков в особенно многоснежной, многоснежной, среднеснежной и малоснежной районах. Представлены уравнения зависимости твёрдых осадков от абсолютной высоты местности.

**მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის ჩამონადენის  
პარამეტრები წყალსამეურნეო ბაზანგარიშგებვისათვის  
ბასილაშვილი ცისანა**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო jarjini@mail.ru

დედამიწაზე არსებული მტკნარი წყლის ბუნებრივი რესურსების მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენს მდინარეები, რომლებიც, როგორც ყველაზე ხელმისაწვდომი და განახლების უნარის მქონე წყლის რესურსი, ფართოდ გამოიყენება მეურნეობის თითქმის ყველა დარგში. ამიტომ ისინი ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების მნიშვნელოვანი ბერკეტია. სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მოცულობით, მთელი საქართველოს მასშტაბით, წამყვანი რეგიონია კახეთი, სადაც ყველაზე ნაყოფიერი ნიადაგების ფართო ველებია. აქ სოფლის მეურნეობა მრავალდარგოვანია, მაგრამ ვინაიდან ამ ტერიტორიაზე მშრალი კლიმატია, განსაკუთრებით სავებეტაციო პერიოდში, ამიტომ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის მისაღებად აუცილებელია მათი ხელოვნური რწყვა. ამ მიზნით უძველესი დროიდან ჩვენი წინაპრები იყენებდნენ მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის რესურსებს, რისთვისაც მათზე აშენებულია და მოწყობილია მრავალი როგორც საინჟინრო, ასევე ნახევრადსაინჟინრო და არასაინჟინრო ტიპის სარწყავი არხები. მთლიანობაში ყველა არხის საშუალებით შეიძლება მოირწყას 220 ათასი ჰექტარი სავარგული მიწა.

მორწყვის გარდა მდ. ალაზანი და მისი შენაკადები, ხასიათდებიან რა დიდი ვარდნითა და წყალუხვობით, შეიცავენ დიდ პოტენციურ ჰიდროენერჯის მარაგს და ამიტომ ისინი გამოიყენებიან აგრეთვე ელექტროენერჯის გამომუშავებისათვის, აგრეთვე მოსახლეობისა და საწარმოების წყალმომარაგებისათვის და თევზის სარეწად. ამრიგად, მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის რესურსებს დიდი მნიშვნელობა აქვს სამეურნეო საქმიანობაში მოსახლეობის კეთილდღეობისა და ქვეყნის ეკონომიკის ამაღლებისათვის. ამის გამო აუცილებელია აქ არსებული წყლის რესურსების ყოველმხრივი შესწავლა და დაზუსტება. ცნობილია, რომ სამეურნეო ნაგებობების ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთებისათვის საჭიროა ყველა არსებული დაკვირვების მასალების სათანადო მათემატიკური სტატისტიკის ანალიზის საფუძველზე წყალსამეურნეო საანგარიშო პარამეტრების დადგენა.

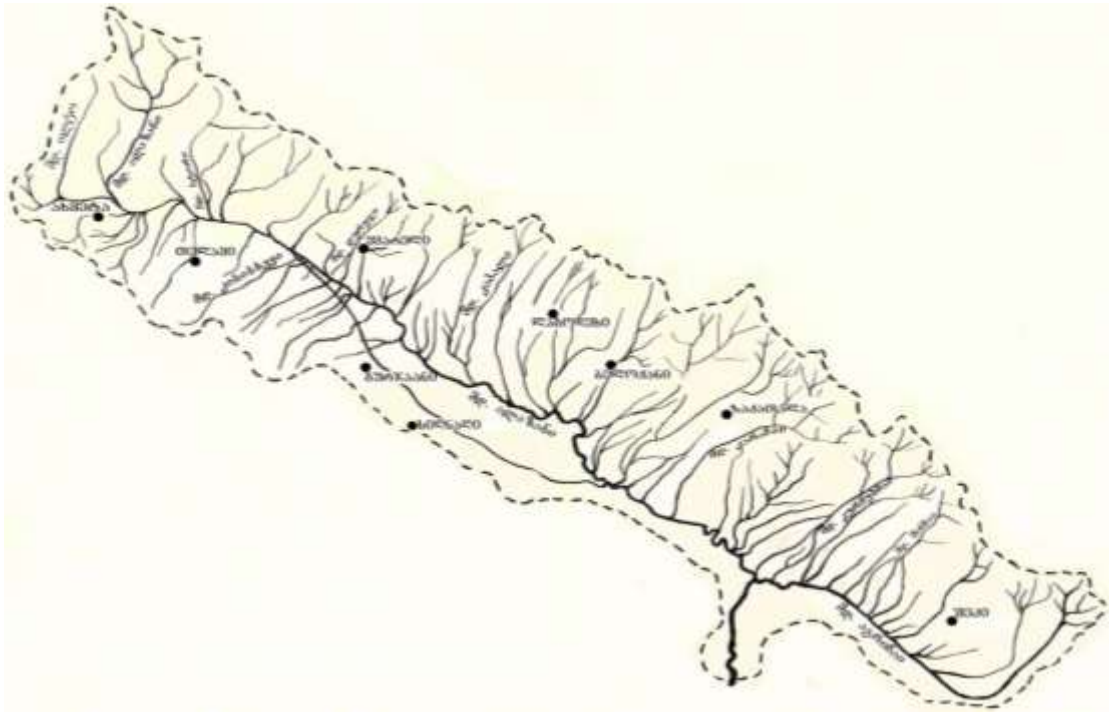
მდ. ალაზანი ყველაზე გრძელი მდინარეა საქართველოში. ის სათავეს იღებს კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მთა ბორბალოს მახლობლად 3000 მ სიმაღლეზე, მიემართება სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ და 90 მ სიმაღლეზე ერთვის მინგეჩაურის წყალსაცავს. მდ. ალაზნის მთლიანი სიგრძე 407კმ, წყალშემკრები აუზის ფართობი 11800 კმ, სადაც სულ 1803 მდინარეა, რომელთა საერთო სიგრძე 6851 კმ. მათგან 1701 მდინარის სიგრძე 10კმ-ზე ნაკლებია (4063 კმ საერთო სიგრძით), დანარჩენიდან: 64 მდინარის სიგრძე 10 – 25 კმ-მდე იცვლება, 33 მდინარის სიგრძე 25-დან 50 კმ-მდე, 3 მდინარისა კი 50-დან 100 კმ-მდე, მხოლოდ 2 მდინარის სიგრძეა 100 კმ-ზე მეტი. უშუალოდ მდ. ალაზანს უერთდება 10 კმ-ზე მეტი სიგრძის 53 შენაკადი.

ნახ.1-დან ჩანს, რომ მდ. ალაზნის აუზს აქვს ასიმეტრიული ფორმა, სადაც ფართობის 65 % მოდის მარცხენა მხარეზე და 35 % მარჯვენა მხარეს. მარცხენა მხარის შენაკადებიდან საქართველოს ფარგლებში აღსანიშნავია სტორი, დიდხევი, ლოპოტა, ინწობა, ჩელთი, დურუჯი და სხვა, რომლებიც კავკასიონის სამხრეთ ციცაბო ფერდობებზე ჩამოედინებიან, ხასიათდებიან უხეველიანობით. მარჯვენა მხარის შენაკადებია: ილტო, თურდო, კისისხევი, ჩერემისხევი და სხვა შედარებით ნაკლები წყლიანობით ხასიათდებიან და აქვთ მცირე ვარდნა. სხვა მარჯვენა შენაკადები, რომლებიც მას ალაზნის ვაკეზე გავლით უერთდებიან, მშრალი კლიმატის პირობებში კარგავენ წყალს ინტენსიურ აორთქლებაზე და ალუვიურ დანალექებში ჩაქონვაზე, და დაშრობის გამო ვეღარ აღწვენ მდ. ალაზანს შესართავამდე. მარჯვენა მხარეზე სამხრეთ-აღმოსავლეთი მონაკვეთი მდინარეთა ქსელს საერთოდ მოკლებულია და აქ ალაზანს მხოლოდ მშრალი ხეები ერთვის.

მდ. ალაზნის ორივე მხარის შენაკადებისათვის დამახასიათებელია ღვარცოფები, რომელთაც დიდი რაოდენობით ჩამოაქვთ ნატანი მასალა და შიდა კახეთის მოსახლეობას და სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს დიდ ზიანს აყენებს [1].

მდ. ალაზნის წყლის რესურსების შესწავლა დაიწყო გასული XX საუკუნის 20-იანი წლებიდან, როდესაც დაიწყო მდინარეებზე სარწყავი სისტემების მაგისტრალური არხის მშენ-

ნებლობა. აქ XX საუკუნის 90-იან წლებამდე მდ. ალაზანზე და მის მარცხენა მხარის შენაკადების 12 ჰიდროლოგიურ საგუშაგოზე მიმდინარეობდა წყლის ხარჯების გაზომვა. სადღეისოდ მდ. ალაზანზე მოქმედებს მხოლოდ ერთი საგუშაგო სოფ. შაქრიანთან.



ნახ. 1. მდ. ალაზნის აუზის ჰიდროგრაფიული ქსელი

საყურადღებოა, რომ მდ. ალაზნის ბუნებრივი ჩამონადენი წყალაღების გარეშე იანგარიშება სოფ. ბირკიანის ჰიდროკვეთის 41 წლიანი დაკვირვების მონაცემებით, რომლითაც განისაზღვრება ზემო ალაზნის სარწყავ მაგისტრალურ არხში წყლის ოდენობა. რაც შეეხება ალაზნის ქვემო სარწყავი მაგისტრალური არხის წყლიანობა განისაზღვრება სოფ. შაქრიანთან არსებული ჰიდროკვეთის 79 წლიანი მონაცემებით.

წყლის რეჟიმის მიხედვით მდ. ალაზანი ხასიათდება გაზაფხულის წყალდიდობით, ზაფხულ-შემოდგომის წყალმოვარდნებით და მდგრადი ზამთრის წყალმცირობით. გაზაფხულზე მდინარის დონეთა მომატება, გამოწვეული სეზონური თოვლის დნობით და წვიმებით, იწყება მარტში, მდინარის ქვემო წელში კი თებერვალში. მაქსიმალური დონეები (1,5 – 3,5 მ) მაის-ივნისში აღირიცხება. წყალდიდობა გრძელდება ივლისის ბოლომდე. წყალდიდობის დროს მდინარეს მოაქვს დიდი ოდენობის მყარი ნატანი, რომლის წლიური ოდენობა სოფ. ბირკიანთან შეადგენს 120 ათას ტონას, სოფ. შაქრიანთან 100 ათას ტონას და სოფ. ჭიაურთან 1900 ათას ტონას.

პირველ რიგში აღსანიშნავია მდ. ალაზნის აუზში არსებული წყლის ბალანსის ელემენტების მნიშვნელობები, რომლებიც დაზუსტებულია [2] ნაშრომის საფუძველზე. მათი მოცულობის (კმ) განზომილებით: აუზის ზედაპირზე მოსული წლიური ნალექების მთლიანი რაოდენობა შეადგენს 5,96 კმ, რომლის 47,8 % ანუ 2,85 კმ იხარჯება აორთქლებაზე, დანარჩენი 52,2 % ანუ 3,11 კმ ჩაედინება მდინარეებში. მდინარეთა ამ მთლიანი ჩამონადენის 58,8 % ანუ 1,83 კმ წყალი აუზის ზედაპირზე მდინარეთა კალაპოტებში ზედაპირული ჩამონადენის სახით ჩაედინება. დანარჩენი 41,2 % ანუ 1,28 კმ წყალი კი მიწისქვეშა გზით ჩაედინება.

[2] ნაშრომში მოცემულია აგრეთვე მდ. ალაზნის წლიური ჩამონადენის საზრდოობის წყაროები, რომლის თანახმად სოფ. შაქრიანთან მდინარის მასაზრდოვებელი წყაროები ასეა გადანაწილებული: 43 % მიწისქვეშა გრუნტის წყლებია, 30 % - წვიმის წყლებია და 27 % კი თოვლის ნადნობი წყლებია. გრუნტის წყლებით მდინარე საზრდოობს ძირითადად ზამთრისა და ზაფხულის წყალმცირობის პერიოდში, როდესაც აუზის ტერიტორიაზე არ მოდის ატმოსფერული ნალექები.

მდინარეთა წყლის პოტენციალური რესურსების შესახებ ფუნდამენტალური გამოყენებითი ცნობარი [3], შედგენილი პროფ. გრიგოლ ხმალაძის ხელმძღვანელობით, გამოიცა 1969

წელს, სადაც განზოგადებულია ჰიდროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემები 1960-იანი წლების ჩათვლით. ამ ნაშრომში მდ. ალაზნის აუზის მდინარეები საზრდოობის წყაროებისა და წყლის ჩამონადენის ოდენობის მიხედვით შედის (II) რაიონში, სადაც მდინარეები თოვლის, წვიმისა და მიწისქვეშა წყლებით იკვებებიან და ჩამონადენის მოდული 10-დან 50 ლ/წმ, კმ-მდე იცვლება.

1988 წელს აკადემიკოს გივი სვანიძის ხელმძღვანელობით გამოიცა მეორე მსგავსი ფუნდამენტალური ნაშრომი [4], სადაც 1980 წლამდე არსებულ დაკვირვებათა მონაცემებით მიღებულია მდინარეთა ჰიდროლოგიური მახასიათებლები. მათი ცვალებადობა წლიდან წლამდე დაბალი ვარიაციის კოეფიციენტებით (0,20 – 0,26) ხასიათდება.

ცხრ. 1-ში მოცემულია [5] ცნობარის მიხედვით მდინარეთა ჩამონადენის მნიშვნელობები სიმაღლითი ზონების მიხედვით.

**ცხრილი 1. მდინარეთა წყლის ჩამონადენის ფენა (მმ) სიმაღლითი ზონების მიხედვით**

მდინარეთა აუზი	სიმაღლე, მ.					
	1000	1500	2000	2500	3000	3500
მდ. ალაზანი და მარცხენა შენაკადები მდ. ჩელთის აუზამდე	330	510	920	1460	1780	1930
მდ. ალაზნის მარცხენა შენაკადები	580	940	1280	1600	1840	2000
მდ. ალაზნის მარჯვენა შენაკადები	260	350	560			

ვინაიდან მრავალწლიური მონაცემები ბოლო წლებში აღარ გამოიცემა ცნობარების სახით, ამიტომ საგულისხმოა 2 ცხრილში წარმოდგენილი მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების ჰიდროკვეთებზე ჩამონადენის მრავალწლიური მახასიათებლები, რომლებიც გაანგარიშებულია ჩვენ მიერ 1990-იან წლებამდე არსებული მონაცემებით. 40-60 წლიანი დაკვირვებათა რიგებით მიღებული ეს მახასიათებლები დამაჯერებელი სიზუსტით განსაზღვრავენ წყალსამეურნეო გაანგარიშებებისათვის საჭირო მდინარეთა წყლის პოტენციალურ რესურსებს.

**ცხრილი 2. მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების ჩამონადენის პარამეტრები**

მდინარე – პუნქტი	აუზის		საშუალო წლიური ჩამონადენი				ექსტრემუმი	
	ფართობი (კმ <sup>2</sup> )	სიმაღლე (მ)	ხარჯი (მ <sup>3</sup> /წმ)	მოდული (ლ/წმ, კმ)	ფენა (მმ)	მოცულობა (კმ)	უდიდესი (მ <sup>3</sup> /წმ)	უმცირესი (მ <sup>3</sup> /წმ)
ალაზანი – ბირკიანი	282	2200	13,9	49,3	1555	0,44	365	1,0
ალაზანი – შაქრიანი	2190	1260	43,4	19,8	624	1,35	1160	3,8
ალაზანი – ჭიაური	4530	980	61,8	13,6	429	1,95	685	4,0
ალაზანი – ზემო ქედი	7490	900	98,8	13,3	419	3,12	753	17,0
სამეურისწყ. – ხაღორი	121	2590	5,04	46,8	1476	0,18	112	
სტორი – ლეჩური	203	1850	7,72	38,0	1190	0,24		
დიდხევი – არტანა	78	1650	3,97	41,9	1321	0,10	103	0,55
ინწობა – საბუე	41	1620	1,54	37,2	1176	0,05	37,2	0,04
ჩელთი – შილდა	72	1784	2,14	29,6	933	0,07	41,5	
დურუჯი – ყვარელი	68	1630	0,77	11,4	359	0,02	1,24	0,44
ავანისხევი – ახალსოფელი	86		2,64	30,7	968	0,08	54,8	0,50
ლაგოდებისწყალი – ნაკრძალი	46		2,57	55,9	1763	0,08	9,12	1,16

მდინარეთა ჩამონადენის მთავარ პარამეტრად მიღებულია ჩამონადენის ფენა, როგორც ამას მოითხოვს მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) მიერ გამოცემული სახელმძღვანელო [6]. ამ პარამეტრის მიხედვით მდ. ალაზნის აუზში დიდი ჩამონადენით (1560 – 1180 მმ) გამოირჩევიან შემდეგ მდინარეთა წყალშემკრები აუზები: ალაზანი-ბირკიანთან, სამყურისწყალი-ხადორთან, დიდხევი-არტანასთან, სტორი-ლექურთან და სხვა. როგორც ცნობილია, მდინარეთა ჩამონადენის მდგრადობა მოცემული ლანდშაფტისათვის არ არის უცვლელი. მე-2 ცხრილში მოცემულია მდინარეთა წყლის ხარჯების ექსტრემალური მნიშვნელობები, მაგრამ პრაქტიკული დანიშნულების თვალსაზრისით წყალსამეურნეო გაანგარიშებებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების მოსალოდნელი განვითარების მასშტაბის პროგნოზირება. ამ მიზნით ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა ალბათობის თეორიაში ცნობილი ე.წ. უზრუნველყოფის მრუდები, გაანგარიშებული გ. ალექსეევის გრაფო-ანალიტიკური მეთოდით [7], რომლის შედეგები მოცემულია 3 ცხრილში, სადაც მიღებულია მდ. ალაზნისა და მდ. დურუჯის წყალდიდობა-წყალმოვარდნების უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების ალბათური მნიშვნელობები 0,01; 0,1; 1; 5 და 10 %-იანი უზრუნველყოფით და მათი შესაბამისი 10 000; 1000; 100; 20 და 10 წლიანი განმეორებადობით. ეს მონაცემები უშუალოდ პასუხობენ კითხვას: როგორია ნაგებობის ან რაიმე ღონისძიების უზრუნველყოფა მდინარის მაქსიმალური ხარჯის გარკვეული მნიშვნელობის დროს, მათი განმეორებადობა კი გვიჩვენებს იმ წელთა რიცხვს, რომელთა დროს გაივლის შესაბამისი მაქსიმალური წყლის ხარჯი საშუალოდ ერთხელ მაინც [8].

**ცხრილი 3. მდინარეთა წყალდიდობების უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების (Q მ/წმ) ალბათური მნიშვნელობები სხვადასხვა უზრუნველყოფით (%) და განმეორებადობით (წლები).**

უზრუნველყოფა %	0.01	0.1	1	2	10
განმეორებადობა (წლები)	10000	1000	100	20	10
წყალმოვარდნის დახასიათება	კატასტროფული		ძლიერი	მაღალი	საშუალო
ალაზანი-ბირკიანი	2300	1000	350	170	122
ალაზანი-შაქრიანი	2650	1730	1080	700	550
დურუჯი-ყვარელი	5.00	3.80	2.70	2.00	1.70

ამრიგად, მდ. ალაზნისა და მისი მთავარი შენაკადების წყლის ჩამონადენის განსაზღვრისათვის დაზუსტებულია მათი მრავალწლიური ნორმები (საშუალო წლიური, მინიმალური და მაქსიმალური წყლის ხარჯები) და მათი განვითარების მასშტაბები, რომლებიც აუცილებელია წყალსამეურნეო გაანგარიშებების საწარმოებლად როგორც სამეცნიერო, ასევე საპროექტო ორგანიზაციებში ნაგებობათა ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების დასაბუთებისათვის, რაც მეტად მნიშვნელოვანია სამეურნეო საქმიანობის სწორი წარმართვისა და უსაფრთხოებისათვის.

**ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. ნ. უკლება. საქართველოს სსრ წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება სახალხო მეურნეობაში. უნივერსიტეტის გამომცემლობა. თბ. 1977, 394 გვ.
2. Владимирова Л.А., Гигинеишвили Г.Н., и др. Водный баланс Кавказа и его географические закономерности. Мецниереба, Тбилиси, 1991, 141 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР, Том 9, вып. 1, Западное Закавказье, Гидрометеиздат, Л., 1969, 310 с.



4. Водные ресурсы Закавказья. Под ред. Г.Г. Сванидзе и В.Ш. Цома, Гидрометеиздат, Тб. 1988, 264 с.
5. Природные ресурсы Грузии и проблемы их рационального использования. Под редакцией редакционной коллегии АН Грузии, Мецниереба, Тб, 1991, 688 с.
6. Руководство по Гидрологической практике. Всемирная Метеорологическая Организация. №168, Гидрометеиздат, Ленинград, 1975, 514 с.
7. Алексеев Г.А. Объективные методы выравнивания и нормирование корреляционных связей. Гидрометеиздат, Ленинград, 1971, 362 с.
8. ბასილაშვილი ც., სალუქვაძე მ., ცომაია ვ., ხერხეულიძე გ. კატასტროფული წყალდიდობები, ღვარცოფები და თოვლის ზვავები საქართველოში და მათი უსაფრთხოება. ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2012, თბ. 244 გვ.

**შპპ 627.14.211.215.1.76**

**მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის ჩამონადენის პარამეტრები წყალსამეურნეო გაანგარიშებებისათვის** /ბასილაშვილი ც./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2017 ტ.124, გვ.12-16, ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

დაზუსტებულია მდ. ალაზნის აუზის მდინარეთა წყლის საშუალო და მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიური სტატისტიკური მახასიათებლები. გაანგარიშებულია მათი მოსალოდნელი განვითარების მასშტაბები და დადგენილია წყლის ხარჯების ალბათური მნიშვნელობები სხვადასხვა უზრუნველყოფით. ისინი საჭიროა წყლის რესურსების რაციონალური გადანაწილების მიზნით წყალმომარაგების, ირიგაციისა და ენერგეტიკის მომსახურებისა და უსაფრთხოებისათვის, რის შედეგადაც მიიღება მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ეფექტი.

**UDC 627.14.211.215.1.76**

**PARAMETERS OF RIVER WATER FLOWS FOR THE RIVER ALAZANI AND ITS AFFLUENTS** /Basilashvili Ts./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. 2017 - - V.124, - pp.12-16, -Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Multi-year statistical features of the average and annual flood water discharge of the rivers in the basin Alazani have been ascertained. Scope of expected developments have been estimated and probable significance of maximum water discharge with different certainties have been calculated. They are essential for rational utilization of the water resources as well as for water supply, irrigation and power service and also for safety, which will result into significant economic effect.

**УДК 627.14.211.215.1.76**

**ПАРАМЕТРЫ СТОКА ВОДЫ Р. АЛАЗАНИ И ЕЁ ПРИТОКОВ ДЛЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСЧЁТОВ** /Басилашвили Ц.З./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. 2017 - - т.124, - с.12-16, - Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус.

Уточнены многолетние статистические характеристики средних и максимальных расходов воды рек в бассейне р. Алазани. Рассчитаны масштабы ожидаемого их развития и установлены вероятностные величины расходов воды разной обеспеченности. Они необходимы для рационального перераспределения водных ресурсов в целях обслуживания водоснабжения, ирригации и выработки энергии, а также для безопасности. В результате этого получается значительный экономический эффект.

**მდინარეთა წყლის შიდაწლიური განაწილება და საზღვარგარეთი  
პერიოდის ჩამონადენი მდ. ალაზნის აუზში  
ბასილაშვილი ცისანა**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო jarjini@mail.ru

მდინარეთა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება და რეჟიმი ფორმირდება აუზის ტერიტორიაზე ფიზიკურ – გეოგრაფიული ფაქტორების მოქმედებით, რომელთა შორის განმსაზღვრელია კლიმატური ფაქტორები: ატმოსფერული ნალექები, ჰაერის ტემპერატურა და აორთქლება. მაგრამ მათ გარდა დიდ როლს თამაშობს მდინარეთა აუზების გეოლოგიური აგებულება, ნიადაგ – მცენარეული საფარი და ისეთი აზონალური ფაქტორები, როგორცაა კარსტი, ტბიანობა, მყინვარები და სხვა.

ვინაიდან მდ. ალაზნის აუზი ხასიათდება მეტად მრავალფეროვანი ფიზიკურ – გეოგრაფიული პირობებით, ამიტომ მდინარეთა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება ტერიტორიულად მეტად განსხვავებულია და სხვადასხვა ადგილას ის იცვლება იმის მიხედვით, თუ ეს თუ ის მდინარე, რომელ სეზონში რომელი საზრდოობის წყაროთი იკვებება.

აღსანიშნავია, რომ საზრდოობის წყაროების შეფარდებითი მნიშვნელობები საგრძნობლად იცვლება წლიდან წლამდე. მართალია მათი მნიშვნელობები იცვლება მდინარის სიგრძისა და აუზის სიმაღლის მიხედვით, მაგრამ წყაროთა სხვადასხვაობა აღინიშნება ერთიდაიგივე სიმაღლით ზონებშიც. ამასთან ერთად ყველა მდინარის აუზში კანონზომიერია ის, რომ თოვლისა და მიწისქვეშა წყლების როლი ჩამონადენში იზრდება მდინარის აუზის სიმაღლის მატებასთან ერთად.

საყურადღებოა, რომ [1] ცნობარის მიხედვით მდ. ალაზნის მთელი წყალშემკრები აუზის ტერიტორიაზე მოსული ნალექების 48 % აორთქლებაზე იხარჯება და მხოლოდ 52 % ჩადის მდინარეებში, რომლის 59 % ჩაედინება მდინარეთა კალაპოტებში ზედაპირული ჩამონადენის სახით, დანარჩენი 41 % კი მიწისქვეშა გზით ხვდება მდინარეებში.

რაც შეეხება მდინარეთა საზრდოობის წყაროებს, ცალკეულ აუზებში [2] ნაშრომის მიხედვით ყველა მდინარის ჩამონადენის ფორმირებაში აღინიშნება მიწისქვეშა გრუნტის წყლების დიდი (43 %-დან 53 %-მდე) უპირატესობა. ეს გამოწვეულია იმით, რომ მდ. ალაზნის აუზში არსებობს მიწისქვეშა წყალშემცველი ჰორიზონტი 3000 კმ ფართობისა, რაც განპირობებულია აუზის ჰიფსომეტრიული ზედაპირის დიდი დახრილობით და მისი მაღალი ფილტრაციული თვისებებით.

ამ მხრივ აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ მიწისქვეშა გრუნტის წყლების დიდი მარაგი მდ. ალაზნის აუზში მეტად მნიშვნელოვანია მდინარეთა ჩამონადენის რეგულირებისათვის, განსაკუთრებით აქ არსებული მშრალი კლიმატის პირობებში, სადაც სავეგეტაციო პერიოდში ატმოსფერული ნალექების დეფიციტის დროს მდინარეში წყდება წყლის ზედაპირული ჩამონადენი და ამ დროს მდინარე საზრდოობს მხოლოდ გრუნტის წყლებით, რომელიც გამოიყენება მცენარეთა აქტიური რწყვის პერიოდში [3].

მდ. ალაზნის აუზის ტერიტორიაზე ფიზიკურ – გეოგრაფიული პირობების შესაბამისად მდინარეთა წყლის რეჟიმი მრავალფეროვანია. მდინარეთა აუზების სიმაღლის მოქმედება ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებაზე, კლიმატური ელემენტების გავლენით, ატარებს ლოკალურ ხასიათს. კვების წყაროების (წვიმის, თოვლის, მიწისქვეშა წყლების) თანაფარდობა ცალკეული შენაკადების აუზებში დიდ ფარგლებში მერყეობს როგორც ტერიტორიულად, ისე დროის მიხედვით, შესაბამისად სხვადასხვაა მდინარეთა წყლის რეჟიმი და ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება.

1 ცხრილში მოცემულია 1990 წლამდე არსებული ჰიდროლოგიურ დაკვირვებათა მასალების საფუძველზე ჩვენ მიერ გაანგარიშებული მონაცემები მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის ჩამონადენის ყოველთვიური მნიშვნელობებისა და მათი პროცენტული წილებისა წლიურ ჩამონადენში. მათი განზოგადების საფუძველზე ამ ტერიტორიაზე მდინარეთა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების მიხედვით, ჩვენ მიერ გამოიყო ორი ტიპის მდინარეთა რაიონები, რომლებიც აღრიცხულ იქნა 28-ე და 29-ე ნომრით შესაბამის რუკაზე 2012 წელს გამოცემულ “საქართველოს ეროვნულ ატლასში” [4], სადაც მოცემულია საქართველოს მდინარეთა ჩამონადენის განაწილების ტიპური გრაფიკები ყოველი თვის პროცენტული წილის გათვალისწინებით. ამ გრაფიკებისა და რუკის გამოყენებით შესაძლებელია განისაზღვროს

ნებისმიერი მდინარის ჩამონადენის მნიშვნელობა წლის გარკვეული პერიოდისათვის სხვადასხვა განზომილებით (წელის ფენა (მმ); ხარჯი (მ<sup>3</sup>/წმ), მოდული (ლ/წმ, კმ) ან მოცულობა (კმ<sup>3</sup>)).

**ცხრილი 1. მდ. ალაზნის აუზის მდინარეთა წყლის ხარჯები (მ<sup>3</sup>/წმ) და მათი წილი (%) წლიურ ჩამონადენში**

მდინარეთა წყლის ხარჯები (მ <sup>3</sup> /წმ) / (%)											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ალაზანი – ბირკიანი											
5,53	5,38	7,03	16,7	27,2	27,3	22,3	15,1	12,3	11,4	8,76	6,90
3,33	3,24	4,24	10,1	16,4	16,5	13,4	9,10	7,41	6,87	5,28	4,16
ალაზანი – შაქრიანი											
19,0	20,8	33,4	68,5	91,2	78,0	51,3	36,3	37,2	37,0	31,7	29,5
3,56	3,89	6,25	12,8	17,1	14,6	9,60	6,82	6,96	6,95	6,94	5,52
ალაზანი – ჭიაური											
29,8	33,6	52,1	101	136	109	62,6	41,1	46,8	55,3	46,0	35,7
3,98	4,48	6,96	13,8	18,2	14,6	8,36	5,49	6,25	7,38	6,14	4,77
ალაზანი – ზემო ქედი											
49,0	51,3	71,0	145	178	16,7	115	86,0	90,8	92,1	73,6	60,6
4,13	4,32	6,65	12,3	15,0	14,1	9,69	7,24	7,65	7,76	6,20	5,10
სამყურისწყალი – ხალორი											
2,08	1,84	2,24	5,73	11,4	12,6	9,61	6,39	5,12	4,59	3,37	2,60
3,08	2,72	3,31	8,48	16,8	18,7	14,2	9,46	7,58	6,79	4,99	3,85
სტორი – ლეჩური											
3,04	3,24	4,99	10,6	15,0	14,9	11,3	7,50	7,06	6,37	4,35	3,76
3,28	3,49	5,38	11,4	16,2	16,1	12,2	8,09	7,62	6,87	5,34	4,06
დიდხევი – არტანა											
1,58	1,79	2,92	5,80	6,48	4,95	3,46	2,69	2,83	2,89	2,29	1,83
4,0	4,53	7,39	14,7	16,4	12,5	8,76	6,81	7,16	7,31	5,80	4,63
ინწობა – საბუე											
0,63	0,76	1,28	2,87	3,37	2,53	1,43	1,09	1,31	1,36	1,06	0,72
3,41	4,11	6,93	15,5	18,2	13,7	7,74	5,90	7,09	7,36	5,74	4,27
ჩელთი – შიღდა											
1,01	0,96	1,37	3,53	4,80	4,03	2,53	1,70	1,64	1,86	1,48	1,17
3,87	3,68	5,25	13,5	18,4	15,4	9,70	6,52	6,29	7,13	5,67	4,49
დურუჯი – ყვარელი											
0,64	0,63	0,77	0,84	0,92	0,88	0,79	0,73	0,75	0,75	0,74	0,67
7,03	6,98	8,45	9,22	10,1	9,66	8,67	8,01	8,23	9,23	8,12	7,35
ავანისხევი – ახალსოფელი											
1,17	1,57	2,63	5,25	4,88	4,38	2,61	1,97	1,75	1,85	1,83	1,35
3,75	5,03	8,43	16,7	15,6	14,0	8,36	6,31	5,61	5,93	5,86	4,33
ლაგოდესწყალი – ნაკრძალი											
1,76	1,95	2,29	3,18	3,58	3,75	2,43	2,06	2,39	2,75	2,58	2,15
5,70	6,32	7,42	10,3	11,6	12,2	7,87	6,67	7,74	8,91	8,36	6,96

აღსანიშნავია, რომ მდ. ალაზანზე, მის ზემო წელისა და მარცხენა მხარის შენაკადებზე (მდ. ჩელთის ჩათვლით) წყლის ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება თითქმის ერთნაირია (28-ე რაიონი). აქ წყალუხვი პერიოდი აღირიცხება აპრილიდან ივლისის თვის ჩათვლით, რომლის წილი წლიურ ჩამონადენში 55 %-ს შეადგენს. ამ რაიონში მდინარეთა მცირეწყლიანი პერიოდი არის დეკემბრიდან – თებერვლის თვის ჩათვლით, რომლის ჩამონადენი მხოლოდ 12 %-ს შეადგენს წლიური ჩამონადენიდან.

წყლის ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების განსაკუთრებულობით გამოირჩევიან მდ. ალაზნის აუზის უკიდურეს სამხრეთ – აღმოსავლეთის შენაკადები, სადაც ჩამოედინებიან მდინარეები: დურუჯი, ბურსა, კაბალი, ჩართლისხევი, შრომის ხევი და ლაგოდესის წყალი. ისინი არ დაექვემდებარებიან მდ. ალაზნისა და მისი სხვა შენაკადების დაკომპლექტებას და ამიტომ ცალკე რაიონად იქნენ გამოყოფილნი 29-ე ნომრით. აქ წყალუხვობით გამოირჩევა აპრილ – მაისის თვეები, რომელთა ჯამური ჩამონადენის წილი მხოლოდ 25 %-ია წლიური ჩამონადენიდან, წყალმცირობა კი აღირიცხება იანვარ – თებერვალში, რომლის დროსაც წყლის ჩამონადენის წილი მხოლოდ 11 %-ია წლიური ჩამონადენიდან. დანარჩენი ცალკეული თვეების ჩამონადენის წილი მერყეობს 7 – 9 %-მდე.

მდ. ალაზნის წყლის ბუნებრივი ჩამონადენი იზომებოდა მის ზემო წელში სოფ. ბირკიანთან, რომელიც იყო საანგარიშო ჰიდროკვეთი ზემო ალაზნის სარწყავი სისტემისათვის, რადგან მის ქვევით სოფ. დუისთან არის ამ სისტემის სათავე ნაგებობა. ქვემო ალაზნის სარწყავი სისტემის საანგარიშო ჰიდროკვეთს კი წარმოადგენს დაკვირვების პუნქტი სოფ. შაქრიანთან. ამიტომ მეტად მნიშვნელოვანია მდ. ალაზნის ჩამონადენის კვლევა ამ ჰიდროკვეთებისათვის.

2 ცხრილში მოცემულია მდ. ალაზნის წყლის ხარჯების მრავალწლიური მონაცემების დამუშავებით მიღებული სტატისტიკური მახასიათებლები, როგორც მთლიანი (IV-IX) სავეგეტაციო პერიოდის, ასევე მისი ცალკეული თვეებისა და კვარტლებისათვის. თითოეული პერიოდისათვის მიღებულია მდინარის წყლის ხარჯების მრავალწლიური ნორმა, მისი პროცენტული წილი წლიურ ჩამონადენში, აგრეთვე მათი ექსტრემალური მნიშვნელობები (უდიდესი და უმცირესი) მრავალწლიურ რიგში, რყევის ამპლიტუდა, საშუალო კვადრატული გადახრა და ცვალებადობის კოეფიციენტები: ვარიაციის, ასიმეტრიისა და არამდგრადობის (უდიდესის შეფარდება უმცირესთან).

**ცხრილი 2. მდ. ალაზნის სავეგეტაციო პერიოდის წყლის ხარჯების (Q მ/წმ) სტატისტიკური მახასიათებლები**

საანგარიშო პერიოდი	განზომილება	თ ვ ე ე ბ ი								
		IV- IX	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV- VI	VII- IX
მდ. ალაზანი – ს. ბირკიანი F = 282 კმ, H = 2200 მ										
საშუალო ხარჯი	მ/წმ	20.4	16.7	26.8	27.7	22.3	15.4	12.7	23.7	16.8
წილი წლიურიდან	%	73.0	10.1	16.4	16.4	13.6	9.0	7.58	43.1	30.2
უდიდესი	მ/წმ	32.0	27.6	42.7	57.2	51.1	31.0	26.2	39.4	27.1
უმცირესი	მ/წმ	13.4	8.16	17.8	13.5	12.4	7.98	5.98	15.7	9.48
ამპლიტუდა	მ/წმ	18.6	19.4	24.9	43.7	38.7	23.0	20.2	23.7	17.6
საშ.კვ გადახრა	მ/წმ	4.50	4.1	6.37	8.51	9.08	5.45	4.82	5.35	4.97
ვარიაცია	Cv	0.22	0.24	0.23	0.31	0.40	0.36	0.38	0.22	0.30
ასიმეტრია	Cs	0.94	0.42	0.50	1.24	1.34	1.05	0.71	0.86	0.57
არამდგრადობა	უდ/უმც	2.39	3.38	2.10	4.24	4.12	3.88	4.38	2.51	2.86
მდ. ალაზანი – ს. შაქრიანი F = 2190 კმ, H = 1260 მ										
საშუალო ხარჯი	მ/წმ	62.0	70.3	94.0	80.2	52.4	37.0	37.6	81.5	42.3
წილი წლიურიდან	%	69.4	12.9	17.3	15.1	9.9	6.9	7.0	45.4	24.0
უდიდესი	მ/წმ	128	120	246	223	112	109	117	176	91.3
უმცირესი	მ/წმ	36.5	25.0	32.4	31.3	15.8	5.72	9.25	40.4	14.4
ამპლიტუდა	მ/წმ	91.5	95.0	214	192	96.2	103	108	136	76.9
საშ.კვ გადახრა	მ/წმ	18.5	23.1	37.9	31.1	24.1	20.2	21.3	26.3	16.3
ვარიაცია	Cv	0.30	0.33	0.41	0.38	0.46	0.54	0.57	0.32	0.38
ასიმეტრია	Cs	1.54	0.29	1.74	1.86	0.77	1.25	1.44	1.46	0.60
არამდგრადობა	უდ/უმც	3.51	4.80	7.59	7.12	7.09	19.1	12.7	4.36	6.34

სოფ. ბირკიანთან მდ. ალაზნის საშუალო წლიური ხარჯის ნორმა შეადგენს 13,9 მ/წმ-ს, ხოლო სავეგეტაციო პერიოდის ხარჯი 20,4 მ/წმ-ია, რომელიც წლიური ჩამონადენის ჯამის 73 %-ს შეადგენს. სავეგეტაციო პერიოდის წყლის ხარჯების მნიშვნელობები წლიდან წლამდე მერყეობს 32 მ/წმ-დან 13,4 მ/წმ-მდე, რომლის ცვალებადობის კოეფიციენტი წლიდან

წლამდე (ვარიაცია) დაბალია და შეადგენს 0,22-ს. სავეგეტაციო პერიოდის ჩამონადენიდან 59% მოდის გაზაფხულზე II კვარტალში (IV-VI), ხოლო ზაფხულში მდინარეზე გაედინება მისი 41%. მაღალი წყლის ხარჯები (27-28 მ/წმ) გაედინება მაის-ივნისში, ხოლო მინიმალური ხარჯებით (2,7 მ/წმ) ხასიათდება სექტემბერი.

სოფ. შაქრიანთან მდ. ალაზნის წყლის საშუალო წლიური ხარჯი შეადგენს 45,7 მ/წმ, რომლის 69% გაედინება სავეგეტაციო პერიოდში. მისი საშუალო ხარჯი 62 მ/წმ, რომლის უდიდესი მნიშვნელობა 128 მ/წმ, უმცირესი კი 36,5 მ/წმ-ს შეადგენს. მათი ვარიაციის კოეფიციენტი  $CV = 0,30$ . სავეგეტაციო პერიოდის ჩამონადენის 66% გაედინება მის პირველ ნახევარში (IV-VI), ხოლო დანარჩენი 34% ივლისიდან სექტემბრამდეა. მაქსიმალური ხარჯებით გამოირჩევა მაისის თვე, როცა უდიდესი ხარჯი 246 მ/წმ-ს აღწევს, ხოლო მინიმალური წყლის ხარჯებით ხასიათდება აგვისტო და სექტემბერი, როცა წყლის ხარჯები მცირდება 5-9 მ/წმ-მდე და ხდება წყლის მწვავე დეფიციტი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსარწყავად.

საყურადღებოა აგრეთვე მდ. ალაზნის აუზის ტერიტორიაზე [1] ცნობარში მიღებული მდინარეთა სეზონური ჩამონადენის წილი მათი აუზის საშუალო სიმაღლის მიხედვით (ცხრილი 3). როგორც ირკვევა, ზამთრის პერიოდის ჩამონადენის წილი ყველა სიმაღლით ზონაში 11 – 12 %-ს შეადგენს ყველაზე მაღალი ჩამონადენის წილით (32 – 46 %) ხასიათდება გაზაფხულის პერიოდი, განსაკუთრებით 1600 – 1000 მ სიმაღლით ზონებში, სადაც ეს წილი 36 - 47%-ს შეადგენს. ზაფხულის პერიოდის ჩამონადენის წილი უფრო მაღალია (34 – 36 %) 2200 – 1800 მ სიმაღლეებზე, ხოლო უფრო დაბალ სიმაღლეებზე წყლის ჩამონადენის წილი 25 – 33 %-მდე მცირდება. შემოდგომის ჩამონადენის წილი ყველა სიმაღლით ზონაში საშუალოდ 16 – 21 %-ს არ აღემატება.

**ცხრილი 3. მდ. ალაზნის აუზის მდინარეთა სეზონური ჩამონადენის წილი (%) სიმაღლის მიხედვით**

სიმაღლე მ	მდინარე	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა
2200		11,8	31,8	35,8	20,6
2000		11,9	32,7	34,6	20,8
1800	ალაზანი	11,7	33,5	34,0	20,8
	მარცხენა შენაკადები	11,7	35,3	33,1	19,9
1600	ალაზანი	11,6	34,2	33,3	20,9
	მარცხენა შენაკადები	11,8	39,1	31,0	18,1
1400	ალაზანი	11,6	35,2	32,3	20,9
	მარცხენა შენაკადები	12,0	43,0	28,5	16,5
1200	ალაზანი	11,7	36,3	31,1	20,9
	მარცხენა შენაკადები	12,2	46,8	25,9	15,1
1000	ალაზანი	11,8	37,6	29,7	20,9

დასკვნის სახით შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის ხარჯების მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემების სათანადო ანალიზით დაზუსტებულ სტატისტიკური მახასიათებლების მნიშვნელობებს დიდი პრაქტიკული დანიშნულება აქვს სოფლის მეურნეობის, ენერგეტიკისა და წყალმომარაგების მომსახურებისათვის. მათი გათვალისწინებით შესაძლებელია მდინარეთა არსებული წყლის რესურსების რაციონალურად გამოყენების სწორი დაგეგმარება, განსაკუთრებით სავეგეტაციო პერიოდში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ყაირათიანად რწყვის საწარმოებლად და შედეგად მოსავლიანობის ასამაღლებლად, რაც მეტად მნიშვნელოვანია ქვეყნის ეკონომიკისა და მოსახლეობის კეთილდღეობისათვის.

## ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Природные ресурсы Грузии и проблемы их рационального использования. Под редакцией редакционной коллегии (И. Редактор академик АН Грузии Дзидзигური А.).
2. Владимирова Л.А., Гигинеишвили Г.Н., и др. Водный баланс Кавказа и его географические закономерности. Мецниереба, Тбилиси, 1991., 141 с.
3. ც. ბასილაშვილი. მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყალმცირობის ჩამონადენის შეფასება. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის შრომათა კრებული. ტ. № 123, თბ., 2016, გვ. 72-76.
4. ც. ბასილაშვილი. საქართველოს ტერიტორიის დარაიონება მდინარეთა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების მიხედვით. "საქართველოს ეროვნული ატლასი", თბ., 2012, გვ. 84-85.

### შაბ 627.14.215.1.76

**მდინარეთა წყლის შიდაწლიური განაწილება და სავებეტაციო პერიოდის ჩამონადენი მდ. ალაზნის აუზში** /ბასილაშვილი ც./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. 2017-. ტ.124., გვ.17-21, ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის რესურსები აქტიურად გამოიყენება სამეურნეო საქმიანობის წარმოებისათვის, განსაკუთრებით კი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სარწყავად. არსებული წყლის მარაგის რაციონალურად გამოყენებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია ნაშრომში მიღებული დაზუსტებული მნიშვნელობები მდინარეთა ჩამონადენისა წლის სხვადასხვა პერიოდში, განსაკუთრებით კი სავებეტაციო პერიოდში მოსავლიანობის გაზრდის მიზნით.

### UDC 627.14.215.1.76

**ANNUAL WATER FLOW AND WATER DISTRIBUTION IN THE VEGETATION PERIOD IN THE BASIN OF THE RIVER ALAZANI** /Basilashvili Ts./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. 2017 -. - V.124, – pp.17-21, -Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Water resources of the river Alazani and its tributaries are actively utilized for industrial and agricultural purposes, especially for crop irrigation. The ascertained values of the water river flow for different periods of a year, especially for the vegetation period, given in the paper are vital for rational utilization of the existing water resources, which in its turn, is essential for increasing agricultural productivity.

### УДК 627.14.215.1.76

**ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СТОК ВОДЫ ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД В БАССЕЙНЕ Р. АЛАЗАНИ** /Басилашвили Ц.З./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. 2017 -. - т.124., – с.17-21, – Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус.

Водные ресурсы р. Алазани и её притоков активно используется в производстве хозяйственной деятельности, особенно для орошения сельскохозяйственных культур. Для рационального использования запасов воды рек очень важным является полученные в работе уточнённые значения стока воды рек за разные периоды года и особенно за период вегетации в целях повышения урожайности.

**კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე მდ. მტკვრის (თბილისი) სხვადასხვა ინტერვალის და პერიოდის ჩამონადენის და ნალექების ცვალებადობის შეფასება და ანალიზი**

გურამ გრიგოლია<sup>1</sup>, დავით კერესელიძე<sup>2</sup>, მერაბ ალავერდიაშვილი<sup>2</sup>, ვაჟა ტრაპაიძე<sup>2</sup>,  
გიორგი ბრეგვაძე<sup>2</sup>

1საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
2ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის შეფასების შესაბამისად ბოლო 50 წლის მანძილზე მოხდა საშუალო კლიმატური ტემპერატურის  $0,7^{\circ}C$  ზრდა, რამაც გამოიწვია ექსტრემალური ჰიდრომეტეოროლოგიური კატასტროფების გახშირება, კვლევები გვიჩვენებს რომ მომავალში კვლავ ნავარაუდევია ტემპერატურის ზრდა, რაც კიდევ უფრო გააზიარებს სტიქიურ მოვლენებს.

კლიმატის ცვლილების შესაბამისად მოსალოდნელია მდინარის ჩამონადენის განსხვავებული რეაქცია, ანუ გაიზრდება კრიტიკული დონეების საზღვრები, რაც გამოიხატება წყალდიდობებისა და წყალმობვარდნების სიხშირის გაზრდაში თავისი უარყოფითი შედეგებით.

მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის მონაცემებით გასული საუკუნის ბოლო ათწლეული (1990-2000 წწ.) იყო ყველაზე თბილი, რაც ნიშნავს, რომ კლიმატის ცვლილება გამოიხატება დადებით ტენდენციაში ანუ დათბობაში. ჰიდროლოგიურ პროცესებში შეიმჩნევა გარკვეული ტენდენციები (ტრენდი, ციკლურობა, პერიოდულობა). ასე რომ მეტად მნიშვნელოვანია სხვადასხვა პერიოდებისათვის ჩამონადენის რაოდენობრივი ცვლილების დინამიკის გამოვლენა.

ტრენდის გამოვლენის თვალსაჩინო ხერხს წრფივი რეგრესია წარმოადგენს  $y=ax+b$  სახით. ამ შემთხვევაში ტრენდის არსებობა სარწმუნოდ ითვლება, თუ სრულდება პირობა:

$$a \geq 1.96\sigma_{ab} \sqrt{n / \left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right]}; \quad \sigma_{ab} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b)^2 / (n-2)}$$

წინააღმდეგ შემთხვევაში არ გვაქვს საფუძველი ვისაუბროთ სიდიდის ერთმნიშვნელოვან ცვლილებაზე დროში (ტრენდის ნიშნადობაზე).

ტრენდის ნიშნადობა შეიძლება შეფასდეს შემთხვევით სიდიდესა და მის რიგით ნომერს შრის კორელაციის კოეფიციენტით  $r$ , თუ ტრენდის გათვლების შედეგად აღმოჩნდება, რომ კორელაციის კოეფიციენტი და რანგობრივი კრიტერიუმები მეტია  $2\sigma_r$ -ზე, სადაც  $\sigma_r = 1/\sqrt{n-1}$  ან  $\sigma_r = \sqrt{n}/n-1$ , მაშინ ტრენდი ნიშნადია და ჩაითვლება სარწმუნოდ.

ცხრილი 1, თსუ ლაბორატორიის თვისა და წლის საშუალო მრავალწლიური ნალექების რაოდენობა (1) 1963 - 2013, (2) 1963 - 1989 და (3) 1990 - 2013 წ.წ. პერიოდისათვის

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლის (კალ)
$X$													
1	16.8	22.1	28.9	58	77.5	79.2	41.4	46.1	34.4	39.1	28.4	17.4	40.8
2	16.8	23	29	51.5	79.9	80.5	43.2	52.1	38.4	34.5	28.5	17.3	41.2
3	16.8	21.1	28.9	65.2	74.8	77.7	39.5	39.3	29.9	44.2	28.4	17.6	40.3

ცხრილი 2, თსუ ლაბორატორიის თვის და წლის ნალექების ტრენდის კორელაციის კოეფიციენტები  $r_x$  (1) 1963 - 2013, (2) 1963 - 1989 და (3) 1990 - 2013 წ.წ. პერიოდისათვის

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლის (კალ)
$r_x$													
1	0.04	0.05	0.05	0.17	0.07	0.06	-0.01	-0.14	-0.20	0.26	-0.03	-0.06	0.08
2	0.00	0.29	0.24	-0.04	-0.10	0.13	-0.15	-0.01	-0.37	0.30	0.15	0.12	0.07
3	0.18	0.06	0.01	-0.04	0.50	0.22	0.39	0.11	0.20	0.16	-0.33	-0.45	0.46

ცხრილი №3, თსუ ლაბორატორიის სეზონური ნალექების ტრენდის კორელაციის კოეფიციენტები  $r_x$  (1) 1963 - 2013, (2) 1963 - 1989 და (3) 1990 - 2013 წ.წ. პერიოდისათვის

		წლის (სეზონური)	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	ზამთარი
$r_x$	1	0.10	0.19	-0.03	0.07	0.05
	2	0.10	0.12	-0.01	-0.06	0.24
	3	0.47	0.58	0.33	0.12	-0.05

ცხრილი 4, მდინარე მტკვარის (თბილისი) თვისა და წლის საშუალო მრავალწლიური ხარჯები (1) 1960 - 2012, (2) 1960 - 1984 და (3) 1985 - 2012 წ.წ. პერიოდისათვის

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლის (კალ)
$Q$													
1	103	110	186	453	513	332	166	102	97.7	116	128	114	202
2	85.0	96.0	166	473	544	322	168	98.0	93.0	102	104	95.0	195
3	120	125	206	433	483	342	165	106	102	129	152	132	208

ცხრილი 5. მდინარე მტკვარის (თბილისი) თვის საშუალო, წლის საშუალო და სეზონური ხარჯების ტრენდის კორელაციის კოეფიციენტები (1) 1960 - 2012, (2) 1960 - 1984 და (3) 1985 - 2012 წ.წ. პერიოდისათვის

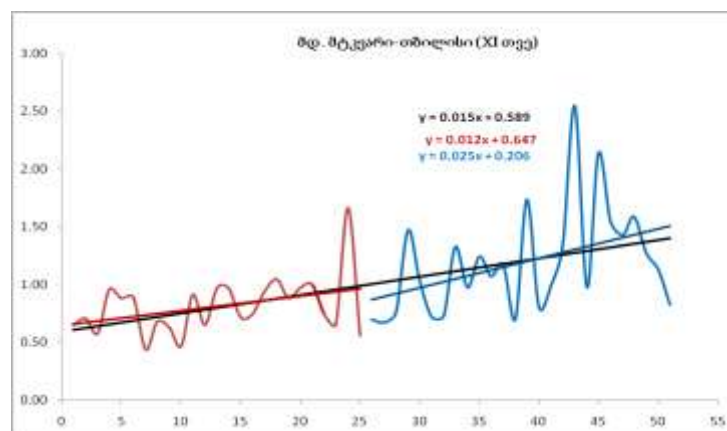
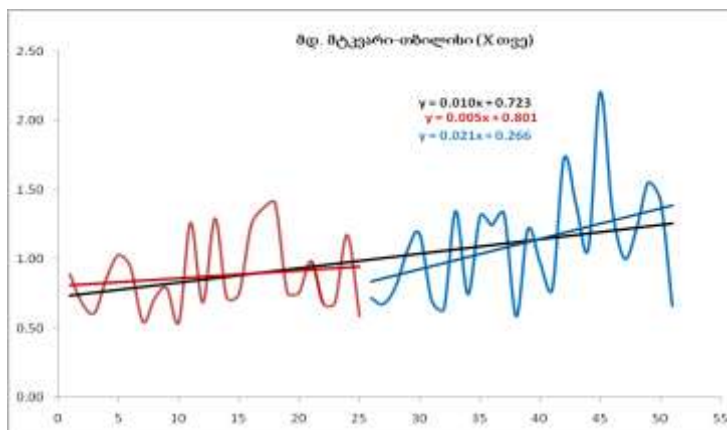
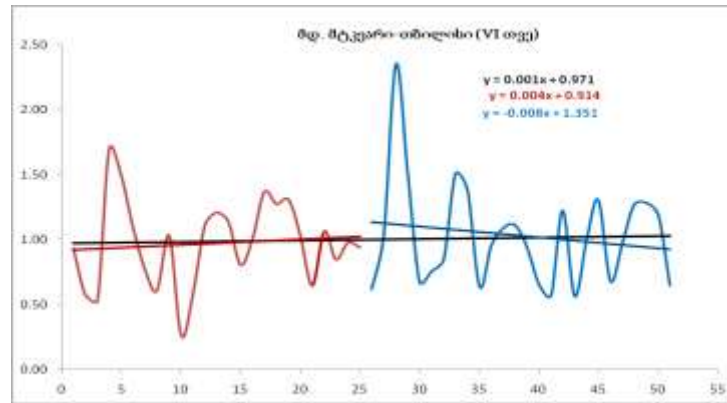
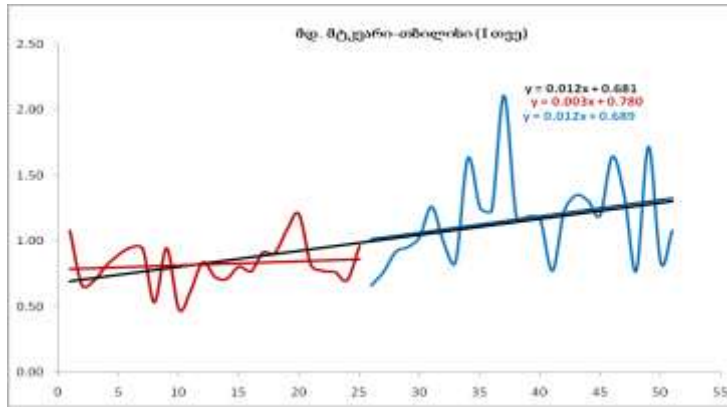
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლის (კალ)
$r_Q$													
1	0.57	0.40	0.30	-0.14	-0.18	0.05	0.02	0.09	0.18	0.44	0.57	0.53	0.18
2	0.14	-0.03	0.08	-0.02	-0.16	0.10	0.03	-0.06	0.06	0.16	0.37	0.04	0.02
3	0.28	0.29	0.19	-0.08	0.08	-0.16	0.15	0.12	0.19	0.43	0.42	0.19	0.18

ცხრილი 6. მდინარე მტკვარის (თბილისი) სეზონური ხარჯების ტრენდის კორელაციის კოეფიციენტები (1) 1960 - 2012, (2) 1960 - 1984 და (3) 1985 - 2012 წ.წ. პერიოდისათვის

	წლის (წყალსამ)	წლის (ჰიდრ)	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	ზამთარი
$r_Q$						
1	0.19	0.24	-0.11	0.09	0.54	0.62
2	-0.01	0.10	-0.10	0.06	0.35	0.22
3	0.31	0.25	0.08	0.08	0.60	0.40

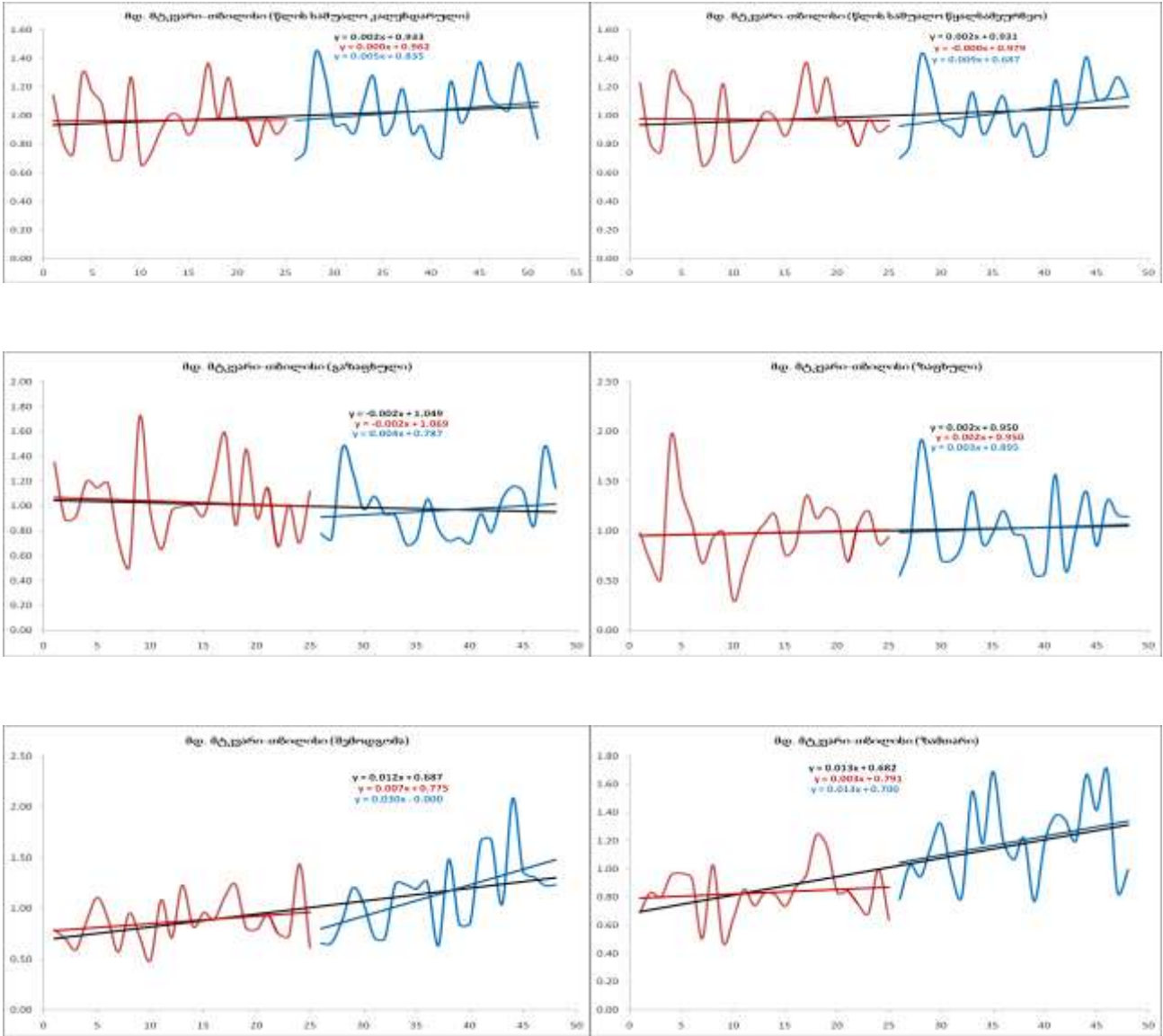
გაანგარიშებების დროს გამოყოფილი გვაქვს ორი პერიოდი, 1985 წლამდე და მის შემდეგ. 1985 წლიდან ექსპლუატაციაში შევიდა ჟინვალის წყალსაცავი, რომელმაც დაარეგულირა არაგვის ჩამონადენი, მდ. არაგვი მტკვრის ყველაზე დიდი შენაკადია, შესაბამისად მან გავლენა იქონია მდინარე მტკვრის რეჟიმულ ელემენტებზე და 1985-2012 წწ რიგის პარამეტრების გაანგარიშებას აზრი არა ქვს, რადგან არაერთგვაროვანი პროცესია და მისი სხვა პერიოდთან შედარება არ მოგვცემს სწორ შედეგს. შერჩეულ ნახაზებზე (იანვრის, ივნისის, ოქტომბრის და ნოემბრის) კარგად ჩანს სხვადასხვა პერიოდის ხარჯების ცვალებადობის ტენდენციები.



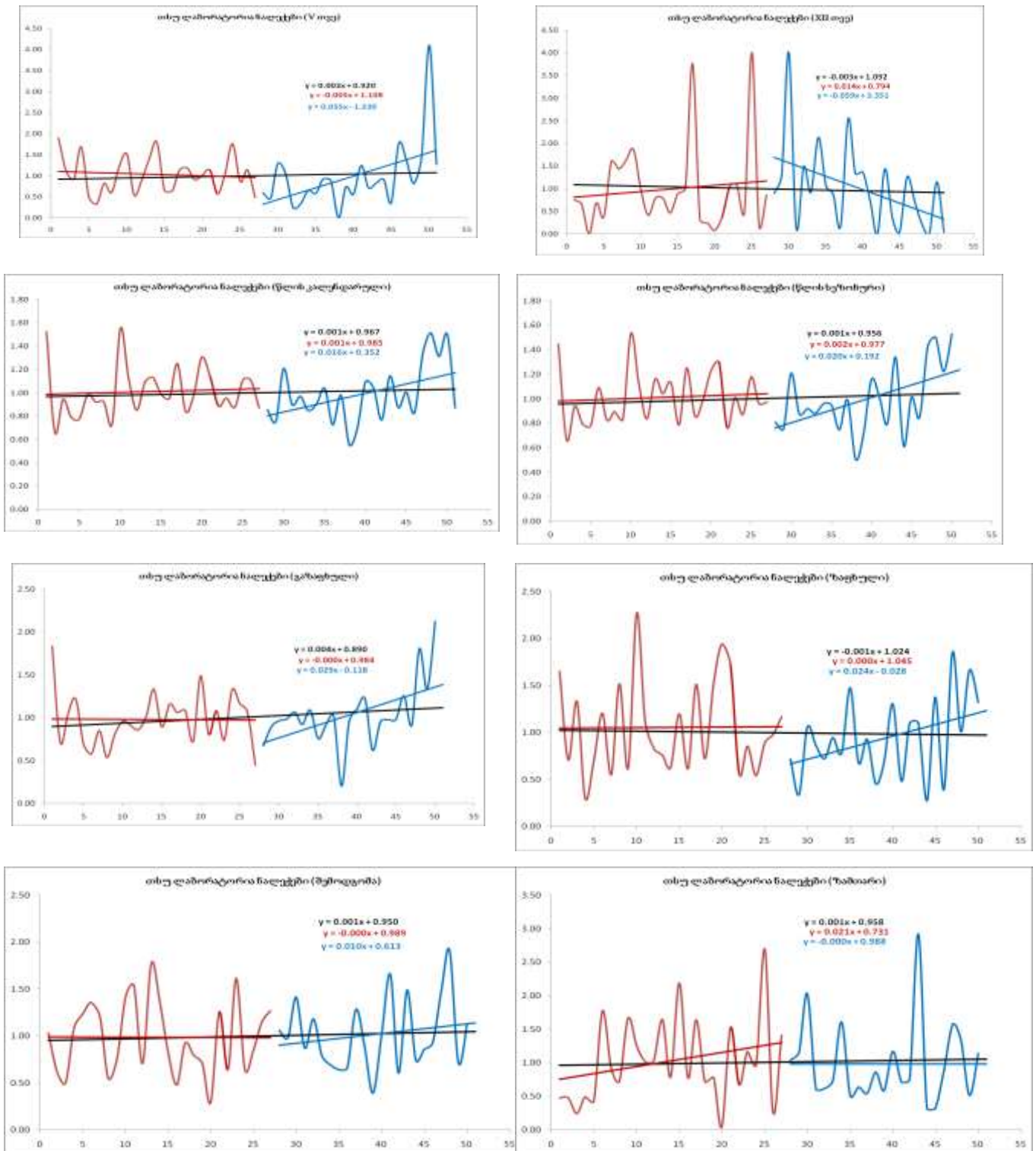


ნახ 1. მდინარე მტკვრის ჰიდროგრაფები

შედარებით რელევანტურია ნალექების რიგები, მაგრამ მისი ცვალებადობის ტენდენციებზე გავლენას ახდენს გამორჩეული მნიშვნელობები, მაგ (1990–2013 წწ) დეკემბრის თვეში  $r_x = -0.46$ , ხოლო გამორჩეული მნიშვნელობის ამოღების შემთხვევაში  $r_x = -0.36$ , ამ შემთხვევაში ცვლილება გამოწვეულია გამორჩეული მნიშვნელობებით, ამიტომ მსგავსი გათვლებს უნდა მოვეციდოთ მაქსიმალური სიფრთხილით.



ნახ 2 ხარჯების სეზონური ჰიდროგრაფი



ნახ. 3. ნაღებების რეკვალობის გრაფიკი

**ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. გ. გრიგოლია, დ.კერესელიძე, ვ.ტრაპაიძე, გ. ბრეგვაძე, ნ. ცინცაძე, ო.შველიძე „გლობალური დათბობის ფონზე მდ. ნატანების დატბორვის ზონების ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების სტატისტიკური შეფასება“ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტომი 116, გვ. 34-36.
2. გრიგოლია გ., კერესელიძე დ., ტრაპაიძე ვ. ბრეგვაძე გ. და სხვ “წლის დასაწყისის გავლენა მდინარის წლიური ჩამონადენის და ნაღებების ურთიერთკავშირზე და ტრენდზე” ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტომი 115, 2008

3. Григолия Г., Кереселидзе Д., Брегвадзе Г., “Влияние глобального потепления климата на режим стока некоторых рек Грузии”. Труды междунар. Конф. посвященному международному году пресной воды. Ереван. 2003
4. G. Grigolia, D. Kereselidze, K. Bilashvili, V. Trapaidze, G. Bregvadze “ASSESSMENT OF VARIABILITY OF FLOODS AND FRESHETS FREQUENCY IN SEPARATE MONTH OF SOME GEORGIA’S RIVERS” Proceedings ICAE-2015, pp 75-78, 2015

**კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე მდ. მტკვრის (თბილისი) სხვადასხვა ინტერვალის და პერიოდის ჩამონადენის და ნალექების ცვალებადობის შეფასება და ანალიზი** /გრიგოლია გ., კერესელიძე დ., ალავერდაშვილი მ., ტრაპაიძე ვ., ბრეგვაძე გ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, 2017, ტ.124,-გვ.22-27 ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.,

ჩამონადენის შიგაწლიური და მრავალწლიური განაწილების შესწავლისათვის გაანალიზებულია მდინარე მტკვრის სხვადასხვა ინტერვალის ჩამონადენის ტრენდი, ციკლურობა და პერიოდულობა, მდინარე მტკვარზე (თბილისთან) გარკვეული ზემოქმედება მოახდინა ჟინვალის წყალსაცავმა, ამიტომ რიგი არაერთგვაროვანია და მისი ცვალებადობის შესწავლა მიზანშეწონილია მხოლოდ წყალსაცავების ოპტიმალური მართვისა და პროგნოზირებისათვის. რაც შეეხება ნალექებს კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე ტრენდების გაანგარიშების დროს საჭიროა ფრთხილი მიდგომა რადგან გამოჩნეული მნიშვნელობები მოკლე რიგებისათვის (დასაწყისში ან ბოლოში) გავლენას ახდენს რიგის ცვალებადობის ტენდენციების (ტრენდების) შეფასებაზე. ამის მკაფიო მაგალითია დეკემბრის თვე, როცა გამოჩნეული მნიშვნელობების არ გათვალისწინებამ შეცვალა ტრენდის კოეფიციენტი.

**Assessment and analysis of variability of Mtkvari River runoffs and precipitations of different intervals and periods against the background of global climate changes/** Grigolia G., Kereselidze D., M. Alaverdashvili, Trapaidze V., Bregvadze G./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. 2017, v.124.-pp.22-27 Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

Trend, cyclicity and periodicity of Mtkvari River runoffs of different intervals are analyzed with the aim of study of intra-annual and long-term runoff distribution. Zhinvali reservoir had certain influence on Mtkvari River (near Tbilisi), that is why the series are non-uniform and study of its variability is reasonable only for optimum management and forecasting of water reservoir. As to precipitations, precautionary approach is needed when calculating trends against the background of global climate changes, since distinguished values of short series (in the beginning or in the end) have an impact on assessment of tendencies (trends) of series variability. The obvious example of this is December months, when neglect of distinguished values has changed trend coefficients.

**Оценка и анализ изменчивости стоков и осадков р. Кура (Тбилиси) различного интервала и периода на фоне глобальных изменений климата/** Григолия Г., Кереселидзе Д., Алавердашвили М., Трапаидзе В., Врегвадзе Г./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. 2017, т.124.- с.22-27, Груз., Рез. Груз., Анг., Рус.

С целью изучения внутригодового и многолетнего распределения стоков проанализированы тренд, цикличность и периодичность стоков различного интервала реки Кура. Определенное влияние на реку Кура (у Тбилиси) оказало Жинвальское водохранилище, поэтому ряд является неоднородным, и изучение его изменчивости целесообразно только для оптимального управления и прогнозирования водохранилищ. Что касается осадков, при расчете трендов на фоне глобального изменения климата необходим осторожный подход, поскольку выдающиеся значения для коротких рядов (в начале или в конце) оказывают влияние на оценку тенденций (трендов) изменчивости ряда. Наглядным примером тому являются декабрь, когда неучет выдающихся значений изменил коэффициенты тренда.

ღვარცოფული საშიშროების შეფასებისა და მონიტორინგის ზოგიერთი მნიშვნელოვანი თავისებურებები

ხერხეულიძე გიორგი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო georgex@rambler.ru

სისტემატიზებული მიდგომა ღვარცოფული მოვლენების შესწავლისა და ეფექტური ღვარცოფსაწინააღმდეგო დამცავი ღონისძიებების შექმნისადმი დაკავშირებულია საკლასიფიკაციო სქემების დამუშავების აუცილებლობასთან, რომლებიც ასახავენ იმ ცალკეულ ელემენტებს ან მათ ერთობლიობას, რომლებიც ახასიათებენ ღვარცოფული ნაკადების ფორმირების პირობებს, მათ დინამიკას, მიყენებული ზარალის ხასიათსა და ხარისხს, პროფილაქტიკის გზებს, ღვარცოფების საფრთხის თავიდან აცილებას ან მათგან დაცვის შესაძლო პროფილაქტიკის გზებს, ზომებსა და საშუალებებს.

ს.მ. ფლეიშმანი [4] აღნიშნავს, რომ ღვარცოფების მრავალფაქტორიანობა გვეკარნახობს მიზანმიმართული და არა გამაერთიანებელი კლასიფიკაციების რაციონალობას, და რომ ღვარცოფული მოვლენების გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიური, ჰიდრომეტეოროლოგიური, დინამიკური და სტრუქტურულ-გეოლოგიური რთული კომპლექსური კლასიფიკაციები მიზანშეშეუწონებელია. ამასთან, ნორმატიულ დოკუმენტებზე და მეთოდურ მითითებებზე მუშაობის პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ, კრებსითი კლასიფიკაციების შექმნა, მათი მიზნობრივი დაყოფით, აუცილებელია, რადგან მხოლოდ ამ შემთხვევაში შესაძლოა თავიდან ავიცილოთ წინააღმდეგობები, გამოწვეული ცალკეული, ურთიერთშეუკავშირებული ნორმატიული და მეთოდური მასალების დამოუკიდებელი გამოყენება.

შეჯამებული (და სხვა დანარჩენი) კლასიფიკაციები და მათი შემადგენელი ელემენტები პერიოდულად უნდა გადაიხიწოს და სახე იცვალოს, მეცნიერების ახალი მიღწევებისა და ღვარცოფული მოვლენებისა და პროცესების შესწავლის ხარისხის გათვალისწინებით. ამასთან, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ზუსტი კრიტერიუმების შემუშავებას კლასიფიკაციური სქემების მეთოდოლოგიური საფუძვლების პრინციპების განსასაზღვრავად.

მიზნობრივი კლასიფიკაციების რიცხვს, რომლებიც, ჩვენი აზრით, დღესდღეობით არ ეყრდნობიან საკმარისად ზუსტ კრიტერიუმებს, კერძოდ, მიეკუთვნება ღვარცოფული აქტივობის შეფასებასთან დაკავშირებული კლასიფიკაციები.

დაწვრილებითი განხილვის საფუძვლებზე, რომელიც [4]-ა მოყვანილი, შესაძლოა ვიმსჯელოთ იმაზე, რომ ღვარცოფსაშიშროების არსებული კლასიფიკაციები დაფუძნებულია შემდეგ კრიტერიუმებზე და გარკვეულ ნიშან-თვისებებზე: ღვარცოფული ნაკადის მყარი და თხევადი შემადგენლობის გენეზისის ასახვაზე; ღვარცოფის ფორმირების წამყვან მიზეზებზე; აუზების ეროზიული დაზიანების ხარისხის მახასიათებლებზე გამოტანის მოცულობის შეფასებასთან ერთობლიობაში (აბსოლუტურ გამოსახულებაში ან გამონატანის მოდულის სახით 1 კმ<sup>2</sup> აუზის ფართობიდან); ღვარცოფული კერების მაღლივ-ზონალურ დიფერენციაზე გამონატანის მოდულის მითითებასთან ერთად (ან მის გარეშე); ღვარცოფის გაგლის სისშირეზე; აუზების განსაკუთრებულობაზე (ფერდობების დახრილობა და მათი გადარეცხვა); ნიადაგრუნტების წყალგამტარობაზე; ღვარცოფული აუზების გეოლოგიურ ნიშან-თვისებებზე და მახასიათებლებზე; ღვარცოფთა გაგლის შედეგების მოქმედების ხასიათზე (10-ბალიანი შკალით - სუსტიდან - სტიქიურ უბედურებამდე); ღვარცოფსაწინააღმდეგო ზომების მასშტაბურობაზე, ნაკადის დინამიკისა და გამონატანის მოცულობასთან კავშირში; ღვარცოფის დინამიკური მახასიათებლის განმაპირობებელი ენერგეტიკულ დანახარჯებზე.

1972 წელს ს.მ. ფლეიშმანმა შეიმუშავა კომპლექსურ კრიტერიუმზე დაფუძნებული კლასიფიკაცია, რომელიც ერთდროულად აღრიცხავდა ღვარცოფსაშიშროებასა და ღვარცოფაქტივობას და წარმოადგენს ღვარცოფული გამონატანის ჯამური მოცულობის (გარკვეული ხანგრძლივობის დროის მონაკვეთში) შეფარდებას წლების რაოდენობასთან. ავტორისა აზრით, ასეთი კრიტერიუმი აერთიანებს ცნებებს „ღვარცოფაქტივობა“ და „ღვარცოფსაშიშროება“ და აღგენს მათი შეფასების ერთიან კრიტერიუმს.

ჩვენი აზრით, ცნებები „ღვარცოფაქტივობა“ და „ღვარცოფსაშიშროება“ ახასიათებს ღვარცოფული პროცესებისა და მათი შედეგების სხვადასხვა მხარეებს და ამიტომ მათი აღრევა არ არის სასურველი. ღვარცოფაქტიურობას ახასიათებს სისშირე, აუზში ღვარცოფული გამოვლინების ინტენსიურობა, ეროზიული მოვლენების განვითარების ინტენსივობა, ნაშალი მასალის დაგროვება.

ღვარცოფსაშიშროება კი, ზოგადი თვალსაზრისით: გარკვეული ზარალის მიღების რეალური ან პოტენციალური საფრთხეა ღვარცოფის ზემოქმედების შედეგად. ეს განმარტება პრინციპულად შეესაბამება ვ.ფ. პეროვის მიერ მოცემულ განმარტებას მის კაპიტალურ ნაშრომში [1], ამ ტერმინის შემდეგი გაშლის გარეშე. ზარალი დაკავშირებულია საფრთხის მასშტაბისა და ხასიათის შეფასებაზე და ახასიათებს ღვარცოფულ რისკს. რისკის ხასიათისა და მასშტაბის შესაფასებლად კი საჭიროა შესაძლო დატბორვის ზონების განსაზღვრა, ღვარცოფული ნაკადის სხვადასხვა უზრუნველყოფის (აღბათობის) საანგარიშო მახასიათებლების დადგენის საფუძველზე (ხარჯი, სიღრმე, სინქარე, მყარი შემდგენის კონცენტრაცია, დარტყმის ძალა, გამონატანის მოცულობა და მისი განლაგების, ფსკერისა და ნაპირების წარეცხვის პარამეტრები, და ა.შ.)

ღვარცოფთა მოქმედების ზონაში შესაძლოა არ მდებარეობდეს ღვარცოფული რისკის ქვეშ მყოფი ობიექტი ან ობიექტები მთლიანად ან ნაწილობრივ უზრუნველყოფილია ღვარცოფსაწინააღმდეგო დამცავი ღონისძიებებით, მაგრამ საშიშროება და ზარალის რისკი მაინც რჩება შეტბორვის ზონაში შესული ადგილობრივი მოსახლეობისთვის, აუზში მომუშავე ამუშავებელია სპეციალური ინსტრუქციები ღვარცოფსაშიშ ზონებში გადაადგილების წესებითა და რეკომენდაციებით, სასურველია დატბორვის ღონის ჩვენებით (მიახლოებითი მაინც).

ღვარცოფის (ასევე წყალმოვარდნის) საშიშროების კრიტერიუმად შესაძლებელია დაინიშნოს, გარკვეული მარაგით აღებული, დონე ან სიღრმე ( $H_p$ ), რომლის გადამეტება (ღვარცოფსაწინააღმდეგო, კალაპოტმარეგულირებელი, ნაპირდამცავი და ღვარცოფმარეგულირებელი ნაგებობების არ არსებობის, არა საკმარისობისა და უვარგისობის, წყალგამშვები ნაგებობების არა საკმარისი გამტარებლობის გამო და ა.შ.). საანგარიშო კვეთში შექმნის გაუთვალისწინებელ საფრთხეს (ზარალის რისკს).

რისკის ხარისხი შესაძლებელია შეფასდეს  $H_p$  და ფაქტიური  $H_f$  დონეთა სხვაობის ან ფარდობის საფუძველზე ( $\Delta H = H_f - H_p$  ან  $R = H_f / H_p$ ). საფრთხე ჩნდება, თუ  $\Delta H > 0$  ან  $R > 1$ . აღნიშნული პარამეტრების ყოველ მნიშვნელობას გარკვეული მნიშვნელობის მოსალოდნელი ზარალი შეესაბამება, ხოლო საშიშროების დონეებიდან შესაძლებელია გადასვლა საშიშ ხარჯებსა და ნალექებზე.

ცხრილი 1. საშიშროების შეფასებისა და აღრიცხვის დონეები

შეფასების დონე			საშიშროების შეფასების სიღრმე და ხარისხი					
№	მასშტაბი, საზღვრები, ობიექტები		განზოგადოებული			რიცხოვრივი		
	მასშტაბი	საზღვრები, ობიექტები	აღრიცხვა	აღრიცხვა, შეფასება	გაშლილი შეფასება	ტ.ა.დ.	ტექნ. პროექტი	მუშა პროექტი
1	2	3	A	B	C	D	E	G
1	გლობალური	დედამიწა (ღვარცოფების კალასტრი)	A1	B1	-	-	-	-
2	რეგიონალური	მსხვილი გეოგრაფიული და (ან) პოლიტიკური რეგიონები ქვეყნები და მათი ქვედანაყოფები,	A2	B2	C2	D2	E2	G2
3	ლოკალური	რეგიონების ქვედანაყოფები, მდინარეთა აუზები, მხარეები და რაიონები, ქალაქები, მსხვილი საწარმოო და სოფლის მეურნეობის ობიექტები	A3	B3	C3	D3	E3	G3
4	კონკრეტული	მდინარეთა მონაკვეთები, დასახლებული პუნქტები, საწარმოო და სოფლის მეურნეობის ობიექტები, ფერმები, სავარგლები	A4	B4	C4	D4	E4	G4

მას შემდეგ, რაც მსხვილმასშტაბიან რუკაზე შემოეფარგლება ღვარცოფულ მდინარეზე მდებარე ობიექტების ზონა, რომელიც არ უნდა დაზარალდეს ღვარცოფის ან წყალმოვარდნის შედეგად.

რდნის გავლის შედეგად, ე.ი. ცნობილი გახდება არაღვარცოფსაშიში ჰორიზონტი მდინარის საანგარიშო განივ კვეთებში, ამ კვეთებისთვის არსებული საანგარიშო მეთოდების გამოყენებით აგებული  $H_{\text{ღ}}=f(Q_{\text{ღ}})$  დამოკიდებულებით დგინდება ღვარცოფის კრიტიკული ხარჯი და შემდეგ, არსებული [1 – 3] ან სხვა მეთოდების გამოყენებით, გამოიანგარიშება ღვარცოფვა-მომწვევი კრიტიკული წყლის ხარჯის მნიშვნელობა,  $Q_{\text{წკ}}=f(Q_{\text{ღ}})$  რომელიც, თავის მხრივ, ნალექების დღეღამური კრიტიკული ჯამის ფუნქცია  $X_{\text{კ}}=f(Q_{\text{წკ}})$  თუ ნალექების დღეღამური ფენის საპროგნოზო მნიშვნელობა მიაღწევს ან გადააჭარბებს კრიტიკულ მნიშვნელობას, გიცემა ღვარცოფსაშიში სიტუაციის პროგნოზი: „ღვარცოფული საშიშროება“. რასაკვირველია, დაუცველი ტერიტორიებისათვის კრიტიკული დღეღამური ნალექების ფენა გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე დაცული ტერიტორიებისათვის. შესაძლო ზარალის რისკი დაუცველი ტერიტორიებისათვის მეტია.

ღვარცოფებით გამოწვეული საფრთხისა და ზარალის რისკის თავიდან ასაცილებლად ან შესამცირებლად, საჭიროა ღვარცოფულ მოვლენებზე, მათ განვითარებაზე, მათ გამომწვევ ფაქტორებზე, მიღებული დაცვითი ღონისძიებების ეფექტურობაზე მუდმივი დაკვირვებების ჩატარება მონიტორინგულ რეჟიმში. ქვემოთ განხილულია ამ მიმართულებასთან დაკავშირებული ზოგიერთი მოსაზრება.

### **მონიტორინგის ჩასატარებლად საჭიროა:**

1) (ძალიან სასურველია) დაკვირვებათა სამუშაოების ჩატარება და განახლება ჰ/ს-ზე ღვარცოფული სეზონის პერიოდში (მაისიდან-სექტემბრამდე). ხარჯთა გაზომვის გარდა, ისეთ მეტეოლოგიკურებზე დაკვირვების ჩატარება როგორცაა: ატმოსფერული ნალექები (პლუვიოგრაფიული გაზომვები), ჰაერის ტემპერატურა და ტენიანობა;

2) რეპერული ქსელის შექმნა (სასურველია სტაციონარული მცირე ზომის ბეტონის ბაქნების სახით, სტერეოფოტოგრამმეტრული გადაღებების განსახორციელებლად), ბაზისური წერტილების დამაგრებით;

3) სტერეოფოტოთეოდოლიტები, ვიდეოგადაღებების და ფოტოგადაღებების აპარატურა და სხვა თანამედროვე ღონის ტოპო-გეოდეზიური სამუშაოების ჩასატარებლად საჭირო მოწყობილობა;

4) მდინარის ფსკერული ნალექებისა და ღვარცოფული გამონატანის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დასადგენად საჭირო მოწყობილობა.

5) სპეცტანსაცმელი საველე პირობებში მიმოკვლევითი (საკვლევი-საძიებო) სამუშაოების უსაფრთხოდ ჩასატარებლად.

4) არსებული ჰიდროტექნიკური (მათ შორის საგზაო და ნაპირსამაგრი) ნაგებობების მათი აშენების შემდეგ მიღება და შემდგომი ექსპლუატაციის განხორციელება სპეციალური ინსტრუქციების მიხედვით.

საველე და კამერალური სამუშაოების დროს:

გადაღებულ განივ კვეთებში მონიშნება გავლილი ნაკადების მაქსიმალური ჰორიზონტები, აღიწერება კალაპოტის მდგომარეობა (ღვარცოფული და კალაპოტური პროცესების მსვლელობის შესაფასებლად საჭირო დეტალებით); აღიწერება და დამახასიათებელ ადგილებში შეისწავლება ღვარცოფული გამონატანის და ფსკერული გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები; მიღებული ინფორმაციის დამუშავება წარმოებს კამერალურ პირობებში კომპიუტერული საშუალებების გამოყენებით; გამოიანგარიშება შემდეგი პარამეტრები: ნაკადის მაქსიმალური ხარჯი, საშუალო და მაქსიმალური სიჩქარე, ფსკერის საშუალო, მაქსიმალური და მინიმალური ნიშნულების გადახრა წინა პერიოდის მონაცემებიდან, დაღამული (ან წარცხილი) გრუნტის მოცულობა.

### **დასკვნების აუცილებელი შემცველობა:**

1. მონიტორინგის პროცესში მიღებულ მონაცემთა ანალიზის საფუძველზე ფასდება ღვარცოფულ პროცესებთან დაკავშირებული საერთო სიტუაცია და არსებული რისკი, ინჟინრული დაცვის ეფექტურობა, ნაგებობების და ტერიტორიების მდგომარეობა და მიიღება გადაწყვეტილება დამატებითი ღონისძიებების ჩატარების საჭიროების თაობაზე.

2 ღვარცოფული ჩამონადენის გამო შექმნილი ავარიული სიტუაციების შემთხვევაში ჩასატარებელია ზარალის ან რისკის შესაფასებლად, გამომწვევი მიზეზების დასადგენად და საფრთხის თავიდან ასაცილებლად ან შესარბილებლად საჭირო დეტალური გამოკვლევები და მუშავდება დამატებითი ღონისძიებების პროექტი.

3. საველე სამუშაოებზე გასვლის წინ შემსრულებლები ეცნობიან მდინარეთა ღვარცოფსაშიში უბნებში სამუშაოთა უსაფრთხოების ტექნიკის წესებს და აბარებენ სპეციალურ გამოცდას, რაც ფიქსირდება სპეციალურ ურნალში. .

4. წინამდებარე პროგრამაში ჩამოყალიბებული მონიტორინგის მოწყობის ძირითადი (ზოგადი) დებულებების გამოყენებით დასამუშავებელია მონიტორინგის განხორციელების პროექტი რეკომენდაციების მიხედვით კონკრეტულ ობიექტებზე და სიტუაციაზე.

5. მოპოვებული ინფორმაცია შეიტანება მონაცემთა კომპიუტერულ (მონიტორინგულ) ბაზაში (ბანკში), სადაც ყოველ საკვლევ უბანზე იხსნება სპეციალური პაპკა, ხოლო ჯამური სისტემატიზირებული მონაცემები თავსდება სპეციალურად გამოყოფილ კარში. აუცილებელია მონაცემთა დუბლირება.

**მონიტორინგის ძირითადი სამუშაოები და მათი ვადები**

№	სამუშაოს სახეობა	ვადები (პერიოდულობა)
1	კალაპოტების ხაზობრივი სარეკოგნოსცირებო გამოკვლევა, დამახასიათებელი ვიდეო და ფოტოილუსტრაციული მასალების წარდგენით. იგივე შემადგენლობის სარეკოგნოსცირებო გამოკვლევები ტარდება საავტომობილო გზების გასწვრივ, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების, მათი ზედა და ქვედა ბიეფში მდგომარეობის აღწერით.	ტარდება წელიწადში ერთხელ დვარცოფული სეზონის დასაწყისში (მაისი) ან ბოლოში (სექტემბერი), და ძლიერი კოკისპირული წვიმების, ან ძლიერი დვარცოფების გავლის ნიშნების შემჩნევის შემდეგ.
2	კალაპოტის (გრძივი პროფილით შეკრული) განივი კვეთების გადაღებით. კვეთების გადაღება ხორციელდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ამის საჭიროება დადგინდა სარეკოგნოსცირებო გამოკვლევის დროს. კვეთების გადაღების უბნებზე 2-3 დამახასიათებელ წერტილში ხორციელდება ფსკერული გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების დადგენა.	გადაღება ხორციელდება სარეკოგნოსცირებო გამოკვლევების დროს (თუ არ დადგინდა, რომ მკვეთრი ცვლილებების უქონლობის გამო გადაღება არ არის აუცილებელი).
3	ძლიერი, დიდი გამონატანის მქონე დვარცოფის, ან წყალმოვარდნის, ან ავარიული სიტუაციის შექმნის შემდეგ მათი პირველადი აღწერა ხორციელდება სპეციალური ინსტრუქციის მიხედვით. მიიღება გადაწყვეტილება წყალსადინრის აუზის და დვარცოფული კერების უფრო დეტალური გამოკვლევების საჭიროების შესახებ.	ყოველი ძლიერი დვარცოფის, წყალმოვარდნის, ავარიული სიტუაციის შექმნის შემდეგ, და სპეციალური პროგრამების მიხედვით

აღსანიშნავია, რომ დვარცოფის დამანგრეველი ძალა ვრცელდება გამოტანის კონუსიდან ძირითადი მდინარის ქვედა დინების მიმართულებით, კონუსზე გამოტანილი დიდძალი მყარი მასალის დინების მიმართულებით გავრცელენის, კაკაპოტის ფსკერის აწებისა და ნაპირების წარცხვის ხარჯზე (სურ. 1),



სურ. 1. ცაგერი – ლენტეხის მონაკვეთზე საავტომობილო გზის მდგომარეობა მდ. ცხენისწყლის მარჯვენა ნაპირის მხრიდან, ზედა დინებაში მარჯვენა შენაკადზე (ბაბილი) მძავრი დვარცოფის გავლის შემდეგ. (გ. ხერხეულიძე)



## ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Перов В.Ф. Селевые явления. Терминологический словарь. Изд. МГУ, 1996, 46 с.
  2. Советский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1989, .838 с..
  3. Флейшман С.М. Сели. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 312с.
  4. Херхеулидзе Г.И. Эффективный критерий селевой и паводковой опасности и его прогностическое значение // Тр. ЗаКНИГМИ, вып. 82(89), 1987, с. 28- 41.
  5. Церетели Э.Д., Церетели Д.Д. Геолгические условия распространения селей в Грузии. Тбилиси: Мецნიერბა, 1985, 186 с.
  6. Черноморец С.С. Селевые очаги до и после катастроф. М.: Научный мир, 2005. 184 с.
  8. მელაძე გ., მელაძე მ. საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. თბ., „უნივერსალი“, 2010. 293 გვ.
- ted with definition of structure, problems, with the organisation and carrying out debris flow monitoring.

შპს 551.311:627.141.121

**ღვარცოფული საშიშროების შეფასებისა და მონიტორინგის ზოგიერთი მნიშვნელოვანი თავისებურებები /ხერხეულიძე გ.ი./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2017.-ტ.124.-გვ.28-32,-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.**

განიხილება ღვარცოფული საშიშროების შეფასებისთვის განკუთვნილი სხვადასხვა მიდგომები. აღინიშნება, რომ ყველაზე უფრო ეფექტურ კრიტერიუმებს მიეკუთვნება ზარალის ხარისხობრივი ან რიცხობრივი მახასიათებლები, რომელიც დამოკიდებულია ღვარცოფით გამოწვეული არასაშიში დონეების გადაჭარბებაზე, შემდეგი გადასვლით იმ კრიტიკულ ნაღველებზე, ხარჯებზე, გამოტანის მოცულობებზე და სხვა მახასიათებლები, რომლებიც განსაზღვრავენ ამ დონეებს.

განიხილება ღვარცოფულ მონიტორინგთან დაკავშირებული ზოგადი და კერძო (საქართველოს მაგალითზე) საკითხები, რომლებიც დაკავშირებულია ღვარცოფული მონიტორინგის შემადგენლობასთან, ამოცანებთან, ჩამოყალიბებასა და ჩატარებასთან.

UDC 551.311.21:627.141.1

**Some important features of an estimation debris flow danger and monitoring debris flow the phenomena /Kherkheulidze G.I./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2017. -vol.124. -pp.28-32, Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.**

Various approaches to estimations T debris flow and freshet dangers are considered. The most effective criterion of an estimation offers to consider qualitative and quantitative characteristics of the damage depending on excess of safe levels of flooding, with transition to critical deposits defining these levels, expenses, volumes of carrying out, etc. characteristics. General and private (on the example of Georgia) issues related to the definition of the composition, tasks, and the organization and implementation of mudflow monitoring are discussed.

УДК 551.311.21:627.141.1

**Некоторые важные собенности оценки селевой опасности и мониторинга селевых явлений Особенности оценки селевой опасности и мониторинга селевых явлений./Херхеулидзе Г.И./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2017.- т.124.- с.28-32, -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.**

Рассматриваются различные подходы к оценкам селевой опасности. Наиболее эффективным критерием оценки предлагается считать качественные и количественные характеристики ущерба, зависящего от превышения безопасных уровней затопления, с переходом к определяющим эти уровни критическим осадкам, расходам, объёмам выноса и др. характеристикам.

Обсуждаются общие и частные (на примере Грузии) вопросы связанные с определением состава, задач, с организацией и проведением селевого мониторинга.

**საათობრივი ნალექების განსაზღვრა კლიმატური ცნობარებიდან მათი წლის და თვის სიდიდეების საფუძველზე და კლიერი, კატასტროფული ნალექების მოსვლის ალბათობების (რისკის) შეფასება**

ნ.ბეგალიშვილი, თ.ცინცაძე, ბ.ბერიტაშვილი, ნ.კაპანაძე, ლ.ქართველიშვილი, ნ.ნ.ბეგალიშვილი, ნ.ცინცაძე

**შესავალი. ამოცანის დასმა.**

ყველა ჰიდროლოგიური ტიპის გათვლები დამყარებულია მდინარის აუზში მოსულ ნალექთა დინამიკის გამოყენებაზე. ჩამონადენის მოკლე და ზემოკლევადიანი საპროგნოზო მოდელების და სქემების დამუშავება ისეთი საშიში მოვლენებისათვის, როგორცაა წყალმოვარდნა, წყალდიდობა, ღვარცოფი, ითვალისწინებს წყალშემკრებზე ნალექთა საათობრივი რეჟიმის მონაცემებს, ანუ პლუვიომეტრული ტიპის ინფორმაციას. გასული საუკუნის განმავლობაში პლუვიომეტრული დაკვირვებები წარმოებდა ძირითადად სამეცნიერო პროექტების შესრულებისას და ეს მონაცემები იშვიათად იყო წარმოდგენილი კლიმატურ ცნობარებში. ამ მხრივ მეტად მნიშვნელოვანი ნაბიჯი იყო ნალექთა რადიოლოკაციური გაზომვების ორგანიზება, რომლებიც სათანადო კალიბრების შემდეგ, იძლეოდა აუზის ნებისმიერ ფართობზე ნალექთა სიდიდის და ინტენსივობის განსაზღვრის საშუალებას დროის რეალურ მასშტაბში. აღსანიშნავია, რომ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში გასული საუკუნის 80-იან წლებში ამოქმედდა მეტეოროლოგიური რადიოლოკაციური სადგურების მრლ-5-ის (იორის პოლიგონი, თიანეთის რაიონი) და მრლ-2-ის (სევანის პოლიგონი, სომხეთი) გამოთვლით მანქანებთან (EC-1022, M-1200) შეპირისპირებით შექმნილი ნალექთა გაზომვის რადიოლოკაციური ავტომატიზებული კომპლექსები. მათი მონაცემები უკვე ასახავდა ნალექთა რეჟიმზე უწყვეტ ინფორმაციას სწორედ დროის რეალურ მასშტაბში და გამოყენებული იქნა დრუბლებზე ხელოვნური ზემოქმედების ეფექტის დასადგენად. ასევე 80-იან წლებში ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში შესრულდა სამეცნიერო პროექტი სახელწოდებით "საქართველო-ნალექები" ("Трузия-осадки"), რომელიც გულისხმობდა ქვეყნის ტერიტორიაზე 5-10 ავტომატიზებული რადიოლოკაციური კომპლექსის ამოქმედებას, ერთიან კომპიუტერულ ცენტრში ინფორმაციის გადაცემა-შეგროვებით, დამუშავებით, ანალიზით და წარმოდგენით. პროექტის განხორციელების შემთხვევაში, რომელიც იგეგმებოდა 90-იანი წლების ბოლოსათვის, საქართველოს ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი (თითქმის 70-80%) მოხვდებოდა ავტომატიზებული კომპლექსების ქსელის ხედვის არეში. თავის მხრივ ეს იძლეოდა საშუალებას მიღებული ინფორმაციის კომპლექსურ გამოყენებაზე საშიში და კატასტროფული ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების (ქარიშხალი, შკვალი, ძლიერი და უხვი ნალექები, დიდთოვლობა, სეტყვა, გვალვა, ელჭექი, წყალდიდობა, წყალმოვარდნა, ღვარცოფი, თოვლის ზვავი) მონიტორინგის სისტემების შექმნისა და მათი რეგულირების მეთოდების დამუშავება-რეალიზებისათვის. სამწუხაროდ XXI საუკუნის დამდეგისათვის ყველა ეს პროექტი განუხორციელებელი აღმოჩნდა. ხოლო ბოლო წლებში (2015-2016) აღდგენილ სეტყვის საწინააღმდეგო სამსახურში ამოქმედდა თანამედროვე ტიპის რადიოლოკაციური ავტომატიზებული კომპლექსი, რომლის ინფორმაცია შეიძლება გამოყენებული იქნას ატმოსფერული ნალექების გაზომვებისათვის და აღნიშნული პროექტების ფარგლებში კვლევების ჩატარებისათვის.

ნალექების დინამიკაზე საათობრივი ინფორმაცია სასურველია შესული იყოს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში დამუშავების სტადიაში მყოფ ჰიდროლოგიურ ცნობარ-ატლასში. ეს უნდა იყოს ცხრილების ან რუკების სახით ასახული კლიმატური მონაცემები 1,3,6,12 და 24 საათში მოსულ ნალექებზე, რისთვისაც შეიძლება გამოყენებული იქნას საქართველოს ტერიტორიაზე ადრე არსებული და დღეს მოქმედი მეტეოსადგურების დაკვირვებები. რადგან ამჟამად არ გაგვაჩნია ნალექებზე რეჟიმული ინფორმაცია, მიღებული პლუვიომეტრული და რადიოლოკაციური გაზომვებით, შევეცდებით წარმოვადგინოთ მეთოდიკა, რომელიც იძლევა საშუალებას გამოთვლებით აღდგენილ იქნას ნალექების საათობრივი მნიშვნელობები კლიმატურ ცნობარებში მოცემული წლიური და თვის მონაცემების საფუძველზე.

**კვლევის მეთოდის და გამოთვლის შედეგები.**

მაგალითისათვის განვიხილავთ მეტეოროლოგიური სადგურის თბილისი, ჰმო-სათვის 1951-1965 წლებში თვეების მიხედვით საშუალო თვის ნალექთა სიდიდეებს და ზოგიერთ მათ რეჟიმულ მახასიათებლებს-ნალექიან დღეთა რიცხვს და ნალექთა მოსვლის ხანგრძლივობას საათებში [1,2]. ცხრ. 1-ის ზედა ნაწილში მოცემულია მონაცემები კლიმატური ცნობარიდან, ხოლო ქვედა ნაწილში წარმოდგენილია გამოთვლის შედეგები. კერძოდ, პირველ სტრიქონში რეჟიმული მონაცემების გაყოფით მეორე სტრიქონის მონაცემებზე ვღებულობთ ყოველი თვის სადღეღამისო ნალექების სიდიდეებს მმ-ში (იხ. ქვედა ნაწილის პირველი სტრიქონი), ხოლო პირველი სტრიქონის მონაცემების გაყოფით მესამე სტრიქონის მონაცემებზე ვღებულობთ ყოველთვიური ნალექების საშუალო ინტენსივობას მმ/სთ (იხ. ქვედა ნაწილის მეორე სტრიქონი). გამომდინარე ნალექთა ინტენსივობიდან, შეიძლება აღვადგინოთ ნალექები, მოსული 1,3,6,12 და 24-საათიან დროით ინტერვალებში. ყურადღებას იპყრობს ის გარემოება, რომ ინტენსივობის გათვალისწინებით 24 საათისათვის აღდგენილი სიდიდეები არ ემთხვევა გამოთვლების შედეგებს პირველი სტრიქონიდან. კერძოდ, ცივი პერიოდის (XI-III) დღეღამური ნალექები გამოთვლების მეშვიდე სტრიქონში დაახლოებით 2-ჯერ მეტია პირველ სტრიქონში მოცემულ სიდიდეებზე, ხოლო თბილი პერიოდის შემთხვევაში (IV-X) 3-5-ჯერ აღემატება მათ. ეს გამოწვეული უნდა იყოს იმით, რომ ნალექთა ხანგრძლივობა საათებში არ ასახავს ნალექიან დღეთა რიცხვს. ეს გასაგებია, რადგან ნალექთა ხანგრძლივობის გაყოფა 24-ზე არ გვაძლევს ნალექიან დღეთა რიცხვს იმის გამო, რომ დღეღამის განმავლობაში ხშირად არ დაიკვირვება 24 საათიანი უწყვეტი ნალექი. აღსანიშნავია, რომ მეშვიდე სტრიქონის მონაცემები ახლოსაა საშუალო დღეღამურ მაქსიმუმებთან [1,2].

ცხრილი 1 თბილისი, ჰმო. ატმოსფერულ ნალექთა რეჟიმული მახასიათებლები და გამოთვლის შედეგად მიღებული სიდიდეები

თვე												წელი
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
თვის ნალექები (მმ)												
19	27	36	57	93	78	52	39	46	46	40	26	559
ნალექიან დღეთა რიცხვი სიდიდით $\geq 0,1$ მმ												
6.5	7.5	8.8	11.8	15.1	11.7	9.1	7.5	8.7	9.2	8.7	6.8	111
ნალექების საშუალო ხანგრძლივობა (სთ)												
92	91	119	95	87	64	40	39	55	76	94	87	939
გამოთვლის შედეგები												
საშ. სადღეღამისო ნალექები (მმ)												
2.9	3.6	4.1	4.8	6.2	6.7	5.7	5.2	5.3	5.0	4.6	3.8	5.0
ნალექების სადღეღამისო საშ. ინტენსივობა (მმ/სთ)												
0.2	0.3	0.3	0.6	1.1	1.2	1.3	1.0	0.8	0.6	0.4	0.3	0.6
1სთ-ში მოსული ნალექთა რაოდ. (მმ)												
0.2	0.3	0.3	0.6	1.1	1.2	1.3	1.0	0.8	0.6	0.4	0.3	0.6
3სთ-ში მოსული ნალექთა რაოდ. (მმ)												
0.6	0.9	0.9	1.8	3.3	3.6	3.9	3.0	2.4	1.8	1.2	0.9	1.8
6სთ-ში მოსული ნალექთა რაოდ. (მმ)												
1.2	1.8	1.8	3.6	6.6	7.2	7.8	6.0	4.8	3.6	2.4	1.8	3.6
12სთ-ში მოსული ნალექთა რაოდ. (მმ)												
2.4	3.6	3.6	7.2	13.2	14.4	15.6	12.0	9.6	7.2	4.8	3.6	7.2
24სთ-ში მოსული ნალექთა რაოდ. (მმ)												
4.8	7.2	7.2	14.4	26.4	28.8	31.2	24.0	19.2	14.4	9.6	7.2	14.4

ამრიგად, თუ ასეთ გამოთვლებს შევასრულებთ კლიმატურ ცნობარში მოცემული ყველა სადგურისათვის, შეიძლება მათი წარმოდგენა რუკების სერიის სახით, სადაც ასახული იქნება ნალექთა საათობრივი სიდიდეების განაწილება.

რუკების სახით შეიძლება, ასევე წარმოდგენილი იყოს კლიმატურ ცნობარებში [1,2] მოცემული ნალექთა შემდეგი მახასიათებლები:

- წლის და თვეების მიხედვით უდიდესი და უმცირესი ნალექთა რაოდენობა. სადგურების რაოდენობა -94.

• ნაღვეთა დღეღამური მაქსიმუმი თვეების მიხედვით სხვადასხვა უზრუნველყოფისათვის. აგრეთვე შეიძლება მოცემულ იქნას საშუალო მაქსიმუმები. სადგურების რაოდენობა-46

• წვიმის მაქსიმალური ინტენსივობა სხვადასხვა დროით ინტერვალში (წელი). განხილულია წვიმის ხანგრძლივობა - 5, 10, 20, 30წთ-ში და 1, 12, 24სთ-ში. ეს მახასიათებლები მიღებულია პლუვიამეტრული გაზომვებით. სადგურების რაოდენობა - 26.

წინამდებარე ნაშრომში განვიხილავთ, ასევე, იმ მეთოდის რეალიზების შედეგებს, რომლის საფუძველზე შესაძლებელია საქართველოს ტერიტორიაზე განლაგებული მეტეოსადგურებისათვის შეფასდეს სხვადასხვა სიდიდის ნალექების, მათ შორის ძლიერი და კატასტროფული ხასიათის, მოსვლის ალბათობები ანუ მათი რისკები. ეს მეთოდიკა წარმოდგენილია [5]-ში და ეფუძნება დაკვირვებათა იმ მონაცემებს, რომელთა მიხედვით სადღეღამისო ნალექების ალბათობათა სიმკვრივის განაწილება აღიწერება გამა-ფუნქციით [3-5]:

$$f(x) = Ax^\alpha \exp(-x/\beta).$$

აქ  $f(x)$  დღეღამური ნალექების ალბათობის სიმკვრივეა, ხოლო განაწილების ფუნქციის პარამეტრები

$$\alpha > -1; \beta > 0; A = [\beta^{\alpha+1} \Gamma(\alpha+1)]^{-1},$$

სადაც  $\Gamma(\alpha+1)$  - სრული გამა-ფუნქციაა.

განაწილების ფუნქციის პარამეტრების დასადგენად აუცილებელია საშუალო დღეღამური ნალექების სიდიდისა და მათი დისპერსიის ცოდნა [5].

ალბათობა  $x$  ნალექთა მოსვლისა, რომელთა სიდიდე  $x \geq x_1$ , ტოლია

$$P(x \geq x_1) = \int_{x_1}^{\infty} f(x) dx = \frac{\Gamma(\alpha+1; x/\beta)}{\Gamma(\alpha+1)},$$

აქ  $\Gamma(\alpha+1; x/\beta)$  - არასრული გამა-ფუნქციაა.

ქვემოთ მოცემულია მეთოდის რეალიზების 2 მაგალითი უხვნალექიანი სადგური ბათუმში, შუქურასათვის და შედარებით ნაკლებნალექიანი სადგური თბილისი, ჰმო-სათვის.

ორივე შემთხვევაში შერჩეული იყო ის წელი და თვე, როცა დაფიქსირდა თვის მაქსიმალური ნალექი [1]. ცხრილებში 2 და 3 წარმოდგენილია სხვადასხვა სიდიდის წვიმის მოსვლის რეალური და გამოთვლილი ალბათობები. მათი შედარებით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ბათუმისათვის მიღებულია კარგი, ხოლო თბილისისათვის-დამაკმაყოფილებელი შედეგები.

ცხრილი 2 ბათუმი, შუქურა-1959 წლის სექტემბერი ( $X_{max}=656$ მმ) ნალექთა მოსვლის ალბათობები

№	ნალექთა რაოდენობა	ასეთი ნალექების დღეთა რაოდენობა	რეალური დღეღამური ალბათობა	გამოთვლილი ალბათობა
	$X_m$ (მმ)	$N_x$	F	P
1	$\geq 0.1$	21	$21/21=1.00$	1.00
2	$\geq 0.5$	20	$20/21=0.95$	0.99
3	$\geq 1.0$	20	$20/21=0.95$	0.99
4	$\geq 5.0$	17	$17/21=0.80$	0.96
5	$\geq 10.0$	14	$14/21=0.66$	0.88
6	$\geq 20.0$	13	$13/21=0.61$	0.68
7	$\geq 30.0$	10	$10/21=0.47$	0.49
8	$\geq 50.0$			0.22
9	$\geq 100.0$	საორიენტაციო 1	$1/21=0.04$	0.02

### დასკვნა

ასეთი ტიპის გამოთვლები შეიძლება შესრულდეს ყველა მეტეოსადგურისათვის საქართველოს ტერიტორიაზე, რის შემდეგ ძლიერი და კატასტროფული ნალექების რისკების განაწილება შეიძლება წარმოდგენილი იყოს რუკების სახით

1966 წლის შემდეგ მეტეოსადგურების ქსელში დაკვირვებები იწარმოება 8-ჯერ დღეღამეში 3-საათიანი ინტერვალით. ამ მონაცემების მოპოვებით შესაძლებელი ხდება განხილული მეთოდის მიღებული სიდიდეების შედარება, შემოწმება, კორექცია და შევსება.

ცხრილი 3თბილისი, ჰმო-1955 წლის აგვისტო ( $X_{max}=203\text{მმ}$ ) ნალექთა მოსვლის ალბათობები

№	ნალექთა რაოდენობა $X_m(\text{მმ})$	ასეთი ნალექების დღეთა რიცხვი $N_x$	რეალური დღეღამური ალბათობა $F$	გამოთვლილი ალბათობა
1	$\geq 0.1$	9	$9/9=1.00$	0.98
2	$\geq 0.5$	6	$6/9=0.66$	0.91
3	$\geq 1.0$	6	$6/9=0.66$	0.83
4	$\geq 5.0$	6	$6/9=0.66$	0.41
5	$\geq 10.0$	4	$4/9=0.44$	0.18
6	$\geq 20.0$	1	$1/9=0.11$	0.03
7	$\geq 30.0$	1	$1/9=0.11$	0.01
8	$\geq 50.0$	საორიენტაციოთ 1	$1/9=0.11$	$2.3 \times 10^{-4}$
9	$\geq 100.0$	საორიენტაციოთ 1	$1/9=0.11$	$6.1 \times 10^{-8}$

### ლიტერატურა – REFERENCES –ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по климату СССР. Вып.14.Грузинская ССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Часть II . Атмосферные осадки. Гидрометеиздат, Л., 1973, 377с.
2. Справочник по климату СССР. Вып.14. Грузинская ССР. Часть IV . Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Гидрометеиздат, Л., 1970, 426с.
3. Дроздов О.А., Васильев В.А., Кобыщева Н.В., Раевский А.Н., Смекалова Л.К., Школьный Е.П. Климатология. Гидрометеиздат, Л., 1989, 568с.
4. Сванидзе Г.Г., Бегалишвили Н.А., Бериташвили Б.Ш. Планирование на основе метода Монте-Карло рандомизированного засева облаков в экспериментах по искусственному увеличению осадков в горном регионе. Обзорение прикладной и промышленной математики. Серия “Вероятность и статистика”, том 3. Вып. 2, М., “ТВП”, 1996, с.193-203.
5. Бегалишвили Н.А., Бериташвили Б.Ш., Цинцадзе Т.М., Бегалишвили Н.Н., Мдивани С.Г., Цинцадзе Н.Т. Оценка риска экстремально обильных осадков с использованием их режимных данных. Материалы Международной Научно-Технической конференции “Актуальные Проблемы Гидрометеорологии и Экологии”, Труды Инст.Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета, том 119, с.48-51.

### უაკ 551

**საათობრივი ნალექების განსაზღვრა კლიმატური ცნობარებიდან მათი წლის და თვის სიდიდეების საფუძველზე და ძლიერი, კატასტროფული ნალექების მოსვლის ალბათობების (რისკის) შეფასება/ ნ.ბეგალიშვილი, თ.ცინცაძე, ბ.ბერიტაშვილი, ნ.კაპანაძე, ლ.ქართველიშვილი, ნ.ნ.ბეგალიშვილი, ნ.ცინცაძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2017,ტ.124,გვ.33-37,ქართ. რეზ: ქართ., ინგლ., რუს.**

განხილულია საათობრივი (1,3,6,12 და 24) ნალექების სიდიდეთა გამოთვლის მეთოდიკა, რომელიც დამყარებულია კლიმატური ცნობარებიდან მათი წლის და თვის მონაცემების გამოყენებაზე. მხედველობაში მიიღება, ასევე, მოცემულ თვეში ნალექიან დღეთა რიცხვი, ნალექთა ხანგრძლივობა და სხვა.

წარმოდგენილია სხვადასხვა სიდიდის ნალექების, მათ შორის ძლიერი და კატასტროფული ხასიათის, მოსვლის ალბათობების (რისკის) განსაზღვრის მეთოდი. მას საფუძველად უდევს სადღეღამისო ნალექების ალბათობათა სიმკვრივის ცნობილი განაწილების ფუნქცია (გამა განაწილება

## **UDC 551**

Definition of hourly precipitation from climate reference books on the basis of their annual and monthly values and assessment of heavy/catastrophic shower probability (risk)/ Begalishvili N., Tsintsadze T., Beritashvili B., Kapanadze N., Kartvelishvili L., Begalishvili N.N., Tsintsadze N. Transactions of the Institute of Hydrometeorology et the Georgian Technical University. 2017, vol.124, pp.33-37.Georg., Summ: Georg., Eng., Rus.

The methodology of calculating values of hourly (1,3,6,12 and 24 h) precipitation is discussed, based upon the use of their annual and monthly data from the climate reference books. The number of rainy days in the given month, duration of precipitation, etc. are taken into account as well.

The method to determine the possibility (risk) of occurring different amount of precipitation, including heavy and catastrophic rainfall, is presented. It is based on the known distribution function (Gamma distribution) of the density probability of daily precipitation.

## **УДК 551**

**Определение часовых осадков на основе данных климатических справочников относительно годовых и месячных их величин и оценка вероятности выпадения (риска) сильных и катастрофических осадков./** Бегалишвили Н.А., Цинцадзе Т.Н., Бериташвили Б.Ш., Капанадзе Н., Картвелишвили Л., Бегалишвили Н.Н., Цинцадзе Н.Т./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического университета. 2017. вып.124, с33-37.. Груз. Рез: Груз., Англ., Рус.

Рассмотрена методика расчета часовых (1,3,6,12, и 24ч.) величин осадков, которая основана на применении данных климатических справочников относительно годовых и месячных их значений. Используются, также, месячные данные о числе дней с осадками, их продолжительности и др.

Предложен метод оценки вероятности (риска) выпадения осадков различной величины, в том числе сильных и катастрофических. При оценке используется известная функция распределения плотности вероятности суточных осадков (гамма-распределение).

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

წყალსაცავი ხელოვნური წყალსატევია, რომელიც იქმნება მდინარის ხეობაში კაშხლის აგების შედეგად. იგი ივსება, როგორც ატოსფერული ნალექებით და მიწისქვეშა წყლებით, ასევე მდინარის არხების საშუალებით. წყალსაცავში დაგროვებული წყალი ინახება და გამოიყენება მეურნეობაში გარკვეული დანიშნულებისთვის, მასში წყლის სიღრმე მოცულობა და ზედაპირის ფართობი სეზონურად იცვლება, რაც დამოკიდებულია მრავალ ჰიდრომეტეოროლოგიურ ფაქტორზე, ხოლო მასში წყლის ქიმიური შემადგენლობა დამოკიდებულია მასში შემავალი წყლების ქიმიურ შემადგენლობაზე. განსხვავებულია წყლის თვისებები იმის მიხედვით თუ სად არის წყალსაცავი წარმოშობილი: მდინარეზე თუ დაგუბებულია გარკვეული ტბების შეგუბების ხარჯზე. აქ აღსანიშნავია ასევე ის რომ მდინარის ხეობის ლანდშაფტს მნიშვნელოვნად ცვლის წყალსაცავი. ჩამონადენის გამო ასევე იცვლება მდინარის ბუნებრივი ჰიდროლოგიური რეჟიმი, როგორც შეტბორვის ზონაში ისე კაშხლის ქვემოთ ასევე კილომეტრ მანძილზე. ასევე მცირდება ბუნებრივი წყალდიდობის პროცესები. [1,3] ყოველივე ზემოთ თქმულიდან საჭირო გახდა განგვეხილა მსოფლიოში მომხდარი რამოდენიმე კატასტროფული წყალმოვარდნები რომლებიც სწორედ ხელოვნური კაშხლის გარღვევის შედეგადაა წარმოშობილი:

**1. სენტ-ფრენცისის კაშხლის ბარჯვა**

სენტ-ფრენცისის კაშხალი აშენებული იყო ლოს-ანჯელესის წყალმომარაგებისთვის გრავიტაციული ბეტონით. კაშხალი ჩამოინგრა ღამის თორმეტ საათამდე სამი წუთით ადრე 1928 წლის 12 მარტს, შედეგად დაიღუპა 600 ადამიანი, ეს კატასტროფა აშშ-ში ერთ-ერთი უდიდესი იყო. მიზეზი საინჟინრო კოლექტივის დ იმ სახელმწიფო უწყებების უყურადღებობაა რომელთაც უნდა მოეხდინათ კაშხალზე მუდმივი კონტროლი, რომელთაც უნდა დაეიქსირება კაშხლის კედელზე პირველი ბზარის, გარღვევისას წყალი დაეშვა კანიონში, ტალღის სიმაღლემ მიაღწია 40 მ-ს, მთლიანად წაიღო ელექტროსადგური, რომელიც მისგან 25 მ-ში იყო აშენებული. კატასტროფამ მოიცვა 80 კმ. [4].

**2. დნეპრჰესის კატასტროფა**

აუცილებელი ოპერაცია ჩატარდა 1941 წელს, როდესაც ყოფილ საბჭოთა კავშირში დაგეგმილი იყო დნეპრჰესის შტურმით ალება, რის შემდეგადაც მოხდებოდა ქ. ზაპაროჟეში შესვლა. აფეთქების შედეგად კაშხლის კედელში წარმოიქმნა დიდი ნაპრალი და დაიწყო წლის გადმოდენა. მდ. დნეპრის ქვემო დინებაში ფართო დატბორვის ზონა გაიშალა. გიგანტურმა ტალღამ დატბორა და გაანადგურა მიმდებარე ტერიტორია. ამ მოვლენას თავად გერმანელების დიდი ნაწილი შეეწირა. თითქმის 30 მ-ნმა ტალღამ გაანადგურა ქ. ზაპაროჟიეს ათასული პროდუქციის მარაგი. ათეულობით გემი, თავიანთი ეკიპაჟებით ჩაიძირა. კატასტროფული იყო დაღუპულთა რაოდენობა, ასევე მატერიალური ზარალი. [4].

**3. „მალპასის“ წყალსაცავის კატასტროფა**

„მალპასის“ კაშხლი მდ. რეირანზე ბეტონის თაღოვან ნაგებობა დაახლოებით 7 კმ ქ.



ფრეჟუსან ახლოს (სამხ. საფრანგეთი) განკუთვნილი იყო ირიგაციისათვის და წყალმომარაგებისათვის. 1959 წლის 2 დეკემბერს წყალსაცავი გაირღვა ქ. ფრეჟიური თითქმის მთლიანად დაიტბორა. წყალდიდობის გამო დაიღუპა 423 ადამიანი, საერთო ზარალმა დაახლოებით 68 ათასს დოლარს მიაღწია. გაღრვევის მიზეზი იყო სამშენებლო პროცესში არსრულად წარმოებული სამუშაოების ჩატარება, მრავალი გეოლოგიური ფაქტორის გაუთვალისწინებლობა. ასევე ის, რომ წყალსაცავთან ახლოს იყო

ავტობანის მშენებლობა, რომლის დროსაც სამხედროები აწარმოებდნენ აფეთქებებს. ამ ფაქტორს დაემატა გარეგნული ფაქტორი – თავსხმა წვიმების სახით. [4].

#### 4. „ვაიონტის“ წყალსაცავის კატასტროფა

„ვაიონტი“ თაღვანი ბეტონის კედლების მქონე კაშხალი, რომელიც მდებარეობდა მონტე ტოკის მთასთან ახლოს, მდ. ვაიონტზე. ბელლუნოს პროვინციაში, ჩრ. იტალიაში. წყალსაცავი აშენდა 1961 წელს, რომლის ძირითადი დანიშნულება ყო ელექტროენერგეტიკის



გამომუშავება. წყალსაცავს უნდა ჰქონოდა 0.169 კმ<sup>3</sup> მოცულობა. 1963 წელის კატასტროფის შემდეგ აუვსებელი წყალსაცავი ამოივსო მეწვერის ნარჩენებით. უხვი ნალექის გამო კაშხლის მცირე ნაწილი ჩამოინგრა წყალსაცავიდან. 200 მ წყლის ტალღა გადმოვიდა კაშხლის კედლიდან და დაეშვა ხეობის ქვემოთ. წყალსაცავის მხოლოდ 1 მ ნაწილი იყო ჩამონგრეული, მაგრამ სრულიად ეყო 5 სოფელს, რათა მომხდარიყო ტრაგიკული შედეგები. გარდაცვლილ ადამიანთა რაოდენობა დაახლოებით – 1900-2500 კაცი იყო. 350 ოჯახი

საერთოდ დაიღუპა. [4].

#### 5. „ბაინციოს“ წყალსაცავის კატასტროფა

„ბაინციოს“ წყალსაცავი მდ. ჟუხეზე კორეის სახალხო რესპუბლიკაში ჩუმიადიანის საქალაქო ოლქში ქ. ბიაითან იყო აშენებული. კატასტროფა 1975 წლის 8 აგვისტოს მოხდა. ეს იყო უძლიერესი და უდიდესი კატასტროფა. მსხვერპლის შესახებ სხვადასხვა ცნობები არსებობს, ხოლო წყალდიდობით ოფიციალური მონაცემებით 26 ათასი ადამიანი დაიღუპა. მაგრამ შემდგომი შედეგების მიხედვით, რომელიც გამოწვეული იყო ეპიდემიით და შიმშილით სტიქიური მოვლენის შემდეგ დაღუპულთა რიცხვმა დაახლოებით 171 ათასს მიაღწია. ზოგი ექსპერტის მიხედვით კი 230 ათასს. ამასთან განადგურდა 300 ათასი სული საქონელი, ასევე დაინგა დაახლოებით 5.96 მილიონი შენობა. [4].

#### 6. სეროვის წყალდიდობა



ქ. სეროვში 1993 წელს 14 ივნისს კისელიოვსკის წყალსაცავის გარღვევას მდ. კაკვაზე მოყვა წყალმოვარდნა. წყლის დონის სწრაფმა აწევამ მდ. კაკვას ქვედა დინებაში გამოიწვია მდინარის ხეობის 69 კმ<sup>2</sup> ფართობის დატბორვა. შედეგად დაზარალდა 6.5 ათასი ადამიანი, გარდაიცვალა 15, ხოლო 8 ადამიანი უგზოუკვლოდ დაიკარგა. დატბორვის ზონაში მოექცა 1772 სახლი. დაინგრა ასევე რკინიგზა და 5 საავტომობილო გზა. [4].

#### 7. სიანო-შუშენსკის ჰესის კატასტროფა

ტექიკურ-საწარმოო აგარია 2009 წლის 17 აგვისტოს მოხდა სიანო-შუშენსკის ჰიდროელექტრო სადგურზე. აგარიის შედეგად 75 ადამიანი დაიღუპა. ასევე დიდი ზარალი მიაყენა თავად ელექტრო სადგურს. გამოიწვია ეკოლოგიური კატასტროფა მის მიდამოებში. ამ შეთხვევის მიზეზი აღმოჩნდა ჰიდროაგრეგატის მილის სახურავის დამჭერის დაშლა, რაც გამოწვეული იყო დამატებითი დატვირთვით. ამან კი გადამეტებული მუშაობა განაპირობა, რის შედეგადაც საჭერის მარყუქები მოერყა, რამაც გამოიწვია სახურავის მონგრევა საბოლოოდ, ამასთან დატბორა ცენტრალური სამანქანო შენობა. ამ შემთხვევის დროს დაიღუპა 18 ადამიანი. აქ აღსანიშნავია ის ფაქტი რომ სადგური დაზღვეული იყო 200 მლნ. დოლარად. შედეგად ანაზღაურებული იყო სრულყოფილად მიღებული ზარალი. [4].

#### 8. მდ. ფუხეუს წყალსაცავის ბარღვევა

წყალსაცავი გარღვევა მოხდა 2010 წელს ჩინეთში, მდ. ფუხეზე. კატასტროფის ზონიდან დაახლოებით 100 ათასი ადამიანის ევაკუაცია მოხდა. წყალსაცავი გაიღრვა ხშირი და გადაუღებელი წვიმების გამო. აქ აღსანიშნავია რომ ჩინეთის სამხრეთ და დასავლეთ



ნაწილში ასევე მოხდა წყალმოვარდნები, წყალდიდობები და მეწყერების ჩამოსვლა. საერთო ზარალმა 6.2 მილიარდ დოლარს მიაღწია. სამწუხაროდ 199 ადამიანი დაიღუპა, 123 უგზოუკვლოდ დაიკარგა. [4].

**9. მდ. ინდის კაშხლის ბარჯვევა**

წყალსაცავის გარღვევა 2010 წლის 5 აგვისტოს მოხდა. კატასტროფამ გაანადგურა 895 სახლი, დატბორა 2 მლნ. ჰა სასოფლო სამეურნეო მიწა. 1700-ზე მეტი ადამიანი კი დაიღუპა. გამოწვეული კატასტროფა აქაც უხვი ნალექით იყო განპირობებული. ამ პერიოდში საერთო ჯამში 20 მლნ ადამიანი დაზარალდა. [4]

**10. მდ. ციანტანის წყალსაცავის კატასტროფა**

ციანტანის კაშხლის გარღვევა მოხდა ქ. ხანჩოუს ახლოს, აღმოსავლეთ ჩინეთში 2011 წლის 1 სექტემბერს. აქ, მდ. ციანტანიზე აშენებულ კაშხალზე მრავალი ტურისტი ჩადიოდა ტალღის სანახავად, რომელიც მოქცევისას დაახლოებით 9 მეტრს აღწევდა. 2011 წელს ტალღა კი იმდენად ძლიერი და მაღალი იყო მოქცევისას, რომ გაარღვია წყალსაცავის კედელი და წაიღო მაყურებელი, დაღუპულთა შესახებ ცნობები არ ყოფილია. [4].

**11. ახალი ორლენის კატასტროფა**

ახალი ორლენის მიდამოებში აშშ –ში 2005 წელს ქაშხალ „კატრინამ“ ქალაქის დასახლების დიდი ნაწილი გაანადგურა. მაგრამ ამავე დროს ჩამოანგრია წყალსაცავის კედელი. კაშხლის გარღვევის შედეგად ქალაქის 80 % წყლით დაიფარა და დაიტბორა. ქალქში დაინგრა და დაიტბორა მრავალი სასიცოცხლო ობიექტები. [4].

**12. წყნეთის კაშხლის ბარჯვევა**

1980 წელს დაბა წყნეთის ხელოვნური წყალსაცავი თავსხმა წვიმების დროს აივსო და კაშხალში წლის დონემ აიწია. წყალმა გადმოლახა მიწის ზედაპირი, ჩამორეცხა მიწა, თანდათან გააფართოვა წარმოქმნილი ღარი, შემდეგ მოგლიჯა მიწაყრილი დიდ სიგანეზე და ქვემოთ დაბა წყნეთის დასახლებულ ტერიტორიაზე ნაზღვლევი წყალმოვარდნით დაბლა დაეშვა. წყალმოვარდნამ მთლიანად დაანგრია რამოდენიმე სახლი. იმის გამო, რომ კატასტროფა მოხდა შუალადით, მოსახლეობას ეძინა. შედეგად კი დაიღუპა 7 ადამიანი. [2]

**ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. ტინტილოზოვი ზ. მეწყერები და კლდეზავები მდ. ყვირილას აუზში. საქართველოს გეოგრაფიული საზოგადოების შრომები. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა. თბილისი, 1959, 67-75.
2. ცომაია ვ. მდინარეების ტრანზიტულ უბნებში წყალმოვარდნის წყლის მაქსიმალური ხარჯების განსაზღვრის საკითხებისათვის (მეთოდური მითითება), საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიისა და გარემოს მონიტორინგის მთავარი სამართველოს ინფორმაციული წერილი. №2/133, თბილისი, 1993. 32-42.
3. „საქართველოს ბეობრაზია“ - საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია. ვ. ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი. გვ. 270-277. 2000
4. <https://interesnosti.com>

შპს 551. 485.215

**წყალსაცავების ბარჯვევის შედეგად წარმოქმნილი წყალმოვარდნები.** /ს. გორგიჯანიძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული 2017, ტ.124, გვ.38-41. - ქართ.; რუხ. ქართ., ინგლ., რუს.

სტატიაში მოცემულია მსოფლიოს წყალსაცავებზე მომხდარი კატასტროფული წყალმოვარდნები. მათი ამგვარი სტატისტიკა გვაძლევს საშუალებას სწორი ანალიზი და გათვლები გავაკეთოთ ყველა წყალსაცავის დაგეგმარებაში და მშენებლობაში. რატონაუნდა აქ გასათვალისწინებელია ასევე სხვადასვა ანთროპოგენული ფაქტორი, რომელიც ასევე იწვევს კაშხლის გარღვევას, რასაც მოჰყვება კატასტროფული წყალმოვარდნა. სტატია ერთგვარი წინაპირობაა იმისათვის, რომ საქართველოში წყალსაცავებზე ჩატარდეს მუდმივი მონიტორინგი, დაკვირვება და ანალიზი, რათა არ მოხდეს უარყოფითი შედეგები სხვადასვა ფაქტორის ზეგავლენისას.

UDC 551. 485.215

**FLOODS FORMED AS A RESULT OF THE BREAKTHROUGH OF WATER RESERVOIRS** /S. Gorgijanidze/ Transaction of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2017,V.124, pp.38-41.- Georg. Summ. Georg., Eng., Russ.

The article says that there are given catastrophic floods on the world that have broken through the water reservoirs. Such kind of statistics give us opportunity to make right analyses and take into consideration the planning and construction of all the water reservoirs. Of course, it is necessary to foresee the different anthropological factors which make the reservoirs breakthrough and which are the cause of catastrophic floods. The article is a premise of permanent monitoring, observation and analysis of reservoirs for avoiding of negative result of different influences.

УДК 551. 485.215

**ПОВАДКИ ВАЗНИКАЮЩИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОРИВА ВОДОЁМОВ** /С. Н. Горгиджанидзе/ Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2017,-т.124,-с.38-41. - Груз., Рез. Груз.,

В статье приведены данные о катастрофических наводнениях на мировых водоёмах. подобная статистика даёт возможность сделать правильный анализ и расчёты при планировании строительства всех водоёмов. Безусловно здесь надо принять в виду разные антропогенные факторы влияющие на прорыв плотины вызывающие катастрофические наводнения. статья своеобразная предосылита для праведения постоянных мониторингов, постоянных наблюдении и анализа на водоёмах Грузии, а также для отрицательных последствий под влиянием разных факторов.

## უაკ551.59

### სეტყვიან დღეთა რაოდენობა სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების წარმოებაში, წარმოებისას და მის შემდგომ პერიოდში

ფიფია მ., კაპანაძე ნ., ქართველიშვილი ლ., ბეგლარაშვილი ნ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი 0112, თბილისი, დ. აღმაშენებლის გამზირი 150<sup>ა</sup> mishapipia@yahoo.com

#### შესავალი

სეტყვა, რომელიც დიდ ზიანს აყენებს მსოფლიოს ბევრ ქვეყანას, საკმაოდ ჩვეულებრივი მოვლენაა წლის თბილი პერიოდისთვის. სეტყვიანობის სიხშირისა და ინტენსივობის მიხედვით აღმოსავლეთ საქართველოს, განსაკუთრებით კი კახეთს, ერთ-ერთი პირველი ადგილი უჭირავს დედამიწაზე. სამეცნიერო ლიტერატურაში კახეთს მეორენაირად სეტყვის პროცესების „ბუნებრივ ლაბორატორიასაც“ უწოდებენ.

სეტყვისაგან მიყენებული ზარალი ხშირად ათეულობით მილიონ ლარს შეადგენს. სეტყვა აზიანებს, ხშირად კი მთლიანად ანადგურებს სასოფლო-სამეურნეო ნათესებს, ბაღებს, ვენახებს, საძოვრებს და ა.შ. მნიშვნელოვან ზიანს აყენებს ინფრასტრუქტურასა და სატრანსპორტო საშუალებებს. ამიტომ სეტყვასთან, როგორც ერთ-ერთ სტიქიურ მოვლენასთან ბრძოლას დიდი მნიშვნელობა აქვს ეკონომიკისა და სოფლის მეურნეობის ცალკეული დარგების წარმატებით განვითარებისთვის.

გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან აღმოსავლეთ საქართველოში, სეტყვის პროცესების შესწავლის მიზნით, აქტიურად მიმდინარეობდა თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევითი სამუშაოები. განსაკუთრებით აღსანიშნავია გეოფიზიკისა და ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტებში ჩატარებული კვლევები, რომელთა საფუძველზეც შემუშავდა სეტყვის ღრუბლებზე ზემოქმედების მეცნიერულად დასაბუთებული ეფექტური მეთოდები. ეს მეთოდები დაინერგა სეტყვასთან ბრძოლის სპეციალურ სამსახურში, დაახლოებით 1.2 მლნ. ჰა ფართობზე განლაგებულ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სეტყვისაგან დასაცავად. როგორც ცნობილია მრავალწლიანი სტატისტიკური მასალებიდან აღნიშნული სამუშაოების შედეგად ზარალი შემცირდა 70-80%-ით.

საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ, დაუფინანსებლობის გამო, სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოები შეწყდა, თუმცა სეტყვის პრობლემამ აქტუალობა არ დაკარგა. პირიქით, ჩატარებული გამოკვლევების თანახმად, გლობალური დათბობის პირობებში შეინიშნება ამინდის ექსტრემალური მოვლენების (გვალვების, ძლიერი ქარების, მეწყერების, ღვარცოფების და ა.შ.) გააქტიურება, რომელთა გავლენაც უკვე იგრძნობა საქართველოს ეკონომიკის სხვადასხვა სექტორებსა და ბუნებრივი ეკოსისტემებზე.

პრობლემის აქტუალობიდან გამომდინარე, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სეტყვიანობის კლიმატოლოგიის გამოკვლევასა და მისი ცალკეული კლიმატური მახასიათებლების შესწავლას.

#### ძირითადი ნაწილი

წინამდებარე სტატიაში გამოკვლეულია აღმოსავლეთ საქართველოში (კახეთი, ქვემო ქართლი, სამცხე-ჯავახეთი) სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვის განაწილება სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების ჩატარებამდე (1965 წლამდე), ჩატარების დროს (1967-1989 წწ.) და მის შემდგომ პერიოდში (1990-2014 წწ.).

#### მასალა და მეთოდები

კვლევაში გამოყენებულია აღმოსავლეთ საქართველოს 18 მეტეოროლოგიური სადგურის (კახეთის 8, ქვემო ქართლის 6 და სამცხე-ჯავახეთის 4) დაკვირვებათა მონაცემები, რომელიც მოიცავს სეტყვის პროცესებზე დაკვირვებების დაწყებიდან 2014 წლამდე პერიოდს. გამოყენებული იქნა ასევე მათემატიკური სტატისტიკისა და ალბათობის თეორიის მეთოდები, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის კლიმატოლოგიისა და აგრომეტეოროლოგიის განყოფილებაში დამუშავებული კვლევის მეთოდოლოგიური საფუძვლები.

#### სეტყვიან დღეთა რიცხვი აღმოსავლეთ საქართველოში

აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში სეტყვა წარმოიქმნა დაკავშირებულია ფრონტალური ან შიგამასური პროცესების განვითარებასთან. პირველ შემთხვევაში, როცა ხდება ცივი და ოკლეუზიის ფრონტების შემოჭრა, სეტყვა ვრცელდება საკმაოდ დიდ ფართობზე და ხშირად 50კმ<sup>2</sup>-საც კი აღემატება. ხოლო მეორე შემთხვევაში - პროცესი

ვითარდება ერთგვაროვან ჰაერის მასაში კონვექციური პროცესების გაქტიურების შედეგად, რომლის დროსაც სეტყვას ლოკალური ხასიათი აქვს და ვრცელდება მცირე ფართობზე. შიგამასური პროცესის დროს სეტყვის ხანგრძლივობა არ აღემატება 10-15 წთ-ს.

საქართველოში სეტყვიანობის კვლევას დიდი ხნის ისტორია გააჩნია. სეტყვიანობის პრობლემისადმი მიძღვნილი მრავალრიცხოვანი ლიტერატურა, აღნიშნული მიმართულებით ჩატარებული კვლევების ფართო სპექტრს მოიცავს, როგორც სეტყვიანობის კლიმატოლოგიის [1-8], ასევე სეტყვის განვითარების მექანიზმის შესწავლისა [9] და სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების მეთოდოლოგიის დამუშავების [10-14] თვალსაზრისით.

სეტყვის ხშირი განმეორებით ხასიათდება ჯავახეთის მთიანეთი, მესხეთის და თრიალეთის ქედების სამხრეთ კალთები, კახეთის კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის ნაწილი. ამ რაიონების ცალკეულ ადგილებში სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვი წელიწადში აღწევს 9-10 (ბაკურიანი). ასეთივე განმეორებით ხასიათდება ცენტრალური კავკასიონის მაღალმთიანი სარტყელი 1900-2200 მ ფარგლებში და კახეთის ქედის თხემი. ხშირია აგრეთვე სეტყვის განმეორადობა მდინარეების: ალგეთის და ქციას აუზების შუა ნაწილში, გომბორის ქედის სამხრეთ-აღმოსავლეთ და ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობებზე [5].

როგორც ცნობილია, სეტყვიან დღეთა რიცხვი ადგილის სიმაღლის მიხედვით იზრდება (ცხრ.1).

ცხრილი 1. საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთში სეტყვიან დღეთა რიცხვის ცვლილება სიმაღლის მიხედვით

სიმაღლე ზ/დ. მ.	სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვი	გრადიენტი
500 -1000	1.86	-
1000 – 1500	3.67	1.81
1500 – 2000	6.71	3.04
2000 -2500	5.72	0.99

ცხრილი 1-ის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში სეტყვიან დღეთა რაოდენობა იზრდება 2000 მ სიმაღლემდე, ხოლო 2000 მ სიმაღლის შემდეგ თანდათანობით მცირდება.

აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვიან დღეთა რაოდენობა შეადგენს - კახეთში 2-3, სამხრეთ საქართველოს მთიანეთში 7-10, კავკასიონის ქედის ცენტრალურ ნაწილში 6 და მეტ დღეს. სეტყვიან დღეთა რაოდენობის მიხედვით განსაკუთრებით გამოირჩევა სამხრეთ საქართველოს მთიანეთი და კავკასიონის ქედის ცენტრალური ნაწილი, სადაც სეტყვიან დღეთა რიცხვი წლის განმავლობაში 20 დღეს აღემატება. სეტყვის პროცესების გაქტიურება შეინიშნება უმეტესად გაზაფხულზე და ზაფხულის პირველ ნახევარში, როდესაც კონვექციური ღრუბლების განვითარებისთვის ხელსაყრელი პირობები იქმნება. სეზონური სვლის პირობებში სეტყვიან დღეთა რაოდენობის მაქსიმუმი ძირითადად მოდის მაისსა და ივნისზე, ხოლო კავკასიონის ქედის ცენტრალურ ნაწილში სეტყვის მოსვლის მეორადი მაქსიმუმი ფიქსირდება სექტემბერში [15-20].

**აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვიან დღეთა რიცხვის განსაზღვრა სეტყვის პროცესებზე აქტიურ ზემოქმედებამდე (1965-მდე), ზემოქმედების პერიოდში (1967-1989) და მის შემდგომ (1990-2014) წლებში**

ამ ამოცანის გადასატრედად დამუშავებულ იქნა შესაბამისი მონაცემები კახეთის, ქვემო ქართლისა და სამცხე-ჯავახეთისთვის, რომელიც წარმოდგენილია ცხრილის სახით (ცხრ.2).

როგორც ცხრილი 2-დან ჩანს, კახეთისთვის ზემოქმედების პერიოდში (1967-1989 წლები) სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის წლიური მაჩვენებელი, რაც არ უნდა უცნაურად მოგვეჩვენოს, ზემოქმედებამდე პერიოდთან შედარებით (2.3 დღე) არ კლებულობს, პირიქით უმნიშვნელოდ, მაგრამ მაინც, გაზრდილია და შეადგენს 2.6 დღეს წლის განმავლობაში, ხოლო ზემოქმედების შემდგომ პერიოდში, რომელიც მოიცავს 1990-2014 წლებს, სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის წლიური მაჩვენებელი მკვეთრად კლებულობს წინა ორ პერიოდთან შედარებით და შეადგენს წელიწადში საშუალოდ 1.8 დღეს, რაც ასევე საკმაოდ უჩვეულოდ გამოიყურება.

ცხრილი 2 სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა (წლიური) სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედებამდე, ზემოქმედებისას და მის შემდგომ წლებში

სეტყვიან დღეთა საშუალო წლიური რაოდენობა სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების წლებამდე (1965 წ.-მდე)	სეტყვიან დღეთა საშუალო წლიური რაოდენობა სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების წლებში (1967-1989 წწ.)	სეტყვიან დღეთა საშუალო წლიური რაოდენობა სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების შემდგომ წლებში (1990-2014 წწ.)
კახეთი		
2.3	2,6	1,8
ქვემო ქართლი		
2.8	1,6	1.1
სამცხე-ჯავახეთი		
4.7	1.85	2.6

ქვემო ქართლში სეტყვიან დღეთა რიცხვის დინამიკა ამ სამი პერიოდის განმავლობაში რამდენადმე განსხვავებულია. სეტყვაზე ზემოქმედების პერიოდში იგი ზემოქმედებამდე პერიოდთან შედარებით (2.8 დღე), როგორც მოსალოდნელი იყო, კლებულობს და შეადგენს საშუალოდ 1.6 დღეს წლის განმავლობაში, ხოლო ზემოქმედების შემდგომ პერიოდში, კახეთის მსგავსად, სეტყვიან დღეთა რიცხვი აქაც მნიშვნელოვნად კლებულობს და შეადგენს 1.1 დღეს.

რაც შეეხება სამცხე-ჯავახეთს, არსებული მონაცემების მიხედვით, სეტყვიან დღეთა რიცხვის მსვლელობა აღნიშნულ პერიოდებში ყველაზე მეტად მიჰყვება ლოგიკურ ჯაჭვს და შემდეგნაირად გამოიყურება: აქტიური ზემოქმედების წლებში სეტყვიან დღეთა რიცხვი აქტიურ ზემოქმედებამდე პერიოდთან შედარებით (4.7 დღე), ქვემო ქართლის მსგავსად, მკვეთრად შემცირებულია და შეადგენს 1.8 დღეს საშუალოდ წლის განმავლობაში, ხოლო ზემოქმედების შემდგომ პერიოდში ეს მაჩვენებელი ორივე რეგიონისგან განსხვავებით (კახეთი, ქვემო ქართლი) კვლავ მატულობს და წელიწადში საშუალოდ 2.6 დღეს შეადგენს.

როგორც ვხედავთ აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონებში სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის დინამიკა ერთმანეთისგან საკმაოდ განსხვავებულია. ამის ერთ-ერთი მიზეზი ჩვენი აზრით არის ამ რეგიონებში სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების წარმოების განსხვავებული მეთოდების გამოყენება. კახეთში სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების მეთოდოლოგია ეყრდნობოდა მაღალი ამრეკლადობის მქონე ღრუბლის გადამეტცივებულ ნაწილში მაკრისტალური რეაგენტის (AgI, PbI<sub>2</sub>) შეტანას ერთ და ორ საფეხურიანი “ალანის” ტიპის რაკეტების საშუალებით. (კახეთში 1970 წლამდე მაკრისტალურ რეაგენტად გამოიყენებოდა არგენტუმ იოდი (AgI), რომელიც შემდგომ შეცვლილი იქნა პლუმბუმ იოდ ორით (PbI<sub>2</sub>)). ხოლო, სამხრეთ საქართველოში სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოები წარმოებდა ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში დამუშავებული ორიგინალური მეთოდიკით, რომელიც გულისხმობდა ღრუბლის ერთდროულ დამუშავებას როგორც მაკრისტალური (AgI), ისე ჰიგროსკოპული (NaCl) რეაგენტით აღჭურვილი 100 მმ-იანი საზენიტო ჭურვების („ელბრუსი“) გამოყენებით. AgI-ი შეჰქონდათ გადამეტცივებული ნაწილის მაღალი ამრეკლადობის ზონაში, ხოლო, NaCl-ი ღრუბლის თბილ ნაწილში ნალექწარმომქმნელი პროცესების დასაჩქარებლად.

ცხრილი 2-დან ასევე გამომდინარეობს ერთი შეხედვით უჩვეულო დასკვნა იმის შესახებ, რომ სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოთა შეწყვეტის შემდეგ დასაცავ ტერიტორიებზე სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობამ საგრძნობლად იკლო და შემთხვევათა სიხშირე შემცირდა დაახლოებით 40%-ით (კახეთი, ქვემო ქართლი).

ერთი შეხედვით, ეს მოულოდნელი გარემოება აიხსნება შემდეგი მიზეზებით: საბჭოთა კავშირის დაშლამ გამოიწვია საზოგადოებრივი მეურნეობის დაშლაც, რის შედეგად 1990 წლიდან აღარ ხდებოდა სეტყვით მიყენებული ზარალის ცენტრალიზირებული აღრიცხვა. ამასთან, მნიშვნელოვნად შემცირდა აგრარული კულტურებით დაკავებული ფართობებიც. ამიტომ სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების წარმოების პერიოდის (1967-1989 წწ.) მონაცემები, რომლებიც მეტეოსადგურებიდან მიღებული ცნობების გარდა შეიცავს საზოგადოებრივ მეურნეობებში და სახელმწიფო დაზღვევის სისტემაში აღრიცხულ

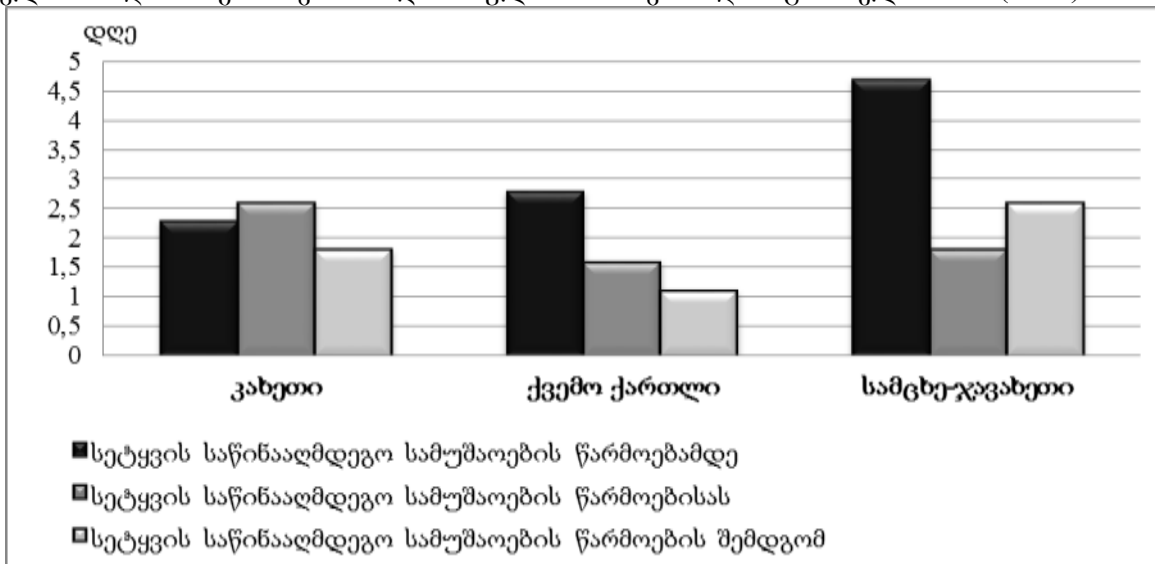
შემთხვევებსაც, გაცილებით სრულად ახასიათებს სექციანობის სიხშირეს სექციისაგან დასაცავ ტერიტორიებზე, ვიდრე ამ სამუშაოების წარმოების შემდგომი პერიოდის მონაცემები.

არაა გამორიცხული, რომ სექციასაშიშ ღრუბლებზე ზემოქმედების მეთოდის ტექნიკური მიზეზებით შესრულების შეუძლებლობის შედეგად, ზოგ შემთხვევაში სექციის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების პერიოდში აღვილი ჰქონდა სექციის მოსვლის პროვოცირებასაც, რაც შემდგომ წლებში აღარ ხდებოდა.

გარდა ამისა, მასალის გაანალიზების დროს გასათვალისწინებელია ის გარემოებაც, რომ სექციის საწინააღმდეგო სამუშაოების წარმოების შემდგომ პერიოდში, მიუხედავად სექციის მოსვლის აღრიცხულ შემთხვევათა მკვეთრი შემცირებისა, მნიშვნელოვნად გაიზარდა დაზიანებული ფართობები, რაც მიუთითებს ბუნებრივ პირობებში სექციასაშიშ პროცესების არათუ შესუსტებას, არამედ გაძლიერებას. ეს საფუძველს იძლევა გასულ პერიოდში სექციასთან ბრძოლის სამუშაოთა ეფექტურობა შეფასდეს დადებითად, თუმცა, ამ დროს დათრგუნვა უძლიერესი პროცესებისა, რომლებთანაც დაკავშირებული იყო ზარალის უდიდესი ნაწილი, მაინც ვერ ხერხდებოდა.

ზემოქმედების შემდგომ პერიოდში სექციან დღეთა საშუალო რაოდენობის შემცირების ერთერთი მიზეზი, სხვა ზემოაღნიშნულ მიზეზებთან ერთად, შეიძლება იყოს მე-20 საუკუნის 90-იანი წლებიდან, როგორც მთელს მსოფლიოში, ასევე ჩვენს რეგიონში კლიმატის ცვლილების ფონზე მკვეთრად განვითარებული გლობალური დათბობა [21-22].

თვალსაჩინოებისათვის ცხრილი 2-ის მონაცემების საფუძველზე შედგენილ იქნა დიაგრამა, რომელიც გრაფიკულად ასახავს საკვლევი რეგიონების სექციან დღეთა რიცხვის მსვლელობის დინამიკას ზემოთ აღნიშნული სამი პერიოდის განმავლობაში (ნახ.1).

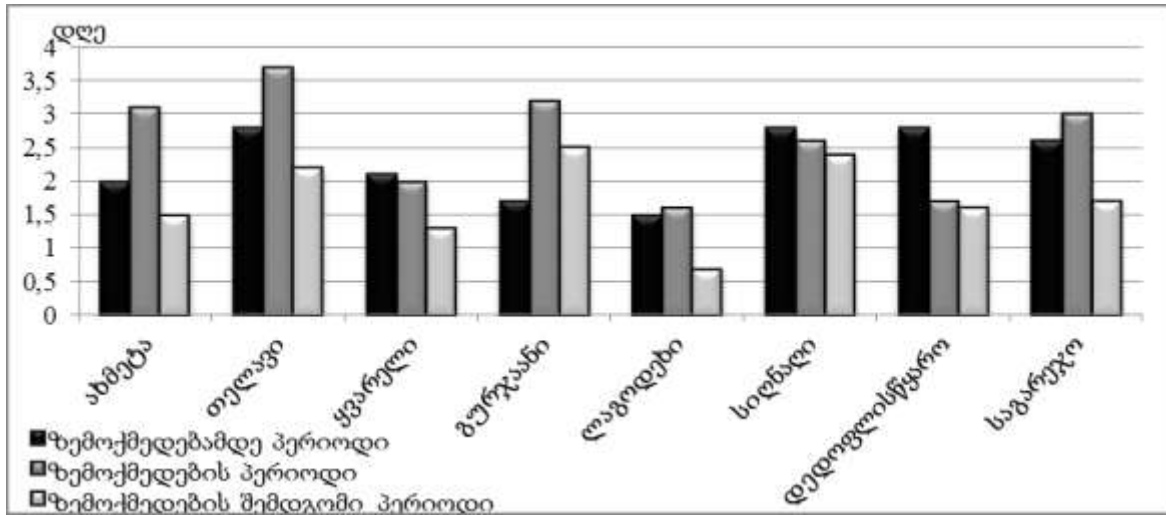


ნახ. 1 სექციან დღეთა საშუალო რიცხვი სექციის საწინააღმდეგო სამუშაოების წარმოებამდე, წარმოებისას და მის შემდგომ წლებში აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთი რეგიონისთვის

აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთი რეგიონის (კახეთი, ქვემო ქართლის, სამცხე-ჯავახეთი) სექციან დღეთა რაოდენობის ცვლილების ანალიზი სექციის საწინააღმდეგო სამუშაოების წარმოებამდე, წარმოების პერიოდში და მის შემდგომ წლებში

1965 წლამდე და 1967-2014 წწ. მონაცემების საფუძველზე, შედგენილ იქნა გრაფიკები კახეთის, ქვემო ქართლისა და სამცხე-ჯავახეთის რეგიონებისთვის, სადაც თვალნათლივ ჩანს სექციანობის მდგომარეობა სამივე რეგიონის თითოეული მუნიციპალიტეტისათვის სექციის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების წლებამდე, ზემოქმედების პერიოდში და მას შემდგომ წლებში (ნახ.2, ნახ.3 და ნახ.4).

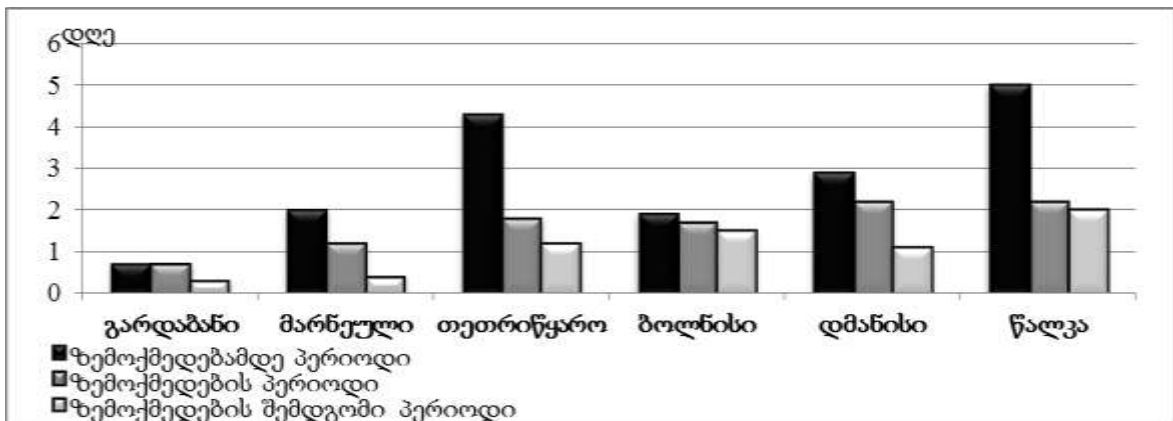
კახეთის რეგიონში სექციან დღეთა საშუალო რიცხვის ცვლილება მუნიციპალიტეტების მიხედვით მეტწილად განსხვავებულია(ნახ.2)



ნახ. 2 სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვი (წლიური) სეტყვაზე ზემოქმედების წლებამდე (1965-მდე), ზემოქმედების პერიოდში (1967-1989) და მის შემდგომ წლებში (1990-2014) წლებში კახეთის რეგიონში

ნახ. 2-დან აშკარად ჩანს, რომ სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების წლებში კახეთის რეგიონის ზოგიერთ მუნიციპალიტეტში სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა წლის განმავლობაში მეტია მანამდე და მის შემდგომ პერიოდთან შედარებით (რაც საკმაოდ უჩვეულოა), ხოლო ზემოქმედების შემდგომ წლებში (1990-2014) სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა წლის განმავლობაში ორივე პერიოდთან შედარებით აშკარად კლებულობს.

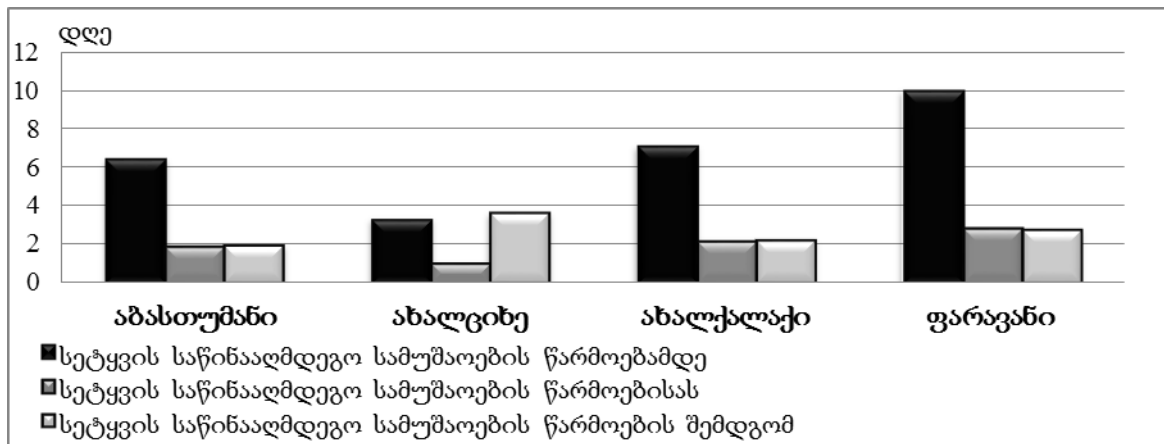
გარკვეულწილად განსხვავებული მდგომარეობაა ქვემო ქართლის რეგიონის მუნიციპალიტეტებში (ნახ.3)



ნახ. 3 სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვი (წლიური) სეტყვაზე ზემოქმედების წლებამდე (1965-მდე), ზემოქმედების პერიოდში (1967-1989) და მის შემდგომ წლებში (1990-2014) წლებში ქვემო ქართლის რეგიონში

ნახ. 3 - დან ჩანს, რომ ქვემო ქართლში, კახეთისგან განსხვავებით სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვი სეტყვაზე აქტიური ზემოქმედების წლებში თითოეული მუნიციპალიტეტისთვის კლებულობს ზემოქმედებამდე პერიოდთან შედარებით, ხოლო ზემოქმედების შემდგომ წლებში, ისევე როგორც კახეთში, შეინიშნება ამ მაჩვენებლის მნიშვნელოვანი შემცირება.

სამცხე-ჯავახეთში სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის ცვლილების დინამიკა საკვლევი პერიოდების განმავლობაში, განხილულია ოთხი მუნიციპალიტეტის მონაცემების საფუძველზე (ნახ.4)



**ნახ. 4** სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვი (წლიური) სეტყვაზე ზემოქმედების წლებამდე (1965-მდე), ზემოქმედების პერიოდში (1967-1989) და მის შემდგომ წლებში (1990-2014) წლებში სამცხე-ჯავახეთის რეგიონში

როგორც ნახ.4-დან ვხედავთ, სამცხე-ჯავახეთში სეტყვიან დღეთა რიცხვის მსვლელობა აღნიშნული პერიოდების განმავლობაში ყველაზე უფრო ლოგიკურად ვითარდება სხვა რეგიონებთან შედარებით.

ისევე როგორც ქვემო ქართლში, სამცხე-ჯავახეთში სეტყვიან დღეთა რიცხვი სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების პერიოდში ყველა აღნიშნულ მუნიციპალიტეტში კლებულობს ზემოქმედებამდე პერიოდთან შედარებით, ხოლო ზემოქმედების შემდგომ წლებში, ორივე რეგიონისგან განსხვავებით ეს მანვენებელი თითქმის ყველა მუნიციპალიტეტში კვლავ მატულობს და ახალციხის შემთხვევაში იგი უტოლდება ზემოქმედებამდე არსებულ მანვენებელს.

**დასკვნა**

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე სეტყვიან დღეთა რაოდენობის მსვლელობა ჩვენს მიერ განხილული პერიოდების მიხედვით არაერთგვაროვანია. კერძოდ, კახეთში სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების წარმოების პერიოდში სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა წინა პერიოდთან შედარებით უმნიშვნელოდ იზრდება, განსხვავებით ქვემო ქართლისა და სამცხე-ჯავახეთის რეგიონებისა, სადაც ეს მანვენებელი სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების წარმოების პერიოდში საგრძნობლად შემცირებულია. ხოლო, სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების წარმოების შემდგომ წლებში იგი კვლავ მატულობს სამცხე-ჯავახეთში, თუმცა კახეთსა და ქვემო ქართლში წინა პერიოდებთან შედარებით მნიშვნელოვნად შემცირებულია.

**ლიტერატურა - REFERENCES –ЛИТЕРАТУРА**

1. ამირანაშვილი ა., ამირანაშვილი ვ., ბლიაძე თ., ნოდია ა., ჩიხლაძე ვ., ბახსოლიანი მ., ხუროძე თ., კახეთში სეტყვიანობის მრავალწლიური ცვალებადობის თავისებურებანი, საქ. მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები ტ. 21, 2003
2. Гигинеишвили В.М. Градобития в Восточной Грузии. Л., Гидрометеоиздат, 1960
3. Сухишвили Э.В. Град. Климат и климатические ресурсы Грузии. Л., Гидрометеоиздат, 1971
4. Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э. Стихийные метеорологические явления на территории Грузии. Тбилиси, Зеон, 2012
5. Пипия М.Г., Число дней и продолжительность градобитий на территории Грузии. Геополитика и экогеодинамика регионов, Научный журнал, Том 10, Выпуск 1, стр. 828-830, [http://crimean-center.com/?page\\_id=922](http://crimean-center.com/?page_id=922), Симферополь, 2014
6. Pipia M.; Beglarashvili N. Hail hits in eastern Georgia. Online scientific journal "International Scientific Publications", Info Invest Ltd, Burgas, Bulgaria. Scientific papers , 2014
7. ფიფია მ., სეტყვიან დღეთა რაოდენობის სივრცულ-დროითი ცვლილებები კახეთის ტერიტორიაზე, მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №1(721), გვ. 45-53, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2016



8. ფიფია მ., ბეგლარაშვილი ნ., სეტყვიანობის მრავალწლიური ცვლილება აღმოსავლეთ საქართველოში, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული ტ. 1, Ecology & afety, Volume 8, pp. 567-573. <http://www.scientificpublications.net/en/issue/1000001/23>, გვ. 30-38, 2016
9. Бартишвили И.Т., Надибаидзе Г.А., Бегалишвили Н.А., Гудушаури Ш.Л. К физическим основам метода ЗакНИГМИ борьбы с градом. Труды ЗакНИГМИ, вып.67(73), 1978
10. Amiranashvili Avtandil G., Chikhladze Victor A., Dzodzuashvili Ucha V., Ghloni Nugzar Ya., Sauri Ioseb P., Journal of the Georgian Geophysical Society, v.18B, pp. 92-106, 2015
11. Гигинеишвили В.М., Ломинадзе В.П. Некоторые вопросы организации градовой службы в Алазанской долине. Труды ЗакНИГМИ, вып.16(22), 1964
12. Карцивадзе А.И., Салуквадзе Т.Г., Лапинскас В.А. Некоторые вопросы методики воздействия на градовые процессы с использованием противоградовой системы «Алазани». Труды института Геофизики АН Грузии, Т. 26, 1975
13. Amiranashvili Avtandil G., Chikhladze Victor A., Dzodzuashvili Ucha V., Jincharadze Gocha A., Pipia Mikheil G., Sauri Ioseb P., On the Use of Anti-Hail Rockets "Trayal D 6- B" in the Work of Anti-Hail System in Kakheti (Georgia), Journal of the Georgian Geophysical Society, V.19B, pp. 73-78, 2016
14. fifia m. setyvis sawinaaRmdego samuSaoebis warmoebis perspeqtivebi zogierTi klimaturi maxasiaTeblebis gaTvaliswinebiT kaxeTis regionSi (saqarTvelo), mixeil nodias sax. geofizikis institutis Sromebi, t. 66, gv. 96-107, 2016
15. Амиранашвили А.Г., Варазанашвили О.Ш., Нодия А.Г., Церетели Н.С., Хуродзе Т.В. Статистические характеристики числа дней с градом в год в Грузии. Материалы межд. конф. “Климат, природные ресурсы, стихийные катастрофы на Южном Кавказе”, Тр. Ин-та гидрометеорологии, том № 115, стр. 427-433, ISSN 1512-0902, Тб., 18-19 ноября, 2008
16. Амиранашвили А.Г., Варазанашвили О.Ш., Пипия М.Г., Церетели Н.С., Элизбарашвили М.Э., Элизбарашвили Э.Ш. Некоторые данные о градобитиях в Восточной Грузии и экономическом ущербе от них. Международная конференция “Актуальные проблемы геофизики”. Материалы научной конференции, посвященной 80 – летию со дня основания Института геофизики. стр.145-150, Тб., 2014
17. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. Под ред. Сванидзе Г.Г. и Цуцкиридзе Я.А., Л.:”Гидрометеоздат”, 1980
18. Элизбарашвили Э. Ш.; Амиранашвили А.Г.; Варазанашвили О.Ш.; Церетели Н.С.; Элизбарашвили М.Э.; Элизбарашвили Э.Ш.; Пипия М.Г. Градобитие на территории Грузии European Geographical Studies, Vol. 2, No. 2, pp. 55-69, 2014
19. Amiranashvili A.G., Amiranashvili V.A., Nodia A.G., Khurodze T.V., Toronjadze A.F., Bibilashvili T.N. Spatial-temporary characteristics of number of days with a hails in the warm period of year in Georgia. Proc. 14<sup>th</sup> Int. Conf. on Clouds and Precipitation, Bologna, Italy, 18-July 2004
20. Varazanashvili O., Tsereteli N., Amiranashvili A., Tsereteli E., Elizbarashvili E., Dolidze J., Qaldani L., Saluqvadze M., Adamia Sh., Arevadze N., Gventcadze A. Vulnerability, hazards and multiple risk assessment for Georgia. Natural Hazards, Vol. 64, Number 3, pp. 2021–2056, <http://www.springerlink.com> , 2012
21. ელიზბარაშვილი ე., ტატიშვილი მ., ელიზბარაშვილი მ., მესხია რ., ელიზბარაშვილი შ., საქართველოს კლიმატის ცვლილება გლობალური დათბობის პერიოდში. თბ., 2013
22. შავლიაშვილი ლ., კორძახია გ., ელიზბარაშვილი ე., კუჭავა გ., ტუღუში ნ., ალაზნის ველის ნიადაგების დეგრადაციის საკითხები კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბ., 2014

## უაკ551.59

**სეტყვიან დღეთა რაოდენობა სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების წარმოებამდე, წარმოებისას და მის შემდგომ პერიოდში** /ფიფია მ., კაპანაძე ნ., ქართველიშვილი ლ., ბეგლარაშვილი ნ./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2017,ტ.124,გვ.42-49.ქართ. რეზ: ქართ., ინგლ., რუს. აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთი რეგიონის(კახეთი, ქვემო ქართლი, სამცხე-ჯავახეთი) მაგალითზე გამოკვლეულია სეტყვიან დღეთა რიცხვის ცვლილება სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების წლებამდე, რომელიც მოიცავს 1965-მდე პერიოდს, აქტიური

ზემოქმედების წლებში(1967-1989) და ზემოქმედების შემდგომ წლებში(1990-2014). სამივე პერიოდისთვის 18 მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემების საფუძველზე, გაანალიზებულია სეტყიან დღეთა საშუალო რაოდენობის ცვლილების დინამიკა თითოეული რეგიონისთვის ცალ-ცალკე, რაიონების მიხედვით.

#### **UDC 551.59**

**Number of days with the hail prior to the beginning, in the period and afterward performing anti-hail work** /Pipia M., Kapanadze N., Kartvelishvili L., Beglarashvili N./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology et the Georgian Technical University. 2017, vol.124, pp.42-49.Georg., Summ: Georg., Eng., Rus.

On the example of some regions of eastern Georgia(Kakheti, Kvemo Kartli, Samtskhe-Javakheti) was investigated change the number of days with the hail before the active Impacts on hail processes, within the period up to 1965, within the period in the years of active Impacts on hail processes and within the period after Impacts on hail processes. For all three periods, on the basis of data of 18 meteorological stations was analyzed the dynamics of a change in the average the number of days with the hail for each region separately on by their municipality.

#### **УДК 551.59**

**Число дней с градом до начала, в период и после проведение противоградовых работ** /Пи́пия М.Г., Капанадзе Н.И., Картвелишвили Л.Г., Бегларашвили Н.Г./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии ГрузинскогоТехнического университета. 2017. вып.124, с.42-49. Груз. Рез: Груз.,Англ., Рус.

На примере некоторых регионов восточной Грузии(Кахетия, Квемо Картли, Самцхе-джавахети) было исследованно изменения число дней с градом до активного воздействия на градовых процессов, за период до 1965 года, за период в годы активного воздействия на градовых процессов(1967-1989) и за период после воздействия на градовых процессов(1990-2014). Для все три периода, на основе данных 18 метеорологических станции было проанализированна динамика изменения среднего число дней с градом для каждого региона по отдельности по их районам.

**სასურსათო კულტურების აბრეშქნოლოგიის ოპტიმალური ვადები  
გლობალური დატოვის ბათვალისწინებით**

**მელაძე გიორგი, მელაძე მაია**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი,  
საქართველო [meladze.agromet@gmail.com](mailto:meladze.agromet@gmail.com) [meladzem@gmail.com](mailto:meladzem@gmail.com)

კლიმატის გლობალური დატობა ატმოსფეროს მიწისპირა ჰაერში, გამოწვეულია სხვადასხვა ფაქტორებით. მათ შორის ერთერთი უმთავრესია ანთროპოგენური ზემოქმედება, რომელიც ვლინდება ადამიანის მიერ ბუნებრივი რესურსების არარაციონალური გამოყენებით და სხვა სახის სამეურნეო საქმიანობით. რაც იწვევს ატმოსფეროში ნახშირორჟანგა გაზის დიდი რაოდენობით დაგროვებას. ეს უკანასკნელი დედამიწიდან გამოსხივებულ ინფრაწითელ სხივებს აკავებს „სათბურის ეფექტის“ ანალოგიურად, რომლის შედეგად ჰაერში არსებული ტემპერატურა მატულობს [1, 2]. აღნიშნული პროცესის გამომწვევი მიზეზების შერბილებისათვის (მითიგაცია), საჭიროა ბუნებრივი რესურსების გონივრულად და მიზნობრივად გამოყენება, წინააღმდეგ შემთხვევაში საფრთხე ემუქრება გარემოს ეკოლოგიურ წონასწორობას.

კლიმატის ცვლილება გამოვლენილი იქნა გასული საუკუნის ოთხმოციანი წლებიდან და დღემდე გრძელდება. აღნიშნულის შედეგად, მსოფლიო მასშტაბით IPCC ანგარიშის მიხედვით, ჰაერის საშუალო ტემპერატურის მატებამ 0.6°C შეადგინა. ტემპერატურის მატების ტენდენციას ადასტურებს, აგრეთვე მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) გამოკვლევებიც [3].

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის მატება თუ მომავალშიც გაგრძელდა, 2020-2050 წლებისათვის შეიძლება გაორმაგდეს და ჰაერის ტემპერატურამ 2-3°C-მდე მოიმატოს [4, 5].

კლიმატის გლობალური ცვლილება საქართველოს ტერიტორიაზეც აღინიშნა. ჰაერის ტემპერატურის მატება დაფიქსირდა 0.2-0.5°C საქართველოს დასავლეთ და აღმოსავლეთ (შესაბამისად) ტერიტორიებზე [6, 7]. აღნიშნულმა ტემპერატურის მატების ტენდენციამ შესაძლოა 2030-2050 წლებისათვის მოიმატოს 2°C და მეტი. რაც, აშკარად აისახება ქვეყნის სხვადასხვა დარგზე, განსაკუთრებით აგრარულ სექტორზე. კერძოდ, აგროკულტურების ზრდა-განვითარებაზე, აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარების ვადებზე (ნიადაგის მოხვნა, სასუქების შეტანა, ჩითილების გადარგვა, თესვა და სხვა). აქედან გამომდინარე, წინასწარ უნდა განისაზღვროს სასურსათო კულტურების (საშემოდგომო ხორბალი, მხესუმზირა, კარტოფილი) აღნიშნული აგროტექნოლოგიის (თესვა, დარგვა) ჩატარების ოპტიმალური ვადები.

აგროკულტურათა შორის, საშემოდგომო ხორბალი, მხესუმზირა და კარტოფილი მნიშვნელოვანი სასურსათო კულტურებია. მათი ზრდა-განვითარება და მოსავლის ფორმირება ძირითადად დამოკიდებულია აგრომეტეოროლოგიურ ფაქტორებზე. მაგალითად, საშემოდგომო ხორბლის ნორმალურ გამოზამთრებას უთოვლო ზამთრის პირობებში, ჰაერისა და ნიადაგის დაბალმა ტემპერატურებმა ზოგჯერ შეიძლება პრობლემა შეუქმნას, რაც ძირითადად დამოკიდებულია შემოდგომის პერიოდში კულტურის განვითარების ვიზუალურ მდგომარეობაზე. იმ შემთხვევაში, თუ მცენარეს 4-6 ზრდა დასრულებული ფოთოლი აქვს და საკმაოდ დაბუჩქულია ნორმალურად გამოზამთრებს და პირიქით. აღნიშნულს განაპირობებს ის, რომ მოცემულ ფენოლოგიურ ფაზაში, მცენარეები შეიცავენ საჭირო რაოდენობით პლასტიკურ ნივთიერებებს, რაც ხელსუწყობს გამოზამთრებას. შემოდგომაზე მცენარეთა ნათესები თუ არ არის, ისე განვითარებული, როგორც აღინიშნა ან ნიადაგში ადრეა ჩათესილი (არაოპტიმალურ ვადაში) და მეტად განვითარებულია (9-10 ფოთოლი), ასეთ შემთხვევაში ხანგრძლივი ზამთრის ყინვებისადმი, ისინი არამდგრადია და ადვილად ზიანდებიან, რაც მოსავლის დანაკარგს იწვევს (1.0-1.2 ტ/ჰა). ასევე, გავლენას ახდენს მოსავალზე გვიანი თესვა, რადგან მცენარე ვერ ასწრებს სათანადოდ განვითარებას და

ზამთრის პერიოდში შედის სუსტად განვითარებული. რის შედეგად იგი არადამაკმაყოფილებლად იზამთრებს, ნათესები განიცდის გამეჩხერებას და დაკნინებას. ამიტომ მცენარეები გაზაფხულზე ვეგეტაციის პერიოდში ჩამორჩებიან ზრდაში და საბოლოოდ არ იძლევიან სასურველ მოსავალს. აქედან გამომდინარე, შემოდგომაზე მოცემული კულტურის ოპტიმალური თესვის ვადების დადგენას დიდი მნიშვნელობა აქვს გამოზამთრებისა და გარანტირებული მოსავლის უზრუნველყოფაში. არანაკლები მნიშვნელობა აქვს მზესუმზირის და კარტოფილის თესვის ოპტიმალური ვადების დადგენას მოსავლიანობისათვის, რომელთა არაოპტიმალურ ვადებში დარგვისა და თესვისას შეიძლება შემცირდეს კარტოფილის მოსავალი 1.5-1.6 ტ/ჰა და მზესუმზირის 0.4-0.5 ტ/ჰა, აგრეთვე ნაკლები რაოდენობით გროვდება ზეთი მის თესვებში. მოცემული კულტურების ნიადაგში თესვის და დარგვის დროს სასურველია გათვალისწინებული იქნას კარტოფილისათვის ქვიშარი და თიხნარი შავმიწა ნიადაგები, ხოლო ხორბლისა და მზესუმზირისათვის შავმიწა და გაეწერებული ნიადაგები.

საქართველოს ტერიტორიაზე საშემოდგომო ხორბლის თესვის ვადებზე დაკვირვებათა მასალების ანალიზისა და დამუშავების საფუძველზე [8], თესვა ძირითადად წარმოებს ნიადაგის 5 სმ სიღრმეში, ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურის 15°C-ის ქვევით გადასვლის თარიღის დადგომისას. ეს პერიოდი რაიონების მიხედვით საკმაოდ ხანგრძლივია (25-45 დღე). ტემპერატურის 15°C-ის ქვევით გადასვლის თარიღების დადგომა შედარებული იქნა ნიადაგის 5 სმ-ზე თესვების ჩათესვის სიღრმის ტემპერატურებთან, სადაც მითითებული ნიადაგის სიღრმის (5 სმ) ტემპერატურა 2°C-მდე მეტი აღმოჩნდა ჰაერის ტემპერატურასთან შედარებით. აქედან დავასკვნით, რომ ნიადაგის 5 სმ სიღრმეში ტემპერატურა (15°C+2°C=17°C) 17°C-მდე დაიკვირვება, რაც სრულიად უზრუნველყოფს თესვების გაღვივებას, მათ ერთდროულად აღმოცენებას და მიწისზედა ნაწილების ნორმალურ განვითარებას. დაახლოებით იგივე ტემპერატურით (2-3°C-მდე) მეტი აღინიშნება ნიადაგში გაზაფხულზე ჰაერის ტემპერატურის 5°C-ის ზევით გადასვლისას, რომლის დროს კარტოფილისა და მზესუმზირას კულტურების ნიადაგში (7-9 სმ) დარგვისა და თესვისას ტემპერატურა 7°C-მდე დაიკვირვება. რაც ნორმალურია კარტოფილისა და მზესუმზირას ნიადაგიდან ერთდროულად აღმოცენებისა და განვითარებისათვის. მაშასადამე, შემოდგომაზე ჰაერის ტემპერატურის 15°C-ის ქვევით და გაზაფხულზე 5°C-ის ზევით თარიღის განსაზღვრიდან სოფლის მეურნეობის სპეციალისტებსა და ფერმერებს შეუძლიათ ოპტიმალურ ვადებში ჩაატარონ მოცემული კულტურების თესვისა და დარგვის ღონისძიებები.

ზემოაღნიშნული ტემპერატურის მატების ტენდენციიდან გამომდინარე, საშემოდგომო ხორბლის, მზესუმზირისა და კარტოფილის კულტურების ნიადაგში თესვისა და დარგვის ოპტიმალური ვადების დადგენის სცენარებისათვის, გათვალისწინებული იქნა ჰაერის ტემპერატურის მატება 1°C-ით საქართველოს დასავლეთ, ხოლო 2°C-ით საქართველოს აღმოსავლეთ ტერიტორიებზე, რადგან აქ შეინიშნება ტემპერატურის მეტი მატების ტენდენცია. აღნიშნულისათვის გამოყენებული იქმნა რეგიონული კლიმატური მოდელი RegCM-4 და A1 სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების, მომავლის (2020-2050 წწ) სცენარი [6]. სადაც გამოთვლილია 1 - თებერვლიდან ჰაერის ტემპერატურის 5°C-ის ზევით და 1 - აგვისტოდან 15°C-ის ქვევით დადგომის თარიღები (დღეებში). აღნიშნული დაკავშირებულია მოცემული კულტურების მწარმოებელ რაიონებთან, ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით, რადგან ტემპერატურა კანონზომიერად იკლებს სიმაღლის შესაბამისად. აღნიშნული მონაცემები დამუშავებულია აგრომეტეოროლოგიაში მიღებული მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდით, სადაც გამოვლენილია მჭიდრო კორელაციური კავშირები: სცენარით ტემპერატურის 1° და 2°C-ით მატებისას (R=0.97-0.98) საქართველოს დასავლეთ და აღმოსავლეთ ტერიტორიებისათვის (შესაბამისად). აგრეთვე, სცენარის გარეშე (R=0.96) საქართველოსათვის (საბაზისო). აღნიშნული საიმედო კორელაციური კავშირებიდან გამომდინარე, შედგენილია რეგრესიის განტოლებები. კერძოდ, შემოდგომაზე ჰაერის

საშუალო ტემპერატურის 15°C-ის ქვევით გადასვლის თარიღის დასადგენად საშემოდგომო ხორბლის თესვისათვის, ხოლო გაზაფხულზე ტემპერატურის 5°C-ის ზევით გადასვლის თარიღის დასადგენად მზესუმზირას თესვისა და კარტოფილის დარგვისათვის (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. რეგრესიის განტოლებები გაზაფხულზე ტემპერატურის 5°C-ის ზევით და შემოდგომაზე 15°C-ის ქვევით გადასვლის თარიღების განსაზღვრისათვის

აგროკულტურა	სცენარი, ტემპერატურის 1°C-ის მატებით (საქართველოს დასავლ.)	სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ის მატებით (საქართველოს აღმოს.)	საბაზისო (მიმდინარე), საქართველო	ცდომილება (დღე) Su±
საშემოდგომო ხორბალი	$U=-0.0357h+89.12$	$U=-0.0413h+94.25$	$U=-0.0368h+84.46$	5
კარტოფილი, მზესუმზირა	$U=0.0412h+7.05$	$U=0.0381h+6.10$	$U=0.0419h+10.60$	6

საშემოდგომო ხორბლის განტოლებებში U - ტემპერატურის 15°C-ის ქვევით გადასვლის თარიღია (ანუ დღეთა რიცხვი 1 - აგვისტოდან ტემპერატურის 15°C-ის ქვევით გადასვლის თარიღამდე), ხოლო კარტოფილისა და მზესუმზირას განტოლებებში ტემპერატურის 5°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი (ანუ დღეთა რიცხვი 1 - თებერვლიდან ტემპერატურის 5°C-ის ზევით გადასვლის თარიღამდე), h - ზღვის დონიდან სიმაღლე.

მაგალითისათვის. განვსაზღვროთ სცენარით ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას საქართველოს აღმოსავლეთით, გარდაბნის მუნიციპალიტეტში ჰაერის ტემპერატურის 15°C-ის ქვევით გადასვლის თარიღი საშემოდგომო ხორბლის თესვის ოპტიმალური ვადის დასადგენად. მოცემული მუნიციპალიტეტი მდებარეობს ზღვის დონიდან 300 მ სიმაღლეზე. ამ უკანასკნელის ჩასმით შესაბამის განტოლებაში (ცხრილი 1) h-ის ნაცვლად და სათანადო მათემატიკური მოქმედებით მიიღება 82 დღეთა რიცხვი. რომელიც გადაითვლება 1 - აგვისტოდან და 15°C-ის ქვევით გადასვლის თარიღის დადგომა იქნება 21 ოქტომბერს. მიღებულ თარიღში შესაძლებელია მოცემული კულტურის თესვა ნიადაგის 5 სმ სიღრმეში. საბაზისოს მიხედვით 300 მ სიმაღლეზე 15°C-ის ქვევით გადასვლის თარიღის დადგომა აღინიშნება 12 ოქტომბერს.

ანალოგიურად განისაზღვრება საქართველოს დასავლეთით, მაგალითად, ჭიათურის მუნიციპალიტეტისათვის ზღ. დონიდან 348 მ სიმაღლეზე, სცენარით ტემპერატურის 1°C-ით მატებისას თარიღია 16 ოქტომბერი. საბაზისოს (მიმდინარე) იმავე სიმაღლეზე (348 მ), სცენარის გარეშე დაიკვირება 10 ოქტომბერს. მაშასადამე, სცენარების მიხედვით ტემპერატურის 1° და 2°C-ით მატებისას საშემოდგომო ხორბლის თესვა (შემოდგომაზე) შეიძლება ჩატარდეს 6 და 9 დღით გვიან (შესაბამისად). ე.ი. სცენარებით (1° და 2°C) თესვის ვადა გადაიწევეს გვიან შემოდგომაზე საბაზისოს თესვის ვადასთან შედარებით. იმავე სცენარების მიხედვით (1° და 2°C-ით მატებისას), შესაბამისი განტოლებებიდან გამოდინარე, გაზაფხულზე კარტოფილის დარგვა და მზესუმზირას თესვა გადაიწევეს 4 და 6 დღით ადრე საბაზისოსთან შედარებით (25.II და 23.II).

იმ შემთხვევაში, თუ არ არის ცნობილი ზღვის დონიდან სიმაღლე (h), მაშინ საჭიროა ინფორმაცია გაზაფხულზე ჰაერის საშუალო დღელამურ ტემპერატურაზე (5°C-ის ზევით ტემპერატურის გადასვლის თარიღის განსაზღვრისათვის). რისთვისაც გამოიყენება განტოლება:

$$n=-2.5x+78 (1),$$

სადაც n - ტემპერატურის 5°C-ის ზევით გადასვლის თარიღია, x - ორი თვის ჰაერის საშუალო ტემპერატურის ჯამია (თებერვალი-მარტის, მარტი-აპრილის ან აპრილი-მაისის). განტოლებაში ამ ორი თვის ტემპერატურების ჯამი ჩაისმება, სადაც მაგალითად, თებერვლის

ტემპერატურა თუ 5°C-ზე ნაკლებია და მარტის თვის 5°C-ზე მეტია, ისინი შეიკრიბება და ჩაისმება შესაბამის განტოლებაში. მიღებული რიცხვი გადაითვლება ყოველთვის 1 - თებერვლიდან და მიიღება ტემპერატურის 5°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი. შემოდგომის პერიოდისათვის გამოიყენება შემდეგი განტოლება:

$$n=2.2x-32 (2),$$

სადაც  $n$  - ტემპერატურის 15°C-ის ქვევით გადასვლის თარიღია,  $x$  - ორი თვის ჰაერის საშუალო ტემპერატურის ჯამია (აგვისტო-სექტემბრის, სექტემბერ-ოქტომბრის ან ოქტომბერ-ნოემბრის). შესაბამის განტოლებაში ამ ორი თვის ტემპერატურების ჯამი ჩაისმევა, რომლის ერთი თვის ტემპერატურა მეტია 15°C-ზე, ხოლო მეორე თვის 15°C-ზე ნაკლები. შეკრებილი ორი თვის ტემპერატურათა ჯამის განტოლებაში ჩასმით მიღებული რიცხვი გადაითვლება ყოველთვის 1 - აგვისტოდან და მიიღება ტემპერატურის 15°C-ის ქვევით გადასვლის თარიღი.

მოცემული კულტურების თესვის და დარგვის ვადების რამდენადმე გახანგრძლივებულ პერიოდში, შეიძლება ხელსაყრელი აღმოჩნდეს დაბლობი, ასევე მთიანი, მაღალმთიანი და მაღალი განედების პირობებში მყოფი რეგიონების ტერიტორიებისათვის, სადაც მოკლე სავგებეცაო პერიოდი დაიკვირვება.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, კლიმატის გლობალური დათბობის პირობებში, ჩვენს მიერ გათვალისწინებული სცენარით, ტემპერატურის 1° და 2°C-ით მატებისას შეიძლება მოცემული განტოლებების გამოყენება, სასურსათო კულტურების თესვისა და დარგვის ოპტიმალური ვადების დასადგენად. რაც სოფლის მეურნეობის მუშაკებს და აგროფერმერებს ხელს შეუწყობს გარანტირებული მოსავლის მიღებაში.

#### ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Bruse J.P. The atmosphere of the living planet. Earth. Geneva: WMO, №705, 1999, 42 p.
2. Бериташвили Б.Ш., Гуния Г.С., Инцкирвели Л.Н., Кучава Г.П. О динамике эмисии парниковых газов с территории Грузии. В кн. «Проблемы физики пограничного слоя атмосферы и загрязнения воздуха». Гидрометеиздат, М., 2002, ст. 296-302
3. WMO Statement on the status of the global climate in 2004. WMO-983, World Meteorological Organization, 2005, pp.25-29
4. Будико М.И. Климат прошлом и в будущем. Гидрометеиздат, Л., 2002, 351 ст.
5. Хефлинг Г.И. Тревога 2000 году. Изд. «Мысль», М., 1990, 271 ст.
6. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. თბილისი, 2009, 230 გვ.
7. თავართქილაძე კ. ჰავის ცვლილების თავისებურებანი საქართველოში. ვ.ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №2(81), 2008, გვ. 232-239
8. მელაძე გ., მელაძე მ. საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. თბ., „უნივერსალი“, 2010. 293 გვ.

შპს 551.583

**სასურსათო კულტურების აგროტექნოლოგიის ოპტიმალური ვადები გლობალური დათბობის ბათვალისწინებით** /მელაძე გ.გ., მელაძე მ.გ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. 2017-ტ.124.-გვ.50-54,- ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

გლობალური დათბობის გათვალისწინებით, სასურსათო კულტურების აგროტექნოლოგიის ოპტიმალური ვადების განსაზღვრისათვის შემუშავებულია სცენარი საქართველოს დასავლეთ და აღმოსავლეთ ტერიტორიისათვის, შესაბამისად ტემპერატურის 1° და 2°C-ის მატებით.

შედეგია რეგრესიის განტოლებები, საიდანაც განისაზღვრება შემოდგომაზე საშემოდგომო ხორბლის, ხოლო გაზაფხულზე მზესუმზირას თესვის და კარტოფილის დარგვის ოპტიმალური ვადები. საქართველოს ტერიტორიისათვის საბაზისო (მიმდინარე) მონაცემების მიხედვით, შედეგია რეგრესიის განტოლებები, საიდანაც განისაზღვრება

აღნიშნული კულტურების (საშემოდგომო ხორბალი, მზესუმზირა, კარტოფილი) აგროტექნოლოგიის ოპტიმალური ვადები.

მოცემული განტოლებებით სასურსათო კულტურების აგროტექნოლოგიის ოპტიმალური ვადების დადგენა აგრარული სექტორის მუშაკებს და აგროფერმერებს დაეხმარება გარანტირებული მოსავლის მიღებაში.

UDC 551.583

**OPTIMAL TERMS OF FOOD CROPS AGROTECHNOLOGY UNDER GLOBAL WARMING**

/Meladze G.G., Meladze M.G./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2017. -vol.124. -pp.50-54- Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

For determining the optimal terms of food crops agrotechnology, taking into account global warming, the scenarios with temperature increase by 1° and 2°C in western and eastern territories of Georgia (respectively) are developed.

Regression equations, which determine the optimum sowing terms of winter wheat in autumn and sunflower and potato in spring are compiled. Based on the basic (current) data, regression equations for the territory of Georgia are drawn, on which the optimum terms agrotechnology of food crops (winter wheat, sunflower, potato) are determined.

The determination of optimal terms agrotechnology of food crops according to the regression equations will help agricultural workers and farmers in obtaining a guaranteed harvest.

УДК 551.583

**ОПТИМАЛЬНЫЕ СРОКИ АГРОТЕХНОЛОГИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С УЧЕТОМ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ**

/Меладзе Г.Г., Меладзе М.Г./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2017.- т.124 .-с.50-54 -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.

Для определения оптимальных сроков агротехнологии продовольственных культур с учетом глобального потепления, разработан сценарий с повышением температур на 1° и 2°C для западной и восточной территорий Грузии соответственно.

Составлены уравнения регрессии, по которым определяются оптимальные сроки посева озимой пшеницы осенью, а подсолнечника и картофеля весной. По базовым (текущим) данным составлены уравнения регрессии для территории Грузии по которым определяются оптимальные сроки агротехнологии для указанных культур (озимая пшеница, подсолнечник, картофель).

Установление оптимальных сроков агротехнологии продовольственных культур по данным уравнениям регрессии поможет работникам аграрного сектора и фермерам в получении гарантированного урожая.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРОПИЧЕСКИХ НОЧЕЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ ПЕРЕДНЕЙ И ЮЖНОЙ АЗИИ

Э.Ш. Элизбарашвили<sup>1</sup>, Ш.Э. Элизбарашвили<sup>1</sup>, Н.З.Челидзе<sup>1</sup>, В.Э.Горгишели<sup>2</sup>

<sup>1</sup>- Институт гидрометеорологии Грузинского технического университета, Грузия,

<sup>2</sup>- Телавский государственный университет им. Я.Гогебашвили, Грузия,

### Введение

Тропические ночи являются одним из основных климатических индексов, исследование которых предложила Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО) для выявления экстремальных отклонений явлений климата в условиях глобального потепления, а также с целью их обобщения для крупных регионов или для Земного Шара в целом, и проведения соответствующего сравнительного анализа [6,7]. Тропическими считаются ночи, когда минимальная температура воздуха превышает 20<sup>0</sup>(TR20).

Тропические ночи обычно характерны для тропических широт, однако в связи с усилением интенсивности глобального потепления такие ночи были отмечены в Прибалтике и даже в Феноскандии. Согласно информации Гидрометслужбы Латвии [8] в течении прошлого века в Риге не было зафиксировано ни одной тропической ночи, в то время, как за текущее столетие несколько раз отмечалось по 5 тропических ночей за год. Согласно приведенным им модельным оценкам к 2085 году в столице Латвии нормой будет 18 тропических ночей за год. Аналогичное развитие сценария прогнозируют в Литве и даже в Финляндии, по соответствующим расчетам к тому же времени в Вильнюсе средняя зимняя температура будет положительной [9,10].

Тропические ночи отрицательно воздействуют на здоровье, труд и отдых человека и нередко создают стрессовые тепловые нагрузки на ее организм [3,4].

В данной статье представлен сравнительный анализ характеристик тропических ночей в условиях тропического и субтропического климатов Передней и Южной Азии. В Передней Азии были выделены 3 региона: Южная часть Передней Азии (Аравийский полуостров, восточное побережье Средиземного моря, Сирия, Ирак и значительная часть Ирана), Центральная часть Передней Азии (Турция и северная часть Ирана) и Северная часть Передней Азии (Закавказье).

### Материалы и методы исследования

В качестве исходных данных по Закавказью были использованы материалы архива данных за период 1936-2013 годы, составленной нами в Институте гидрометеорологии. Сложнее обстояло дело с данными по Зарубежной Азии, которые для нас в соответствующем объеме практически недоступны. Нам удалось достать неполные данные за период 1888-1950 годы, которые публиковались в разное время в изданиях Главной Геофизической Обсерватории им.А.И.Воейкова [2,3]. Эти материалы содержат сведения о числе дней с температурой в различных пределах, что послужило основой для расчета числа тропических ночей. Кроме того были использованы данные среднемесячных и среднегодовых температур за 1975-2010 годы, представленные в интернет (таблица 1).

Таблица 1. Число использованных станций и соответствующий период по регионам

Регион			
Южная Азия	Южная часть Передней Азии	Центр.часть Передней Азии	Закавказье
13	8	6	17
1888-1950, 1975-2010 гг	1888-1950, 1975-2010 гг	1888-1950, 1975-2010 гг	1936-2013гг

На рис. 1 представлена зависимость между среднегодовыми температурами воздуха за различные два периода для группы станций Передней и Южной Азии.

Согласно уравнению регрессии, представленной на рис.1, годовая температура за второй период увеличилась в среднем всего на 0.25<sup>0</sup>. Как могло повлиять это изменение на на структуру числа тропических ночей?. Для решения этого вопроса была исследована зависимость числа тропических ночей от годовой температуры воздуха за период 1888-1960 годы (рис.2).



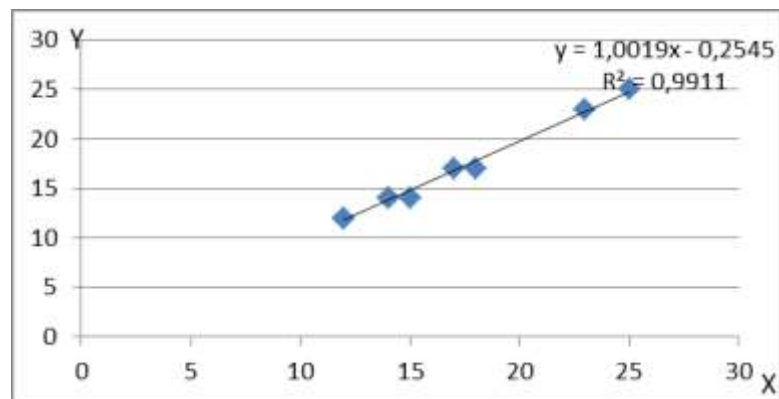


Рис. 1. Зависимость между среднегодовыми температурами воздуха за период 1888-1950 годы(Y) и за период 1975-2010 годы(X) для группы станций Передней и Южной Азии;  $R^2$ –коэффициент детерминации.

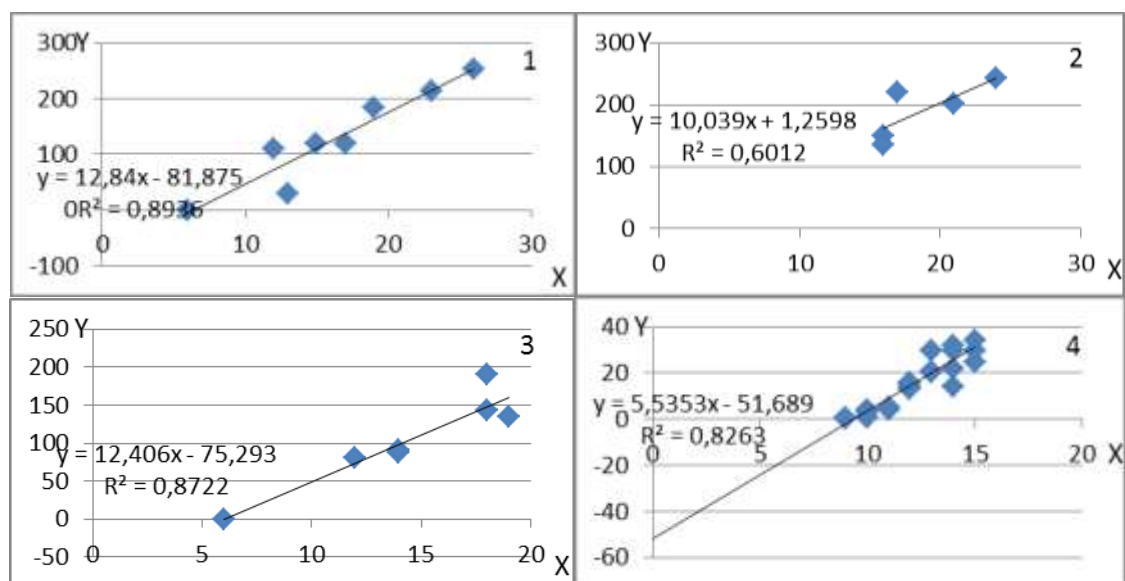


Рис. 2. Зависимость изменения числа тропических ночей(Y) от средней годовой температуры воздуха(X) за период 1888-1950 годы: 1-Южная Азия; 2- Южная часть Передней Азии; 3- Центральная часть Передней Азии; 4-Закавказье.  $R^2$ –коэффициент детерминации.

Если уравнение регрессии, приведенное на рис.1, ввести в уравнения, представленные на рис.2, и полученные уравнения сравнить с уравнениями на рис.2, то получим, что разность между годовым числом тропических ночей за эти два периода составляет всего 2-3 ночи, что соответствует погрешности 1-3%, что и было учтено нами в качестве поправки для приведения данных ко второму периоду.

### Обсуждение результатов

В таблице 2 представлены средние годовые значения числа тропических ночей в различных регионах Передней и Южной Азии.

**Примечание-климатические зоны:** ТВ – тропическая влажная; ТС- тропическая сухая; УВС- умеренно-влажная субтропическая; УПС- умеренная субтропическая переходная к континентальному климату.

Из таблицы 2 видно, что тропические ночи, как и следовало ожидать, в тропическом климате могут длиться почти целый год. В это время во влажных тропиках устанавливается удушливая жара, а в сухих тропиках стоит характерная для пустынь и полупустынь знойная жара. В умеренно-влажном субтропическом климате число тропических ночей существенно уменьшается, а в переходном климате достигает минимума. Вместе с тем число тропических ночей, подобно температуре воздуха, с высотой

местности закономерно уменьшается. Это хорошо видно из рис.3, где представлены графики и соответствующие уравнения регрессии изменения числа тропических ночей с высотой местности в различных регионах с тропическим и субтропическим климатом.

Таблица 2. Среднее годовое число тропических ночей

Регион	Пункт	Климатическая зона по Иванову [1]	Высота м	Число ночей
Южная Азия	Кабул	УВС	1803	111
	Новый Дели	ТС	216	252
	Чарапунджи	ТВ	1313	118
Южная часть Передней Азии	Тегеран	УВС	1191	150
	Багдад	ТС	34	213
	Иерусалим	УВС	809	221
Центральная часть Передней Азии	Стамбул	УВС	40	90
	Анкара	УВС	894	80
Закавказье	Поти	УВС	5	32
	Батуми	УВС	10	34
	Тбилиси	УПС	403	21
	Дедоплис Цкаро	УПС	800	4

Таблица 3. Максимальная высота распространения тропических ночей (м) и вертикальный градиент числа тропических ночей на 100 м

Характеристика	Регион			
	Южная Азия	Южная часть Передней Азии	Центральная часть Передней Азии	Закавказье
Максимальная высота (м)	3200	4200	1900	930
Вертикальный градиент на 100 м	7.8	5.5	5.8	3.2

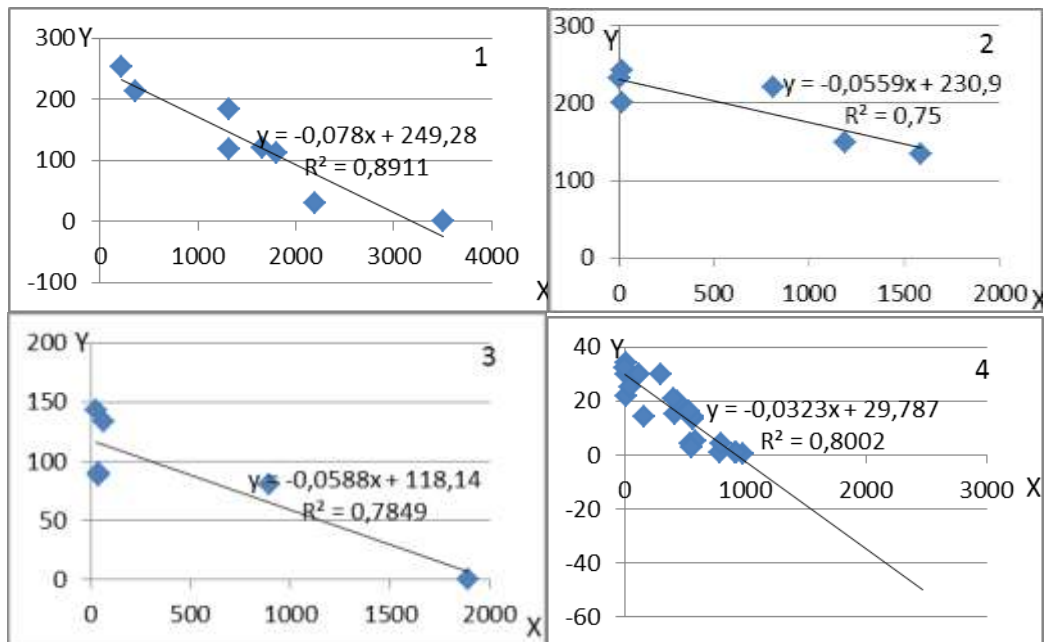


Рис. 3. Изменение числа тропических ночей(Y) с высотой местности(Xм): 1-Южная Азия; 2- Южная часть Передней Азии; 3- Центральная часть Передней Азии; 4-Закавказье. R<sup>2</sup>–коэффициент детерминации.

Приравнивая уравнения регрессии, представленные на рис.1, к нулю можно оценить максимальную высоту распространения тропических ночей. Согласно оценкам эта высота в Южной

Азии составляет 3200м, в Южной части Передней Азии -4200м, в Центральной части Передней Азии - 1900м, а в Закавказье -930м (таблица 3). Выше этих высот тропические ночи не отмечаются.

В таблице 3 представлены также коэффициенты уравнений регрессии, представляющие собой верикальные градиенты числа тропических ночей. Из таблицы следует, что число тропических ночей с высотой местности уменьшается в Южной Азии градиентом 7.8, в Южной части Передней Азии – градиентом 5.5, в Центральной части Передней Азии – градиентом 5.8, а в Закавказье – градиентом 3.2 ночей на 100 м.

Коэффициенты детерминации указывают о вкладе фактора высоты в изменении числа тропических ночей. Из данных следует, что вклад высоты в изменении числа тропических ночей довольно высок и колеблется в пределах 75-89%, остальная доля приходится на форму рельефа, микроклиматические и ландшафтные условия местности.

Это позволяет по уравнениям регрессии с достаточной точностью оценить средние значения числа тропических ночей для стандартных высот (таблица 4).

Таблица 4. Средние значения числа тропических ночей для стандартных высот

Регион	Высота м								
	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Южная Азия	249	210	171	132	93	54	15	-	-
Южная часть Передней Азии	231	203	176	149	121	93	66	48	11
Центральная часть часть Передней Азии	112	83	54	25	-	-	-	-	-
Закавказье	30	14	-	-	-	-	-	-	-

Из таблицы 4 следует, что до высоты 500м наиболее часто тропические ночи отмечаются в Южной Азии, а начиная с высоты около 1000м максимум числа тропических ночей переходит в Южной части Передней Азии, что объясняется небольшим вертикальным градиентом числа тропических ночей. В результате здесь тропические ночи распространяются на высотах более 4000м.

**ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. Иванов Н.Н. Атмосферное увлажнение тропических и сопредельных стран Земного Шара. М-Л, Изд.во АН СССР, 1958, с.312.
2. Климатический справочник зарубежной Азии. Л., Гидрометеиздат, 1974, с.145.
3. Климаты зарубежной Азии. Л., Гидрометеиздат, 1975, с.448
4. Элизбарашвили Э.Ш. Климат Грузии. Тбилиси, 2017, с.360 (на груз. яз).
5. Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э. Стихийные метеорологические явления на территории Грузии. Тбилиси, 2012, с.104.
6. Peterson, T.C. Climate Change Indices. *WMO Bulletin*, 2005, **54** (2), 83-86.
7. <http://etccdi.pacificclimate.org/indices.shtml>
8. <http://www2.meteo.lv/klimatariks/>
9. <http://ru.delfi.lt/news/live/buduschee-litvy-korotkie-zimy-i-tropicheskie-nochi.d?id=638770444> ;
10. <http://fontanka.fi/articles/22180/>

უაკ 551.585

**ტროპიკული ღამეების სტატისტიკური მახასიათებლების შედარებითი ანალიზი წინა და სამხრეთ აზიის სხვადასხვა რეგიონებისთვის/ე.ელიზბარაშვილი, შ.ელიზბარაშვილი, ნ.ჭელიძე, ვ.გორგიშელი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2017,ტ.124,გვ.55-59. რუს. რეზ: ქართ., ინგლ., რუს. წარმოდგენილია ტროპიკული ღამეების მახასიათებლების შედარებითი ანალიზი წინა და სამხრეთ აზიის ტროპიკული და სუბტროპიკული კლიმატების პირობებში. გამოკვლეულია ტროპიკული ღამეების რიცხვის ცვლილება ადგილის სიმაღლეზე დამოკიდებულებით. დადგენილია ტროპიკული ღამეების საშუალო წლიური მნიშვნელობები სტანდარტული სიმაღლეებისათვის.**

UDC 551.585

**Comparative analysis of tropical night statistical characteristics for different regions of Western and Southern Asia** E.Sh.Elizbarashvili, Sh.E.Elizbarashvili, N.Z.Chelidze, V.E.Gorgisheli / Transactions of the Institute of Hydrometeorology et the Georgian Technical University. 2017, vol. 124, pp. 55-59. Rus., Summ: Georg., Eng., Rus . Comparative analysis of tropical nights characteristics in the climatic conditions of tropical and subtropical Western and Southern Asia is presented . Variations in the number of tropical nights depending on the locality altitude have been researched. Average annual value for number of tropical nights for standard altitudes has been established.

УДК 551.585

**Сравнительный анализ статистических характеристик тропических ночей для различных регионов Передней и Южной Азии** / Э. Ш. Элизбарашвили, Ш. Э. Элизбарашвили, Н.З.Челидзе, В.Э.Горгишели. Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического университета. 2017. вып. 124, с.55-59. Русс. Рез: Груз., Англ., Рус. Представлен сравнительный анализ характеристик тропических ночей в условиях тропического и субтропического климатов Передней и Южной Азии. Исследованы изменение числа тропических ночей с высотой местности. Установлены средние годовые значения числа тропических ночей для стандартных высот.

**ჰელიოენერგეტიკული რესურსები კახეთის ტერიტორიაზე**

სამუკაშვილი რ., დიასამიძე ც.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

საქართველოს ჰელიოენერგეტიკული რესურსების და მათი ტერიტორიული განაწილების თავისებურებები პირველად დადგენილი იქნა 1959 წელს გ.მელიას მიერ. ანალოგიური კვლევა საქართველოს აქტინომეტრიული სადგურების ქსელის მონაცემებზე დაყრდნობით ჩატარდა ი. ცუცქერიძის მიერ. აღნიშნული კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ საქართველოს გააჩნია მნიშვნელოვანი ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალი, რომლის ჩართვამ სახალხო მეურნეობის რიგ დარგებში შესაძლოა მოგვცეს საგრძნობი ეკონომიური ეფექტი.

მომდევნო პერიოდში საქართველოს ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალის კომპლექსური შეფასება და მისი ტერიტორიული განაწილების რუკა მოცემულია მონოგრაფიაში (Сванидзе, Гагва, Сухишвили, 1987). ამ ნაშრომში გაანალიზებულია მზის პირდაპირ და ჯამურ რადიაციებზე მზის ნათების ხანგრძლივობაზე მნიშვნელოვნად გაზრდილი ხანგრძლივობის (1953-1985წწ) რიგები. გარდა ამისა, დაკვირვებების ინფორმაცია დამუშავებულია სტატისტიკური და ალბათური ანალიზის მეთოდის გამოყენებით, რამაც მნიშვნელოვნად გაზარდა აღნიშნული მახასიათებლების სივრცულ-დროითი განაწილების და კადასტრული შეფასებების სიზუსტა.

აღნიშნულ მონოგრაფიაში საქართველოს და კერძოდ კახეთის ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული რესურსების დონით კომპლექსურ დარაიონებას საფუძვლად დაედო ისეთი რეპრეზენტატიული მახასიათებლები, როგორცაა ჯამური და ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციების დღეღამური (I, VII), თვიური (I, VII), სეზონური (V-IX) და წლიური ჯამები (მჯ/მ), საერთო ღრუბლიანობის რაოდენობა. საერთო ღრუბლიანობით მოწმენდილი დღეების რაოდენობა წელიწადში, ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურა.

იმ ხუთი ჰელიოენერგეტიკული ზონიდან, რომლებიც მოცემულია ჰელიოენერგეტიკული რესურსების ტერიტორიული განაწილების რუკაზე კახეთის ტერიტორია მოქცეულია ჰელიორესურსებით მაქსიმალურად უზრუნველყოფილ პირველ და ნაწილობრივ მეორე ზონებში. (სიღნაღის, თელავის, გურჯაანის და დედოფლის წყაროს რაიონები). ამ რაიონებში არსებობს ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალის მაღალი დონე და ყველა ტიპის (დიდი, საშუალო და მცირე სიმძლავრის) ჰელიოსისტემების ექსპლუატაციის სტაბილური პირობები.

პირველ ზონაში ჯამური რადიაციის წლიური ჯამის სიდიდე მერყეობს 5000-6000მჯ/მ-ის ფარგლებში, ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის ჯამი წელიწადის თბილ პერიოდში (V-IX) მერყეობს 1900-2000მჯ/მ-ის საზღვრებში, მზის ნათების ხანგრძლივობა კი-1300 საათის საზღვრებში. წელიწადში მოწმენდილი დღეების რიცხვი კი 65-80-ის საზღვრებში.

იანვარში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის ჯამი მერყეობს დღეღამეში 3-4, თვეში 100-130, სეზონზე (V-IX) 1900-2000, წელიწადში 3000მჯ/მ-ის საზღვრებში. ამავე თვეში ჯამური რადიაციის ჯამი შესაბამისად მერყეობს დღეღამეში 6-8, თვეში 180-250, წელიწადში 5000-6000მჯ/მ-ის ფარგლებში. მზის ნათების ხანგრძლივობა იცვლება დღეღამეში 3-4, თვეში 130-140, სეზონზე (V-IX) 1250-1300, წელიწადში 2200-2500 საათის ფარგლებში.

ივლისში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის ჯამი იცვლება დღეღამეში 14-16, თვეში 450-500, სეზონზე (V-IX) 1900-2000, წელიწადში 3000მჯ/მ-ის ფარგლებში. ამავე თვეში ჯამური რადიაციის ჯამი მერყეობს დღეღამეში 20-25, თვეში 650-750, წელიწადში 5000-6000 მჯ/მ-ის საზღვრებში. მზის ნათების ხანგრძლივობა იცვლება დღეღამეში 9-10, თვეში 290-320, სეზონზე (V-IX) 1250-1300, წელიწადში 2200-2500 საათის ფარგლებში. ამ ზონაში არსებობს ნებისმიერი ტიპის ჰელიოსისტემების ექსპლუატაციის ყველაზე ოპტიმალური პირობები.

მეორე ზონაში ჯამური რადიაციის წლიური ჯამები მერყეობს 5000-6000მჯ/მ-ის საზღვრებში, ხოლო ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის ჯამები წელიწადის თბილ პერიოდში (V-IX) 1800-1900მჯ/მ-ის ფარგლებში. მზის ნათების ხანგრძლივობა ივლისში, რომელიც  $\geq 250$  საათის, შეადგენს შესაძლო ხანგრძლივობის 60-80%-ს, წელიწადში მოწმენდილ დღეთა რიცხვი მერყეობს 55-დან 65-მდე.

იანვარში მზის პირდაპირი რადიაციის ჯამი ჰორიზონტალურ ზედაპირზე იცვლება დღე-ღამეში 2-3, თვეში 70-90, სეზონზე (V-IX) 1800-1900, წელიწადში 2800-2900მჯ/მ-ის ფარგლებში. ჯამური რადიაციის ჯამი კი შესაბამისად დღეღამეში 5-6, თვეში 160-180, წელიწადში 4900-5000მჯ/მ-ის ფარგლებში. მზის ნათების ხანგრძლივობა მერყეობს დღეღამეში 3-4, თვეში 100-120, სეზონზე (V-IX) 1200-1250, წელიწადში 2200-2400 საათის ფარგლებში.

ივლისში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის ჯამი მერყეობს დღეღამეში 13-14, თვეში 400-450, სეზონზე (V-IX) 1800-1900, წელიწადში 2800-2900მჯ/მ-ის ფარგლებში. ჯამური რადიაციის ჯამი ივლისში მერყეობს დღეღამეში 20-23, თვეში 650-700, წელიწადში 4900-5000მჯ/მ-ის საზღვრებში. მზის ნათების ხანგრძლივობა მერყეობს დღეღამეში 8-10, თვეში 270-290, სეზონზე (V-IX) 1200-1250, წელიწადში 2200-2400 საათის ფარგლებში. 250 საათის ტოილ ან მეტი ნათების ხანგრძლივობის ალბათობა ამ თვეში მერყეობს 60-80%-ის ფარგლებში. ამ ზონაში არსებობს ყველა პირობა, რომლებიც უზრუნველყოფენ ჰელიოსისტემების სტაბილურ ექსპლოატაციას.

საქართველოს კლიმატურ და აგროკლიმატურ ატლასში (2011) მოცემულია საქართველოს და კერძოდ კახეთის ტერიტორიაზე ჰელიოენერგეტიკული რესურსების განაწილების რუკა (რ. სამუკაშვილი). რუკის შედგენისას გამოყენებული იქნა საქართველოს აქტინომეტრიული სადგურების ქსელზე დაკვირვებების მთელი პერიოდის (1953-1990წწ) ინფორმაცია. მასში გამოყენებული დაკვირვებების ინფორმაციის ხანგრძლივობა 5 წლით მეტია ვიდრე სვანიძის და სხვ. მონოგრაფიაში (Сванидзе и др. 1987) გამოყენებული დაკვირვებების მასალების ხანგრძლივობა. ინფორმაციის პერიოდის 5 წლიანგაგრძელებასაგარძნობი კორექტივები ჰელიორესურსების განაწილების ახალ რუკაზე არ შეუტანია. კახეთის რეგიონი კვლავ აღმოჩნდა ჰელიორესურსების განაწილების პირველ და ნაწილობრივ მეორე ზონაში. საქართველოს ტერიტორიისახალ დარაიონებაში,ისევე როგორც ძველში ჰელიოენერგეტიკული რესურსების განაწილების რუკაზე აგრეთვე გამოყოფილია ხუთი ზონა, რომელთა ჰელიოენერგეტიკული მახასიათებლების მნიშვნელობები ერთმანეთს ემთხვევა.

შპპ 551. 521

**ჰელიოენერგეტიკული რესურსებისკახეთისტერიტორიაზე.** /სამუკაშვილირ.დ., დიასამიძე ც.ო. /საქართველოსტექნიკურიუნივერსიტეტისჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2017, ტ.124 გვ.60-61 – , ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

გაანალიზებულია ჰიდრომეტეოროლოგიური რესურსების განაწილების კანონზომიერებები.

UDC551.5521.

SOLAR ENERGE RESOURCES AT THE TERRITORY OF KAXETI./Samukashvili R.D., Diasamidze Ts.O./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhnicl University. 2017. V.124 , – pp.60-61, -Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Regularities of teritorial distrubition of solar energe resources are analysed

УДК 551.5521.

ГЕЛИОЕНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ТЕРИТОРИИКАХЕТИ./Самукашвили Р.Д., Диасамидзе Ц.О. /Сб. ТрудовИнститутаГидрометеорологиииГрузинскогоТехническогоУниверситетаГрузии. 2017.т.124., – с.60-61 , – Груз.; Рез. Груз., Анг., Рус.

Анализировани закономерности территориальных распределения гелиоенергетических ресурсов.

**ტოქსიკური მეთალებით აბრარული პროფუქტების დაბინძურების  
მიქანიზმისა და ხარისხის მონიტორინგისა და შეფასების საკითხები**

გ.გუნია, ზ.სვანიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო

გარემოს მდგომარეობაზე თავისი უარყოფითი შედეგების თვალსაჩინოებისა და უშუალო გამოქვეყნების გამო, საზოგადოების მხედველობის არეში ეკოლოგიური საფრთხის ისეთი ელემენტები გვხვდება, როგორებიცაა სმოგი და მჟავიანი წვიმები. მსოფლიოში ეკოლოგიური დაძაბულობის ამ ფაქტორების მიმართ ყურადღება სულ უფრო მატულობს და მრავალ ქვეყანაში შემუშავებულია მჟავიანი ნალექების მონიტორინგის პროგრამები. ამასთან ერთად, ბამ-რ(ი)-ს ბუნებრივი გარემოს პრობლემების სამეცნიერო კომიტეტის (SCOPE) რეკომენდაციებში მითითებულია, რომ გარემოს ეკოლოგიური მონიტორინგი, სხვა ნივთიერებათა კრიტიკულ ჯგუფებთან ერთად – განსაკუთრებული საშიშროების მატარებელ მეტალების (Hg, As, Pb, Cd, Ni, Cu, Zn) მიკრომინარეგებს უნდა მოიცავდეს. ამ აბიოტური ნივთიერებათა ანთროპოგენური წარმოშობის ნაკადების ბიოსფეროში თანდათანობითი შეღწევის გრძელვადიანი შედეგების აღრიცხვის აუცილებლობა მნიშვნელოვან ამოცანად არის მიჩნეული.

ასეთი ნივთიერებებით ბიოსფეროს დატვირთვის ნიშნები ნაკლებად არის თვალსაჩინო და ზოგჯერ ზომიერადაც კი გამოიყურება. მაგრამ მათი უარყოფითი ზემოქმედება გრძელვადიანი და გლობალურია თავისი მასშტაბებით. ამით მათ დედამიწის მთელი ცოცხალი არსებებისათვის მოაქვთ საშიშროება უკიდურესად განუსაზღვრელი შედეგებით.

ამ ელემენტების შეღწევა მცენარეულობაში და, შესაბამისად, ადამიანთა და ცხოველთა ორგანიზმში მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ნიადაგის პროფილებში მეტალების განაწილების ხასიათზე. მათი იონური ფორმა, ორგანიზმში შეღწევის შემთხვევაში კარგად ხსნადი მარილების სახით, მათ სწრაფ რეზორბციას განაპირობებს შეღწევის ყველა გზებისთვის, მათ შორის სასუნთქ გზებში და კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში.

მიკროელემენტთა ვერტიკალური მიგრაცია ნიადაგში ცვლის დამაბინძურებელ ნივთიერებათა განაწილების ხასიათს, რაც ნიადაგის ფენებში მეტალების შეღწევის ცვლილების ერთ-ერთი მიზეზია. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ნათელია, რომ მიწის ჰორიზონტში შეტანილი მეტალების ნიადაგის პროფილებში განაწილების შესწავლა, აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს.

ამ საკითხის შესწავლის მიზნით, ზაფხულის დასასრულს, 100 მ<sup>2</sup> ფართობის ორი მიწის ნაკვეთის ფენების სხვადასხვა სიღრმეებიდან (0–10; 10–20; 20–30; 30–40 სმ) ნიადაგის სინჯები იქნა აღებული (ცხრ.1).

ერთ-ერთ მათგანზე ადრე გაზაფხულზე (მარტი) ტყვიისა და ვერცხლისწყლის სულფატის მარილები (PbSO<sub>4</sub> და HgSO<sub>4</sub>) იქნა შეტანილი. მეორე ნაკვეთი საკონტროლო იყო.

ცხრილი 1. ტყვიისა და ვერცხლისწყლის განაწილება ნიადაგის ფენებში

მიწის ფენის სიღრმე (სმ)	მიკროელემენტები, %	
	ტყვია	ვერცხლისწყალი
0–10	74,4	57,2
10–20	18,2	20,5
20–30	3,4	13,7
30–40	3,4	8,6

სინჯების ანალიზი ტყვიისა და ვერცხლისწყლის შემცველობაზე, ჩვენს მიერ დამუშავებული, ატომურ - აბსორბციული მეთოდის დახმარებით სრულდებოდა. ამასთან, განსაზღვრის საშუალო სტანდარტული ცდომილობა 5%-ს არ აღემატებოდა [1].

ექვსი თვის განმავლობაში (მარტი–აგვისტო) ტყვიისა და ვერცხლისწყლის უდიდესი ნაწილი 74% და 57%, შესაბამისად, 0–10სმ ფენაში დარჩა, 20 სმ სიღრმემდე –18% Pb და 21% Hg შეადწია, ტოქსიკანტების 3,4% და 8,6% 30–40 სმ მიწის ფენამდე მოახდინა მიგრირება. ყველაზე საუკეთესო პირობებში, ტყვიის 1,5% და ვერცხლისწყლის, დაახლოებით, არა უმეტეს 9%–სა გამოიტანება ნიადაგის ზედაპირიდან.

ნიადაგის პროფილებში საკვლევი მეტალების განაწილების შედარებისას უნდა აღინიშნოს, რომ ვერცხლისწყალი უფრო ღრმად მიგრირებს მიწის ფენაში, ვიდრე ტყვია, რაც ვერცხლისწყლის სულფატის შედარებით მაღალი ხსნადობით აიხსნება.

საპროგნოზო გაანგარიშებებით ნაჩვენებია, რომ მსოფლიოში სამრეწველო და ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვთა არსებული ტენდენციების შენარჩუნებისას 2010-2025 წლებისთვის გარემოს დაბინძურება მოიმატებს: რკინით - 2-ჯერ; ტყვიით - 10-ჯერ; ვერცხლისწყლით - 100-ჯერ; დარიშხანით - 250-ჯერ. ეს და სხვა ეკოლოგიური ხასიათის მონაცემები მეტყველებენ იმაზე, რომ პირველყოფილ მომხმარებელურმა დამოკიდებულებამ ბუნებრივ გარემოსთან ბიოსფერო მიიყვანა საშიშ ზღვართან, რომლის იქით მისი შემდგომი განვითარება შესაძლებელია მხოლოდ გონივრული მოქმედების შედეგად [2, 3].

ცნობილია, რომ ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციისა და ლითონური მიკრომინარეგების კვლევებით ანთროპოგენური წარმოშობის მინარეგების მაკრომასშტაბურ, ტრანსსასაზღვრო გადატანებზე და ატმოსფერული ჰაერისა და დედამიწის ზედაპირის დაბინძურებაში მათი წვლილის შეფასებაზე შეიძლება მსჯელობა.

საქართველოში ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციაზე დაკვირვებებს 50 წელზე მეტი ისტორია გააჩნია. მიღებული მონაცემები გამოყენებულია კავკასიის ტერიტორიაზე მოსულ ნალექებში მინერალურ ნივთიერებათა კონცენტრაციების განაწილების დასადგენად და რიგი მნიშვნელოვანი კვლევების ჩასატარებლად [4]. მაგრამ, აღნიშნული მასალები არ იძლევიან საშუალებას უშუალოდ განვსაზღვროთ ატმოსფეროდან დედამიწის ზედაპირზე ჩამორეცხილი მინარეგ ნივთიერებათა რაოდენობები, რაც დედამიწის ზედაპირის ეკოლოგიური დატვირთვის დონის შეფასებისთვის არის აუცილებელი.

აღნიშნული დაბრკოლების აცილება შესაძლებელია ჩვენს მიერ მიღებული ამის საანგარიშო ფორმულის გამოყენების შედეგად, რომლის დახმარებით, ატმოსფერული ნალექების რაოდენობისა (Hმმ) და მასში მინარეგ ნივთიერებათა კონცენტრაციების მნიშვნელობებით (q მგ/ლ), ატმოსფეროდან დედამიწის ზედაპირზე ამ ნივთიერებათა ჩამორეცხილი რაოდენობის (M ტ/კმ<sup>2</sup>წლ) გაანგარიშება შესაძლებელია [2]:

$$M = qH \cdot 10^{-3} \text{ ტ/კმ}^2\text{წლ} \quad , \quad (1)$$

ქვემოთ ცხრ. 2-ში კახეთის რეგიონში თბილსა და ცივ სეზონებში მოსულ ნალექებში საკვლევი მიკრომინარეგების კონცენტრაციები და ატმოსფეროდან ქვეყნილ ზედაპირზე ჩამორეცხილი მათი საშუალო წლიური წონითი სიდიდეებია მოცემული.

ცხრილი 2. კახეთის რეგიონში მოსულ ატმოსფერულ ნალექებში მიკრომინარეგების შემცველობა და ქვეყნილ ზედაპირზე მათი ჩამორეცხილი რაოდენობა

პუნქტი	ნალექების სახეობა	N	მიკროელემენტები, 1) მგ/ლ; 2) ტ/კმ <sup>2</sup> წლ			
			Cd	Zn	Cu	Pb
გურჯაანი	წვიმა	1	0.61	0.75	0.70	0.94
		2	488	600	560	752
	თოვლი	1	0.08	0.05	0.02	0.04
		2	64	40	16	32
საგარეჯო	წვიმა	1	0.31	0.75	0.75	0.47
		2	248	600	600	376
	თოვლი	1	0.002	0.004	0.03	0.05
		2	2,0	3,0	24	40

ცხრ. 2-ში მოტანილი ყოველი მეტეოროლოგიური მოვლენის (წვიმა, თოვლი) N1 სტრიქონებში მოცემულია, კახეთის რეგიონის სხვადასხვა პუნქტზე წელიწადის განმავლობაში შეგროვილი ყოველთვიური ჯამური ნალექების სინჯებში ატომურ-აბსორბციული მეთოდით განსაზღვრული, საკვლევი მიკრომინარეგების გასაშუალოებული კონცენტრაციები მოცემულ მეტეოროლოგიურ პირობებზე დამოკიდებულებით.

როგორც განსახილველი ცხრილიდან ჩანს, ერთსა და იმავე პუნქტზე აღებულ სინჯებში ლითონური მინარეგების კონცენტრაციები მკვეთრად განსხვავდებიან ნალექთა სახეობის მიხედვით. წვიმის წყალში მათი კონცენტრაციები საშუალოდ, დაახლოებით, 1-2 რიგით მეტია, ვიდრე თოვლის სინჯებში, რაც წვიმის წყლის უფრო მეტი ატმოსფეროს გასუფთავების უნარიანობაზე მეტყველებს.

მიუხედავად ჰიგიენური თვალსაზრისით ამ მონაცემების უნიკალურობისა, ისინი არ შეიცავენ აგრარულ მრეწველობაში ეკოლოგიურად სუფთა სასურსათო პროდუქტების მისაღებად ძალზე საჭირო ინფორმაციას დედამიწის ქვეყნილი ზედაპირის ეკოლოგიური



დატვირთვის შესახებ. მაგრამ ფორმ. (1) -ის დახმარებით საჭირო პარამეტრის მნიშვნელობის დადგენა ადვილად ხდება შესაძლებელი. ასე, მაგალითად, განსახილველი ცხრილის N 2-ს სტრიქონებში მიცემულია აღნიშნული გაანგარიშებების შედეგად საკვლევი ქვეყნილი ზედაპირის ერთეულ ფართობზე ნალექებით ჩამორეცხილი მიკრომინარეგების რაოდენობები წონით ერთეულში.

ცხრილიდან ირკვევა, რომ ამ ელემენტების საკმაოდ დიდი ნაწილი ილექება მიწის წედაპირზე, განსაკუთრებით წვიმიან ამინდებში (საშუალოდ, 528 კგ/კმ<sup>2</sup>წლ). ეს პარამეტრი საკმაოდ მნიშვნელოვან სიდიდეს წარმოადგენს და ნათელია, რომ ისეთი ქვეყნისთვის, რომლის ეკონომიკური მრეწველობა მთლიანად აგრარულ ხასიათს ატარებს, მოტანილი შედეგები შემფოთებას უნდა იწვევდეს. ეს სიდიდეები უფრო შტამბეჭდავად გამოიყურება თუ გავითვალისწინებთ, რომ მათი საკმაოდ დიდი ნაწილი ასევე ილექება მიწის ზედაპირზე მშრალი დალექვის შედეგად, გრავიტაციული დიფუზიის მოქმედებით [4].

განხილული მოვლენები განაპირობებენ ამ ტოქსიკური მინარეგების მოხვედრას მცენარეულ საფარში, რაც მეცნიერთა ფართო ყურადღებას იმსახურებს [5, 6, 7].

ვინაიდან ზემომოტანილი ცხრ. (2)-ის მონაცემები ეხება კახეთის რეგიონს, უნდა ითქვას, რომ ქვეყნის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების 38% კახეთის რეგიონში მდებარეობს. განსაკუთრებით დიდია სახნავი და სათიბ-საძოვარი სავარგულების მოცულობა, ამ კატეგორიის სავარგულების მიხედვით კახეთი პირველ ადგილზეა საქართველოში, რის გამოც იგი მემარცვლეობისა და მეცხოველეობის წამყვანი რეგიონია. კახეთში მრავალი სახეობის ხილი იწარმოება, აქ არსებული აგროკლიმატური პირობები და ნაყოფიერი ნიადაგები მეხილეობის განვითარების კარგ საფუძველს იძლევა.

განსაკუთრებულ აღნიშვნას იმსახურებს ის გარემოება, რომ საქესპორტოდ მიჩნეული, საქართველოში დარეგისტრირებული ადგილწარმოშობის 18 დასახელების ღვინიდან 14 მხოლოდ კახეთში იწარმოება. ამით არის განპირობებული ის მზარდი ინტერესი, რომელსაც ამ რეგიონში მოყვანილი აგრარული მეურნეობის პროდუქტებში აბიოტური ნივთიერებათა მინარეგების შემცველობის კვლევა იწვევს.

ამ საკითხის შესწავლის მიზნით ჩვენს მიერ საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში, მათ შორის გურჯაანის რაიონში, მოსულ ხილსა და ბოსტნეულში მძიმე ლითონების შემცველობის კვლევა იქნა ჩატარებული [8]. შესრულებული კვლევის ზოგიერთი შედეგი ცხრ.3-შია წარმოდგენილი.

ცხრილი 3. მძიმე ლითონების შემცველობა გურჯაანის რაიონში მოსულ ხილსა და ბოსტნეულში

პროდუქტი	მიკროელემენტები, მგ/კგ			
	Cd	Zn	Cu	Pb
ყურძენი	0.001	13.3	13.8	0.45
ვაშლი	–	12.8	4.5	0.30
მსხალი	–	12.3	3.9	0.25
პომიდორი	–	12.2	8.8	0.52
ბადრიჯანი	0.008	12.3	7.2	0.49
კომბოსტო	–	12.1	8.9	–

ცხრ. 3-ის მონაცემთა შეფასებები გვიჩვენებენ, რომ საანალიზო აგრარული პროდუქტები საკმაოდ ჭარბად შეიცავენ საკვლევ მიკრომინარეგებს. თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ სამედიცინო-ბიოლოგიური მოთხოვნების მიხედვით აღნიშნულ პროდუქტებში ამ ელემენტების კონცენტრაციები განსაზღვრულია მნიშვნელობებით: - Cd: 0.005 -0.03; Zn: 5 - 10; Cu: 2 - 10 და Pb:0,3 - 0.5 მგ/კგ, საკვლევი პროდუქტების ეკოლოგიური სისუფთავის საკითხი პრობლემატურად გამოიყურება. განსაკუთრებით ეს ყურძენს ეხება, სადაც თუთიისა და სპილენძის შემცველობა აღნიშნულ ნორმაზე საკმაოდ მაღალ მნიშვნელობას შეადგენს, ხოლო ტყვიისა კი - თითქმის ნორმის ზღვართანაა.

აღსანიშნავია, რომ ყურძენში მძიმე მეტალები ძირითადად ნიადაგიდან ხვდებიან, თუმცა სავარაუდო დაბინძურების წყარო, შესაძლოა იყოს ყურძნის შესაწამლად გამოყენებული ფუნგიციდები, ძლიერ დაბინძურებული ატმოსფერო, ან ღვინის ფერმენტაციისას, დაბინძურებული საფუარების გამოყენება. უკანასკნელ პერიოდში ამათ დაემატათ ღრუბლებზე აქტიური, სექციის საწინააღმდეგო ზემოქმედების ტექნიკიციების რეალიზაცია

[8], რის შედეგად ბუნებრივი გარემოს დაბინძურება განპირობებულია შემდეგი ფაქტორებით: - სექციის ღრუბლებში დასათვის რეაგენტის პიროტექნიკური შედეგების წვის პროდუქტებით ატმოსფერული ჰაერის, ნიადაგის ზედაპირის და წყალსატევების წყლის დაბინძურება; - სექციის საწინააღმდეგო ნაკეთობის ჩარჩოსა და პიროვახნის თვითლიკვიდაციის პროდუქტებით ნიადაგის ზედაპირის დაბინძურება და სხ.

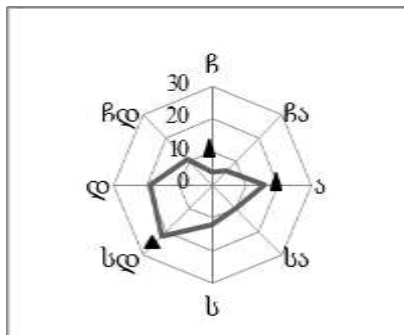
ვინაიდან, მეტალის იონები მონაწილეობენ ქანგვა-აღდგენით რეაქციებში, ისინი გავლენას ახდენენ ღვინის ხარისხზე. ამასთან, ამ ელემენტებს შეუძლიათ ადამიანის ჯანმრთელობაზე განსხვავებული ხასიათის გავლენა მოახდინონ. მაგალითად, ღვინოების საშუალებით შესაძლებელია აუცილებელი მეტალების შეთვისება, ხოლო, ნორმაზე მეტი კონცენტრაციით მიღებას შეუძლია ადამიანზე ტოქსიკური გავლენა იქონიოს. ამის შედეგად, ღვინის წარმოების პროცესში, მეტალური მიკრომინარეგების შემცველობის კონტროლის წარმოება მნიშვნელოვან ეკოლოგიურ და ჰიგიენურ საკითხს წარმოადგენს.

განსახილველი საკითხის მონიტორინგის წარმოებისას აუცილებელია რიგი მეტეოროლოგიური ელემენტის გათვალისწინება, მათ შორის, ქარის მიმართულებისა.

ცნობილია, რომ ბუნებრივ გარემოში მანე მინარეგების გადატანა შორ მანძილზე, ძირითადად, გაბატონებული ქარების მიმართულებით მიმდინარეობს, რაც ხელს უწყობს დედამიწის ქვეფენილ ზედაპირზე მანე მინარეგების ჭარბი რაოდენობით დაგროვებას [4].

მაგალითის სახით, კახეთის რეგიონისათვის დამახასიათებელი სხვადასხვა მიმართულების ქარის განმეორებადობის სქემა გვაქვს დამუშავებული (ნახ.1).

მოცემულ სქემაზე სამკუთხედებით დატანილია გარემოს ეკოლოგიური მონიტორინგის სადგურების რეკომენდირებული ადგილმდებარეობა. შეფასებებისთვის საჭირო - “ფონური” მონაცემების მისაღებად, სინჯების შეგროვების წარმოება მინიმალური მიმართულების ქარების (ჩრდილოეთის) მხარესაა მიზანშეწონილი.



ნახაზი 1. თელავის ქარების ვარდი (Wind rose, %) და მიკრომინარეგების მონიტორინგის პუნქტები - ▲, (შტილები – 23%)

წარმოდგენილი კვლევის შედეგები მეტყველებენ იმაზე, რომ თანამედროვე პირობებში გარემოს დაბინძურება ტექნოგენური მიკრომინარეგებით არის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორი, რომლის გათვალისწინება აუცილებელია აგრარულ ქვეყნებში კონკურენტუნარიანი ეკოლოგიურად სუფთა სასურსათო პროდუქტების მისაღებად. ამისათვის, უმთავრესად, საჭიროა მეტი ინვესტიციების ჩადება ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების კომპლექსური მონიტორინგის საქმეში, რომელიც უნდა ითვალისწინებდეს, ჩვენს მიერ შემოთავაზებულ, გარემოს ეკოლოგიური დატვირთვის მონიტორინგისა და შეფასების მეთოდებს, რომელიც იძლევა ყველაზე უფრო კარგ შედეგებს გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის შესაფასებლად. ამასთან, როგორც ნახვენებია, აღნიშნულ საკითხში მნიშვნელოვანი როლი ატმოსფერულ ჰაერს ენიჭება, ვინაიდან სისტემაში ”ატმოსფერო – ქვეფენილი ზედაპირი – სასოფლო-სამეურნეო კულტურები – ადამიანი” ნივთიერებათა ეფექტურ გადატანაში მას ეკუთვნის პრიორიტეტი.

ნაშრომში მიღებულ შედეგებს მნიშვნელოვანი ეკონომიკური და სოციალური ღირებულება გააჩნით. მათი გამოყენება შეიძლება ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების დონის მართვის პრობლემებისა და ეტაპობრივად შემცირების პროგრამების დამუშავების პროცესებში.

**ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. სვანიძე ზ., გუნია გ. “საქპატენტი”, ბიულეტენი,3 (12), 1997.<http://opac.sciencelib.ge/cgi-bin/koha/opac-search.pl?q=an:37924>

2. გუნია გარი. ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები. საქ. მეცნ. აკად., ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბ.2005,265გვ.
3. გუნია გარი, სვანიძე ზიზი. ტრანსპორტით გამოწვეული ზოგიერთი ეკოლოგიური პრობლემების შესახებ საქართველოში. თბ., "მეცნიერება და ტექნიკა", 2000, №1-3, გვ.90-93.
4. Гуния Г.С. Вопросы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Грузии.Л., Гидрометеоиздат, 1985.
5. გაჩეჩილაძე ნ. ავტოტრასებთან მიმდებარე სავარგულებზე მოწვეულ ბოსტნეულში ტოქსიკური მეტალების შემცველობის ანალიზი. სამთო ჟურნალი. 2015, №1(34), გვ.91-93.
6. კილაძე ნ. ტყვის დაგროვების დინამიკა მერქნიან მცენარეთა (ალვის ხე, ფიჭვი) ფოთლებსა და წიწვებში. "ნოვაცია", 2015, №16, გვ. 42-45.
7. სვანიძე ზ., გუნია გ., სვანიძე ლ. საქართველოს რიგი სამთო მრეწველობის რაიონის ბუნებრივი გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის მონიტორინგის შედეგები. სამთო ჟურნალი. 2015, №1(34). გვ. 96-100
8. გუნია გარი. სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოს "კახეთის რეგიონში ღრუბლებზე სეტყვის საწინააღმდეგო ზემოქმედების ეკოლოგიური შედეგების მონიტორინგის საკითხების კვლევა" დასკვნითი ანგარიში. თბილისი, ჰმი, 2016, 50 გვ.

შპპ 502/504;574

**ტოქსიკური მეტალებით აბრარული პროდუქტების დაბინძურების მექანიზმისა და ხარისხის მონიტორინგისა და შეფასების საკითხები /გ.გუნია, ზ.სვანიძე/ საქართველოს-ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-. 2017 ტ.124, გვ.62-67, - , ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.**

ნაშრომში ანთროპოგენური წარმოშობის, მათ შორის, ღრუბლებზე სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების შედეგად მიღებული, მეტალური მიკრომინარეგების ბუნებრივ გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედების მონიტორინგის საკითხებია განხილული, მათ შორის:

- განხილულია, ნატურული ექსპერიმენტებით შესრულებული, მიწის ფენებში ტყვისა და ვერცხლისწყლის ვერტიკალური მიგრაციის კვლევის შედეგები;

- კახეთის აგრარული კულტურების ინტენსიური მრეწველობის რაიონებში მოსულ ატმოსფერულ ნალექებში (წვიმა და თოვლი) Cd, Zn, Cu და Pb მინარეგების შემცველობის კვლევის შედეგებია მოტანილი;

- დედამიწის ქვეფენილი ზედაპირის ტექნოგენური დატვირთვის შეფასების მიზნით.

სპეციალურად შემუშავებული ფორმულის დახმარებით გამოთვლილია წვიმისა და თოვლის ნალექებით, ცალ-ცალკე, ატმოსფეროდან დედამიწის ზედაპირზე ჩამორეცხილი საკვლევი მინარეგების წონითი სიდიდეები. ამასთან ნაჩვენებია, რომ წვიმის ნალექებით მიკრომინარეგების თითქმის ორი რიგით მეტი წონითი რაოდენობა ჩამორეცხება, რაც წვიმის წყლის უფრო მეტი ატმოსფეროს გასუფთავების უნარიანობაზე მეტყველებს.

გარდა ამისა, ნაშრომში მოტანილია საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში, მათ შორის გურჯაანის რაიონში, მოსულ ხილსა და ბოსტნეულში მძიმე ლითონების შემცველობის კვლევის შედეგები.

მოტანილი შეფასებები გვიჩვენებენ, რომ საკვლევი პროდუქტების ეკოლოგიური სისუფთავის საკითხი პრობლემატურად გამოიყურება. განსაკუთრებით ეს ყურძენს ეხება, სადაც თუთიისა და სპილენძის შემცველობა ნორმაზე საკმაოდ მაღალ მნიშვნელობას შეადგენს, ხოლო ტყვისა კი - თითქმის ნორმის ზღვართანაა.

წარმოდგენილი კვლევის შედეგები მეტყველებენ იმაზე, რომ თანამედროვე პირობებში გარემოს დაბინძურება ტექნოგენური მიკრომინარეგებით არის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორი, რომლის გათვალისწინება აუცილებელია აგრარულ ქვეყნებში კონკურენტუნარიანი ეკოლოგიურად სუფთა სასურსათო პროდუქტების მისაღებად. ამისათვის, უმთავრესად, საჭიროა მეტი ინვესტიციების ჩადება ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების კომპლექსური მონიტორინგის საქმეში.

UDC 502/504;574

**ISSUES OF MONITORING AND EVALUATION OF THE MECHANISM AND DEGREE OF POLLUTION OF AGRICULTURAL PRODUCTS BY TOXIC METALS /G.Garry, Z. Svanidze/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. 2017, V.124, – pp.62-67, - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.**

The paper considers the results of monitoring the negative impact on the environment of metallic microimpurities of anthropogenic origin, including those obtained as a result of anti-hail effects on clouds:

- results of full-scale studies of vertical migration of lead and mercury impurities in soil layers are given;
- to estimate the technogenic load of the underlying surface of the investigated areas, the contents of the Cd, Zn, Cu and Pb microimpurities in atmospheric precipitation (rain and snow) in the areas of intensive production of agricultural crops on the territory of Kakheti are given; - with the help of a specially derived formula, the weight amounts of these impurities, washed from the atmosphere by precipitation of rain and snow separately, are calculated.

At this time, it is shown that the rainfall is washed out by almost two orders of magnitude more weight amount of microimpurities, which indicates their greater ability to purify the atmosphere from impurities.

In addition, the paper presents the results of a study of the content of metallic microimpurities in fruits and vegetables grown in the Kakheti region. It is shown that the contents of the elements under study are close, and occasionally exceed their critical values for food products. According to the results of the study, a conclusion is made on the need to invest in the protection of the ecological condition of the natural environments of the country's agricultural regions in order to produce competitive agricultural products for the European market. A number of results of the performed studies are used in the process of working out theoretical and practical issues of preventive measures to improve the ecological state of natural environments. They have repeatedly been the subject of judgments at various international scientific conferences.

УДК 502/504;574

**ВОПРОСЫ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ МЕХАНИЗМА И СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АГРАРНЫХ ПРОДУКТОВ ТОКСИЧНЫМИ МЕТАЛЛАМИ** / Гуния Г., Сванидзе З./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. 2017, т.124, – с.62-67, – Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус.

В работе рассмотрены результаты мониторинга негативного воздействия на природную среду металлических микропримесей антропогенного происхождения, в том числе, полученных в результате противорадовых воздействий на облака:

- приводятся результаты натурных исследований вертикальной миграции примесей свинца и ртути в почвенных слоях;
- с целью оценки техногенной нагрузки подстилающей поверхности земли исследуемых районов, даны содержания микропримесей Cd, Zn, Cu и Pb в атмосферных осадках (дожде и снеге), выпавших в районах интенсивного производства аграрных культур на территории Кахетии;
- при помощи специально выведенной формулы, рассчитаны весовые количества указанных примесей, вымытых из атмосферы осадками дождя и снега в отдельности. При этом показано, что дождевыми осадками вымываются почти на два порядка большее весовое количество микропримесей, что указывает на их большую способность очищения атмосферы от примесей.

Кроме того в работе приводятся результаты исследования содержания металлических микропримесей в фруктах и овощах, выращенных в районе Кахети. Показано, что содержания исследуемых элементов близки, а изредка превосходят их критические значения для продуктов питания. По результатам исследования делается заключение о необходимости инвестирования работ по охране экологического состояния природных сред аграрных районов страны, чтобы произвести конкурентноспособные аграрные продукты для европейского рынка.

Ряд результатов выполненных исследований используются в процессе проработки теоретических и практических вопросов превентивных мероприятий по улучшению экологического состояния природных сред. Они не раз были предметом суждений на различных международных научных конференциях.

## უაკ 543.3;551.48

მდინარე მტკვრის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება ქ. თბილისის ტერიტორიაზე მცირე მდინარეების გავლენის ბათვალისწინებით ს.მდივანი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის  
sopo.hm@gmail.com

თემიდან გამომდინარე საკვლევად ავირჩიეთ მდინარე მტკვრის რამდენიმე პუნქტი: მტკვარი ხერთვისი (ფონური), მტკვარი ბორჯომი (ფონური), მტკვარი ზაპესი, მტკვარი ვახუშტის ხიდი, მტკვარი გაჩიანი, მტკვარი რუსთავი და აგრეთვე თბილისის ზოგიერთი მცირე მდინარე: მდ. ვერე, მდ. დიღმისწყალი, მდ. გლდანისხევი, მდ. ლოჭინი. მცირე მდინარეების არჩევა მოხდა მარტივი მიზნით, მხოლოდ ამ მდინარეებზე მიმდინარეობს ეკოლოგიური მონიტორინგი. [2]

თემის მთავარ ამოცანას წარმოადგენს მდ. მტკვარზე, კერძოდ კი ზაპესი-რუსთავის მონაკვეთზე და თბილისის ფარგლებში მის ზოგიერთ შენაკადზე დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ინვენტარიზაცია და მათი ცვლილებების გამოფლენა. მდ. მტკვრის თანამედროვე ჰიდროქიმიურ მდგომარეობას განაპირობებს როგორც ბუნებრივი, ისე ანთროპოგენული პროცესები. დროთა განმავლობაში იცვლება როგორც ბუნებრივი ისე ანთროპოგენული ფაქტორების ინტენსივობა და სახე. ამიტომ მიგვაჩნია, რომ დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს მდ. მტკვრის წყლის ხარისხიას კონტროლს [3]. ამ უკანასკნელს კი ვაფასებთ სხვადასხვა ჰიდროქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით, რომელთა დინამიკა წლების მიხედვით გარკვეულწილად გვიჩვენებს წყლის ხარისხის ცვლილების დინამიკასაც. კერძოდ ცხრილ 1-ში მოცემულია 2015-2016 წლების მონაცემები მდ. მტკვრის ზემოთ აღნიშნული დაკვირვების პუნქტებისა და ქ.თბილისის მცირე მდინარეებისათვის.

ბიოგენურ ნაერთთაგან აზოტის არაორგანული ნაერთები: ამონიუმის ( $\text{NH}_4$ ), ნიტრატ ( $\text{NO}_3$ ) და ნიტრიტ ( $\text{NO}_2$ ) იონები ზედაპირული წყლების უმთავრესი კომპონენტებია. მათი მნიშვნელოვანი ნაწილი წყალში ხვდება ნახშიარი წყლებისა და ატმოსფერული ნალექების სახით. ამონიუმის იონებით ზედაპირული წყლების დაბინძურებაში განსაკუთრებით დიდი წვლილი შეაქვთ საყოფაცხოვრებო და კომუნალური წყლების, კეების მრეწველობას, ქიმიური საწარმოების წყლებს. ზედაპირულ წყლებში ამონიუმის აზოტის მიგრაციული ფორმაა – ამონიუმის იონის ( $\text{NH}_4$ ) და  $\text{NH}_4\text{OH}$ - ის არადისოცირებული მოლეკულა.

ამრიგად, მონაცემების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

კვლევამ გვაჩვენა რომ დინების მიხედვით მდინარე მტკვარის წყალში იზრდება აზოტის სხვადასხვა ფორმათა კონცენტრაცია, რაც ბუნებრივია იმის გათვალისწინებით, რომ საქართველოს საზღვრებში მტკვარი მოედინება უპირატესად ქალაქებისა და მჭიდროდ დასახლებულ რეგიონებში, სადაც საყოფაცხოვრებო კომუნალური წყლების მოცულობა საკმაოდ დიდია. ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციაზე მეტი აზოტის ფორმები გვხვდება თბილისში ვახუშტის ხიდის პუნქტის შემდეგ, რაც რა თქმა უნდა მხოლოდ თბილისის მცირე მდინარეების მიერ არ არის გამოწვეული. რაც შეეხება თბილისის მცირე მდინარეებს 2015-2016 წლის მონაცემებზე დაყრდნობით თამამად შეიძლება ითქვას რომ მცირე მდინარეები განიცდიან ანთროპოგენულ დატვირთვას, ნიტრიტებისა და ნიტრატების წლიური საშუალო მონაცემები საკმაოდ მაღალია, მაგრამ არ აღემატება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას. რაც შეეხება ამონიუმის აზოტს, რომლის არსებობაც ზედაპირულ წყლებში პირდაპირ იმის მანიშნებელია, რომ მასში ჩაედინება ფეკალური წყლები, მისი კონცენტრაცია თბილისის მცირე მდინარეებში ორჯერ და ზოგ შემთხვევაში სამჯერ და მეტჯერ აღემატება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას. გამონაკლისს წარმოადგენს მდინარე ლოჭინის 2016 წლის მონაცემები, სადაც ამონიუმის აზოტი შემცველობა ახლოსაა ზღვ-სონ, მაგრამ არ აღემატება მას. აგრეთვე უნდა აღინიშნოს რომ თბილისის მცირე მდინარეებში მძიმე ლითონების კონცენტრაცია არც 2015 და არც 2016 წლების მონაცემებით არ აჭარბებდა ზღვ-ს. ამ მონაცემების მიხედვით აღინიშნება მძიმე ლითონების კონცენტრაციის კლება. 2016 წელს მათი კონცენტრაცია დაახლოებით ორჯერ არის შემცირებული. სულფატებისა და ფოსფატების რაოდენობა არ აღემატება ზღვ-ს, გარდა მდინარე ლოჭინისა, სადაც სულფატების კონცენტრაცია 1,5 ჯერ აღემატება ზღვ-ს. ამ ნივთიერებათა არსებობა

ზედაპირულ წყლებში მეტყველებს მასში სარეცხი საშუალებების ჩარეცხვაზე. მდინარე მტკვარში, ისევე როგორც მის შენაკადებში, აღინიშნება ფტორის მომატებული რაოდენობა, რაც მეტწილად დამახასიათებელია საქართველოს მდინარეებისთვის.

ცხრილი 1. მდინარე მტკვრის ფიზიკო-ქიმიური და ეკოქიმიური მახასიათებლების ცვალებადობის დინამიკა 2015 – 2016 წლის მდგომარეობით

პუნქტი							
ხერთვისი	ბორჯომი	ზაპესი	ვახუსტის ხიდი	გაჩიანი	რუსთავი	საშუალო	ზღკ
ტემპერატურა °C							
10.79	11.595	12.77	13.015	13.99	13.745	12.65	-
სიხისტე, მგ/ლ							
2.055	2.17	2.97	3.275	3.86	4.21	3.09	-
შეწონილი ნაწილაკ. მგ/ლ							
-	469.32	142.25	171.855	154.715	162.635	-	“1000 მგ/ლ
ph							
8.385			8.085	8.18	8.105		6.5-8.5
კარბონატები, მგ/ლ							
2.39	8.245	8.195	2.195	1.75	1.9	4.113	-
ნახშირორჟანგი, მგ /ლ							
-	2.495	2.185	1.445	-	1.505	-	-
გახსნილი ჟანგბადი, მგ/ლ							
9.445	1.57	1.865	8.85	8.61	8.815	6.526	-
ჟანგბ. გაჯერ. ხარისხი, %							
46.815	9.385	8.81	84.78	82.82	84.935	52.924	-
ჟქმ, მგ/ლ							
45.12			2.615	2.335	2.15	-	30 მგ/ლ
ჟბმ, მგ/ლ							
0.6025	88.58	84.75	0.0845	0.088	0.092	29.033	1.0 მგ /ლ
ნიტრიტის აზოტი, მგ/ლ							
0.011	-	-	0.635	0.817	0.814	-	10 მგ /ლ
ნიტრატის აზოტი, მგ/ლ							
0.4065	1.425	1.55	0.2075	0.405	0.353	0.725	0.39 გ /ლ
ამონიუმის აზოტი, მგ/ლ							
0.463	0.041	0.043	0.276	0.0825	0.103	0.168	3.5 მგ/ლ
ფოსფატები, მგ/ლ							
0.097	-	-	16.77	64.24	76.06		500 მგ/ლ
სულფატები, მგ/ლ							
0.136	0.8315	0.643	97.215	194.895	200.59	82.39	-
ჰიდროკარბონატები, მგ/ლ							
0.0475	-	0.2615	233.11	349.645	377.405	-	-
მინერალიზაცია, მგ/ლ							
4.341	0.2555	-	160.877	0.1975	0.1755	-	0.3 მგ/ლ
რკინა, მგ/ლ							
71.29	-	0.104	0.1045	0.0296	0.0237		1.0 მგ/ლ
თუთია, მგ/ლ							
62.825	0.068	25.025	0.06445	0.1504	0.10245	14.7059	1.0 მგ/ლ
სპილენძი, მგ/ლ							
106.59	11.84	170	0.01265	0.01	0.0116	48.0774	0.03მგ/ლ
ტყვია, მგ/ლ							
90.575	137.16	-	0.01045	0.0286	0.0304	-	0.1 მგ/ლ

ცხრილი 2.თბილისის ზოგიერთი (საკვლევი) მცირე მდინარეებ ის ფიზიკო-ქიმიური და ეკოქიმიური მახასიათებლები 2015 - 2016 წლის მდგომარეობით

პუნქტი					
ვერე	დიღმის წყალი	გლდანისხევი	ლიჭინი	საშუალო	ზღკ
ტემპერატურა °C					
14.335	14.145	14.82	13.035	14.084	-
სიხისტე, მგ/ლ					
7.215	7.215	4.57	10.185	7.296	-
შეწონილი ნაწილაკ. მგ/ლ					
384.2	77.705	31	1000.55	373.36	“1000 მგ/ლ
ph					
7.975	7.965	7.905	8.04	7.971	6.5-8.5
კარბონატები, მგ/ლ					
1.725	2.4	2.335	2.05	2.128	-
ნახშირორჟანგი,მგ /ლ					
1.975	1.835	1.83	1.615	1.814	-
გახსნილი ჟანგბადი, მგ/ლ					
8.105	7.645	7.32	7.93	7.75	-
ჟანგბ. გაჯერ.ნარისხი, %					
78.14	74.115	75.165	77.97	76.35	-
ჟქმ, მგ/ლ					
6.57	4.895	5.035	1.155	4.414	30 მგ/ლ
ჟბმ <sup>5</sup> , მგ/ლ					
0.1815	0.213	0.2355	0.0265	0.1641	1.0 მგ /ლ
ნიტრიტის აზოტი, მგ/ლ					
0.507	1.212	1.091	1.1225	0.983	10 მგ /ლ
ნიტრატის აზოტი, მგ/ლ					
1.5365	1.0875	0.937	0.687	1.062	0.39 მგ /ლ
ამონიუმის აზოტი, მგ/ლ					
0.28	0.0835	0.226	0.0465	0.159	3.5 მგ/ლ
ფოსფატები, მგ/ლ					
267.95	248.33	81.955	639.355	309.398	500 მგ/ლ
სულფატები, მგ/ლ					
228.75	235.01	222.295	246.815	233.218	-
ჰიდროკარბონატები, მგ/ლ					
664.555	646.65	435.725	1113.455	715.096	-
მინერალიზაცია, მგ/ლ					
0.134	0.1455	0.136	0.115	0.133	0.3 მგ/ლ
რკინა, მგ/ლ					
0.03495	0.0247	0.0267	0.01265	0.02475	1.0 მგ/ლ
თუთია, მგ/ლ					
0.05055	0.1248	0.108	0.09225	0.0939	1.0 მგ/ლ
სპილენძი, მგ/ლ					
0.0148	0.01125	0.0123	0.0073	0.0114	0.03მგ/ლ
ტყვია, მგ/ლ					
0.06285	0.03365	0.0225	0.02945	0.03711	0.1 მგ/ლ

ლიტერატურა – REFERENCES –ЛИТЕРАТУРА

1. თბილისის მერიის გარემოსდაცვითი სტრატეგია 2015-2020 - სრული ტექსტი <http://liberali.ge/news/view/17935/tbilisis-meriis-garemosdatstviti-strategia-20152020--sruli-teqsti>

2. Ресурсы поверхностных вод СССР том 9, гидрометеиздат, Ленинград, 1974.
3. მ. ტაბატაძე, ნ. დვალიშვილი „ქ. თბილისის მცირე მდინარეების თანამედროვე ეკოლოგიური მდგომარეობა“. თბილისი, 2013
4. მონაცემები მთავრობის იქნა გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ.

**УДК 543.3;551.48**

**წყალსაცავების გარღვევის შედეგად წარმოქმნილი წყალმოვარდნები. /ს. მდივანი/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული 2017, ტ.124.გვ.68-71. - ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.**

თბილისის შუაგულში გამავალ მდ. მტკვრის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე გავლენას ახდენს ქალაქის საზღვრებში მისი მცირე შენაკადების დაბინძურება. თბილისის მცირე მდინარეებს გავლენა აქვთ როგორც მდინარე მტკვარზე, ისევე თბილისის განვითარებაზე. 1960 წლიდან დაიწყო თბილისის აქტიური განაშენიანება და ამით მოხდა მცირე მდინარეების არსებობის უზღუდველყოფა და იგნორირება. განსაკუთრებით უკანასკნელი 3 წლის განმავლობაში მშენებლობების რიცხვი მკვეთრად გაიზარდა, გაიზარდა მოსახლეობის რაოდენობა და სიმჭიდროვე, რამაც მცირე მდინარეებზე ანთროპოგენული ზეგავლენის გაზრდა გამოიწვია [1]. თბილისის მცირე მდინარეებში ხდება უკანონოდ და უკონტროლოდ საყოფაცხოვრებო და სამშენებლო ნარჩენების ჩაყრა და ნახშირი წყლების ჩაღვრა, რაც საბოლოო ჯამში არამარტო მდ. მტკვრის წყლის ხარისხზე არამედ მოსახლეობის ჯანმრთელობაზეც იქონიებს გავლენას. თითოეულ მცირე მდინარეს, როგორც ერთეულს განხილვისას, შესაძლოა არ ქონდეს დიდი გავლენა მდ. მტკვრის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე, მაგრამ მათი საერთო წვლილი მდინარის დაბინძურებაში შესაძლოა საგრძნობი გახდეს, ამიტომ მიზანშეწონილად მივიჩნით რომ ეს საკითხი შესწავლილი უნდა იყოს კომპლექსურად, როგორც ქალაქის გავლენა მდინარეზე მცირე შენაკადების საშუალებით 2015-2016 წლების მონაცემების მიხედვით.

**UDC 543.3;551.48**

**Assessment of R. Kura ecological state accounting for the impact of small rivers at the territory of Tbilisi /S. Mdivani/Transaction of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2017,V.124, pp.68-71.- Georg. Summ. Georg., Eng., Russ.**

The ecological state of R. Kura running through the city of Tbilisi is affected by the pollution of a numbers of small rivers being its tributaries in the city limits. The active building up of Tbilisi started since 1960-es, bringing the neglect to these rivers. The intensity of construction activities especially grew up in the last 3 years accompanied by the growth of population and its density, causing the increase of anthropogenic loading on small rivers. Residential and construction waste are illegally and uncontrolledly piled in these rivers, added with discharge of wastewater. As a result this entails negative impact both on the water quality of R. Kura and the health of local population. The state of a single river, presumably, has no significant effect on the ecological state of the R. Kura, though the aggregated consequences may produce notable contamination of the main river. Therefor it is expedient to address this item based upon 2015-2016 data in a complex way, as a problem of city impact on the river through its small tributaries.

**УДК 543.3;551.48**

**Оценка экологического состояния р. Кура учитывая ее малые притоки на территории г. Тбилиси./С.Мдивани/.Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2017,-т.124,-с.68-71. -Груз., Рез. Груз.,**

На экологическое состояние р. Кура которое протекает по г.Тбилиси оказывают влияние малые притоки которые втекают в реку на территории города. малые реки имеют влияние как на р. Кура так и на развитие г. Тбилиси. С 1960 года началось активное развитие г. Тбилиси и это вызвало пренебрежение и игнорирование малых рек. Особенно на протяжении последних 3 лет строительства в городе увеличилось, увеличилось количество и плотность населения в результате чего увеличилось антропогенное воздействие на малые реки [1]. В малые реки Тбилиси незаконно и неконтролируемо происходит сброс строителних и битових отходов и сточних вод что в конечном счёте повлияет не толко на качество воды реки кура но и на здоровье населения города. Каждая малая река, если рассматривать их по отдельности, может не имет большого влияния на экологическое состояние р. Кура, но их общая доля в загрязнении реки может быть осязаема по этому будет целесообразным изучить етот вопрос как влияние города на р. Ккура с помощью малых притоков по данным 2015- 2016 годов



შპს 628.515.516

**ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების რეზიონების ნიადაგებსა და ზედაპირულ წყლებში მძიმე ლითონების შემცველობის შეფასება**

ლ.შაველიაშვილი<sup>1</sup>, ე.ბაქრაძე<sup>2</sup>, ლ.ინწკირველი<sup>1</sup>, თ.გიგაური<sup>1</sup>  
1საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის  
ინსტიტუტი,თბილისი,საქართველო

2საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს გარემოს  
ეროვნული სააგენტო

გარემოს დაბინძურება ის არასასურველი მოვლენაა, რომლის შედეგად გარემოს ობიექტებში ხვდება უცხო, მავნე ნივთიერებები, რომლებიც ცვლიან მის ფონურ შემადგენლობას. ამავე დროს, გარემოს დაბინძურება ტექნიკური პროგრესის თანმდევი პროცესია, რის გამოც გარემოს დაბინძურებაზე დაკვირვება ყოველთვის რჩება აქტუალურ პრობლემად[1]. წარმოდგენილ სტატიაში კვლევის ობიექტად არჩეულია კახეთი, საქართველოში სოფლის მეურნეობის ძირითადი რეგიონი, სადაც ინტენსიურად მიმდინარეობს სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოები და სადაც ორი წელია განახლდა სექციის ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების სამუშაოები, რომელთა მიმდინარეობის დროს რეაგენტად გამოიყენება ვერცხლის იოდიდი (AgI) [3]. ამ ფაქტიდან გამომდინარე მიზანშეწონილად მივიჩნიეთ კახეთის რეგიონში ჩაგვეტარებინა ზედაპირული წყლებისა და ნიადაგების ქიმიური ანალიზი, მათში დამაბინძურებელ ნივთიერებათა კონცენტრაციების განსაზღვრის მიზნით. განსაკუთრებულ ყურადღებას კი ვაქცევდით ამ ეკოსისტემებში მძიმე ლითონების შემცველობას.

სიღნაღის მუნიციპალიტეტში - სოფ. ძველი ანაგის ტერიტორიაზე შევარჩიეთ ხელოვნური წყალსაცავების (ძველი და ახალი, სადაც ხდება სხვადასხვა ჯიშის თევზების მოშენება-კარპი, ბტყელ შუბლა, ალაზნის ლოქო და სხვა), სასოფლო-სამეურნეო ჩამონადენის და გრუნტის წყლის სინჯების აღების ადგილები. სინჯების აღება მოხდა შემდეგი წერტილებიდან: სასოფლო-სამეურნეო ჩამონადენი, ახალი წყალსაცავი, ძველი წყალსაცავი, გრუნტის წყლის და ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის წყალი. ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის წყალი ზამთრის თვეებში იკეტება, ამიტომ სინჯის აღება ვერ მოხერხდა. ძველი და ახალი წყალსაცავები ივსება ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის წყლით, რომელიც მარაგდება მდ.ალაზნის წყლით.

შერჩეული წყალსაცავების გარშემო 20 მ-ის დაცილებით სხვადასხვა ადგილებიდან მოხდა ნიადაგის ნიმუშების აღება 0-10, 10-20; 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 და 80-100 სმ სიღრმეზე. ანალოგიური სამუშაოები ჩატარდა გურჯაანის მუნიციპალიტეტში. შერჩეულ იქნა ხელოვნური წყალსაცავი, სოფ.ახაშნის ტერიტორიაზე, სადაც ხდება კალმახის მოშენება. წყალსაცავი ივსება ალექსანდრეს წყაროს წყლით. წყალსაცავიდან 20 მ-ს დაცილებით მოხდა ნიადაგის ნიმუშების აღება იგივე სიღრმეებზე. ნაღისის შედეგები წარმოდგენილია ცხრ.1-ში. როგორც ცხრილი 1-დან ჩანს წყალსაცავების წყლის pH ოდნავ ტუტეა, მერყეობს 8,12-8,42 ფარგლებში. ბუნებრივი წყლების ერთ-ერთი ძირითადი მაჩვენებელი არის pH, რომელიც ბუნებრივი თუ ანთროპოგენული ფაქტორების მიხედვით საკმაოდ ცვლადია იგი განსაზღვრავს ჟანგვა-აღდგენით პოტენციალს და მასზეა დამოკიდებული წყლის თვითგაწმენდის უნარი [2].

მინერალიზაცია ახალ წყალსაცავში შეადგენს 791,55 მგ/ლ, ხოლო ძველში - 1051,2 მგ/ლ. გახსნილი ნივთიერებების მიხედვით (მგ/ლ-ით) წყალსაცავები მიეკუთვნებიან ზომიერ (500-1000 მგ/ლ) და მაღალ (>1000-ზე) მინერალიზაციის მქონე წყლებს. ხოლო სასოფლო-სამეურნეო ჩამონადენის მინერალიზაცია გაცილებით ნაკლებია და ტოლია 599,55 მგ/ლ.

გურჯაანის წყალსაცავის წყალში წყლის მინერალიზაცია სიღნაღის რაიონის წყლებთან შედარებით ნაკლებია, 2016 წლის მონაცემებით მინერალიზაცია შეადგენს 678,45 მგ/ლ-ს. რაც შეეხება გრუნტის წყლებს, მისი მინერალიზაცია გაცილებით მეტია ყველა წყალსაცავის მინერალიზაციაზე (5212,3 მგ/ლ) და ის მიეკუთვნება მაღალ მინერალიზირებულ

წყლებს. ამავე დროს აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ ალაზნის ველზე გრუნტის წყალი ამოსულია მაღლა 1,5-2,5 მ-მდე და შესაძლებელია მათი შედინება წყალსაცავის წყლებში.

აღინიშნება ნატრიუმის, ქლორისა და სულფატების იონების მაღალი შემცველობა, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ წყალსაცავები გაშენებულია დამლაშებულ ნიადაგებზე.

ცხრილი 1. ალაზნის ველის ხელოვნური წყალსაცავების, სასოფლო-სამეურნეო ჩამონადენის და გრუნტის წყლების ფიზიკურ-ქიმიური და ჰიდროქიმიური ანალიზის შედეგები, 2016 წ.

№	გაზომილი პარამეტრები	ზღკ	სიღნაღი, სოფ.ძველი ანაგა				გურჯაანის ს.ახაშნის ხელოვნური წყალსაცავი
			ახალი წყალსაცავი	ძველი წყალსაცავი	გრუნტი წყალი	სასოფლო-სამეურნეო ჩამონადენი	
1	ტემპერატურა, °C		6.2	6.3	6.5	7.0	6.8
2	სუნი, ბალი		0	0	0	0	0
3	გამჭირვებლობა, სმ		11	10	12	11	10
4	pH	6.5-8.5	8.22	8.21	6.58	8.12	8.42
5	კარბონატი, მგ/ლ		3.0	3.3	-	2.9	3.1
6	ნახშირორჟანგი, მგ/ლ		-	-	0.88	-	-
7	ჰიდროკარბონატი, მგ/ლ		217.16	146.40	746.6	113.2	155.4
8	სიხისტე, მგქვე/ლ		3.92	4.22	11.53	5.24	3.22
9	ამონიუმი, მგN/ლ	0.39	0.562	0.684	-	0.496	0.368
10	კალციუმი, მგ/ლ	180	55.78	55.40	131.4	65.46	51.23
11	მაგნიუმი, მგ/ლ		13.78	17.69	60.5	15.61	14.12
12	ელექტროგამტარობა, $\mu\text{sms/cm}$		999	887	6030	520.2	645.3
13	გახსნილი უანგბადი, მგ/ლ		6.95	6.01	-	8.5	9.1
14	უბმ5, მგ/ლ	6.0	4.25	5.75	-	6.0	5.46
15	ნიტრატი, მგN/ლ	1.0	<0.001	<0.001	0.267	1.223	0.562
16	ნიტრიტი, მგ /ლ	10.0	0.003	0.006	-	0.025	0.014
17	ფოსფატი, მგ/ლ	3.5	0.063	0.020	-	0.124	0.095
18	ფტორი, მგ/ლ		0.107	0.133	1.229	0.111	0.075
19	ბრომი, მგ/ლ		0.328	0.135	-	0.325	0.124
20	სულფატები, მგ/ლ	500	396.26	606.59	3160.8	324.62	415.34
21	ქლორიდები, მგ/ლ	350	41.95	40.83	528.9	37.94	35.61
22	ნატრიუმი, მგ/ლ	200	64.0	280.0	580.0	46.5	36.5
23	კალიუმი, მგ/ლ		2.6	4.5	2.7	2.1	1.9
24	მინერალიზაცია, მგ/ლ		791.55	1051.2	5212.3	599.55	678.45
25	სპილენძი, მგ/ლ	1.0	0.0058	0.0044	0.0042	0.0041	0.0029
26	ტყვია, მგ/ლ	0.03	0.0016	0.0036	0.0024	0.0069	0.0017
27	ვერცხლი, მგ/ლ	0.05	0.0006	0.0006	0.0003	0.0003	0.0002

ბიოგენური ნივთიერებებიდან მხოლოდ ამონიუმის იონების კონცენტრაციები აღემატებიან შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას და აღნიშნულ წყლებში მერყეობს 0,368-0,684 მგ/ლ-ს ფარგლებში. ამავე დროს შეინიშნება ტენდენცია, რომ ამონიუმის იონები უფრო მეტი რაოდენობით არის ძველ წყალსაცავში, ვიდრე ახალში, ხოლო გურჯაანის წყალსაცავში არ აღემატება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას.

წყლის დაბინძურების შედეგად იცვლება მისი ფიზიკური თვისებები (ფერი, სუნი, სიმღვრივე), ქიმიური შედგენილობა (ორგანული და ბიოგენური ნივთიერებები, მძიმე ლითონები და სხვ), მიკროფლორა. წყლის ბაქტერიოლოგიურ სისუფთავეს აფასებენ ნაწლავის ჩხირების (E-coli) რაოდენობით 1 ლიტრ წყალში. კოლი ინდექსის მაღალი

მნიშვნელობა წყლის ფეკალური დაბინძურების მაჩვენებელია. ცხრ.2-ში მოცემულია მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები, საიდანაც ჩანს, რომ ძველი წყალსაცავის წყალი დაბინძურებულია და E-coli-ი შეადგენს 1,4 ზღკ-ს, ხოლო სასოფლო-სამეურნეო ჩამონადენში შედარებით უფრო მაღალია და შეადგენს 2 ზღკ-ს.

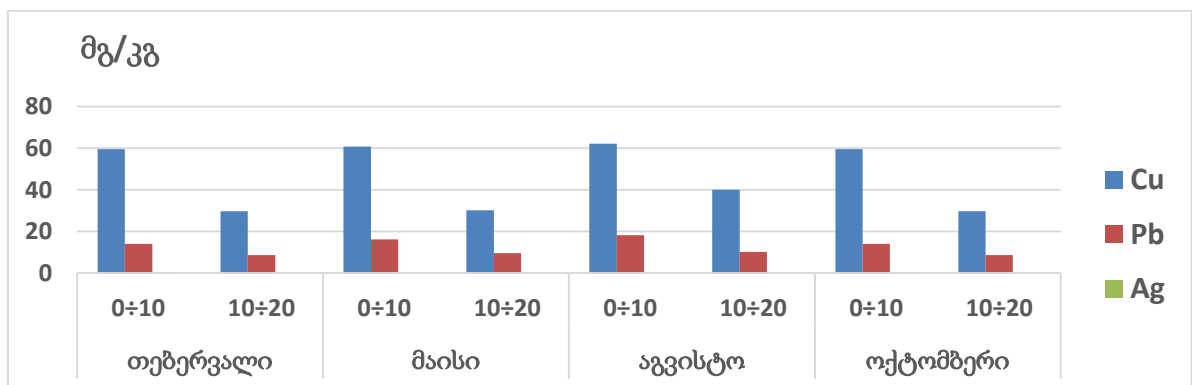
ცხრილი 2. ხელოვნური წყალსაცავების, გრუნტის წყლის და სასოფლო-სამეურნეო ჩამონადენის მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები თებერვალი, 2016 წ.

გაზომილი პარამეტრები	ზღკ	სიღნაღი, სოფ.ძველი ანაგა				გურჯაანი ს.ახაშნის ხელოვნური წყალსაცავი
		ახალი წყალსაცავი	ძველი წყალსაცავი	გრუნტი წყალი	სასოფლო-სამეურნეო ჩამონადენი	
ტოტალური კოლიფორმები	1 ლმ <sup>3</sup>	8 000	9 000	5 200	10 200	6 000
E-coli	1 ლმ <sup>3</sup>	5 000	7 000	3 400	9.800	4 500
ფეკალური სტრეპტოკოკები	1 ლმ <sup>3</sup>	600	750	540	850	340

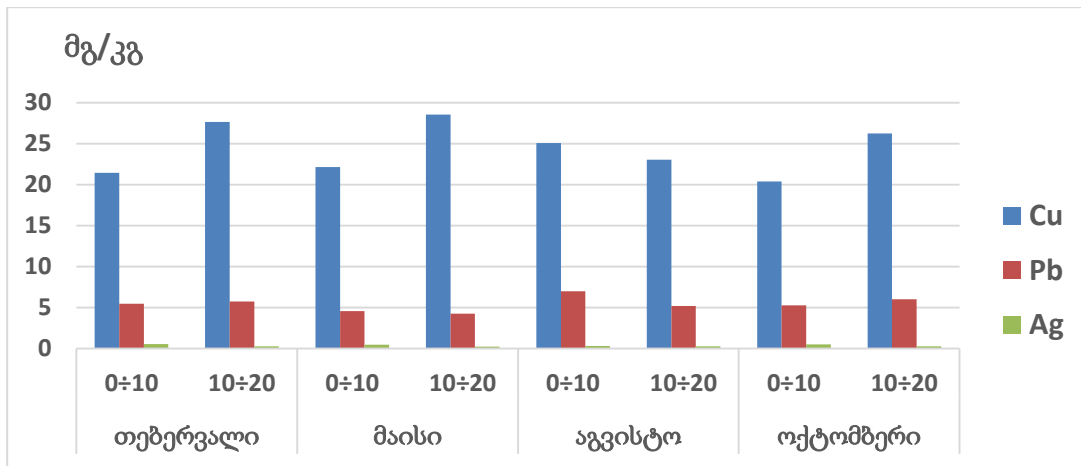
განისაზღვრა საკვლევი რეგიონის ხელოვნური წყალსაცავების მიმდებარე ტერიტორიების ნიადაგებში ზოგიერთი მძიმე ლითონის შემცველობები. ნიადაგის 0-10 და 10-20სმ სიღრმეზე აღებულ ნიმუშებში მოხდა სპილენძის (Cu), ტყვიის (Pb), ვერცხლის (Ag) განსაზღვრა თანამედროვე ISO (METHOD 3051A, 2007). მეთოდით პლაზმურ-ემისიური სპექტროფოტომეტრის ICP-OES საშუალებით. ცხრ. 3-ში და ნახ.1-2 -ზე წარმოდგენილია ანალიზის შედეგები.

ცხრილი 3. ხელოვნური წყალსაცავების მიმდებარე ტერიტორიების ნიადაგის ნიმუშებში Cu, Pb, Ag შემცველობა თებერვალი, 2016 წ.

№	ინგრედიენტები	სიღრმე, სმ	Cu	Pb	Ag
			მგ/კგ		
1	სიღნაღი, ს.ძველი ანაგა	0-10	59.53	14.05	0.53
		10-20	29.72	8.63	0.24
2	გურჯაანი, ს.ახაშნი	0-10	21.45	5.45	0.51
		10-20	27.68	5.72	0.24



ნახაზი 1. სიღნაღის რაიონის სოფ.ძველი ანაგის ნიადაგის ნიმუშებში მძიმე ლითონების შემცველობა (2016)



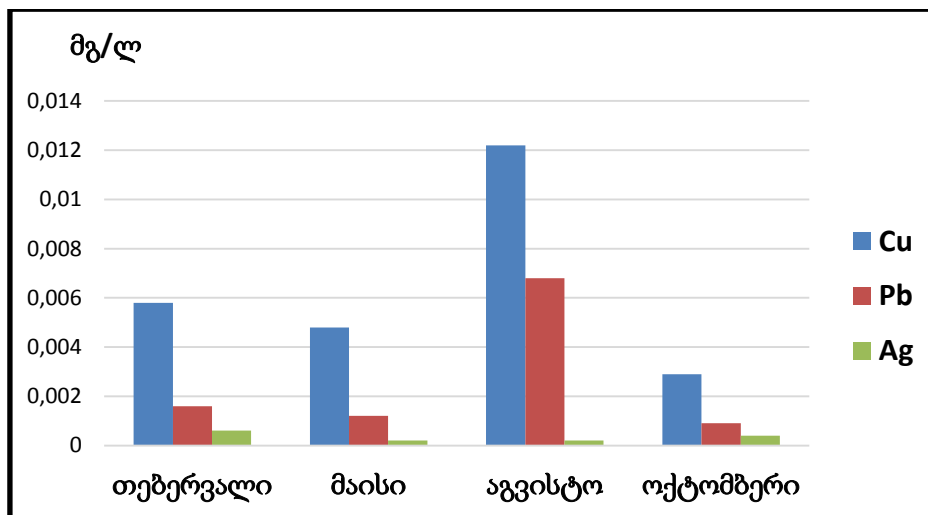
ნახ.2. გურჯაანის რაიონის სოფ.ახაშენის ნიადაგის ნიმუშებში მძიმე ლითონების შემცველობა (2016)

როგორც ცხრ.3-დან ჩანს სპილენძის შემცველობა ზედა 0-10 სმ-იან ფენაში შეადგენს 59,53 მგ/კგ, ხოლო ქვედა 10-20 სმ-იან ფენაში შეადგენს 29,72 მგ/კგ-ზე. გურჯაანის ნიადაგში მისი შემცველობა შესაბამისად შეადგენს 21,45-27,68 მგ/კგ. სპილენძის შემცველობა კლარკში შეადგენს 47, ხოლო ნიადაგში მისი საშუალო შემცველობა - 20 მგ/კგ. როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, სპილენძის შემცველობა აღემატება როგორც კლარკის, ისე ნიადაგში მის საშუალო შემცველობას. გურჯაანის ნიადაგებში სპილენძის შემცველობა ნაკლებია ძველი ანაგის ნიადაგებთან შედარებით. ტყვიის შემცველობა მხოლოდ ზედა 0-10 სმ-იან ფენაში აღემატება მის საშუალო მნიშვნელობას ნიადაგში. ვერცხლის შემცველობა ნორმის ფარგლებშია. რაც შეეხება ტყვიას, მისი კლარკში შემცველობა შეადგენს 16 და ნიადაგში მისი საშუალო შემცველობა - 10 მგ/კგ-ზე. ამრიგად, ტყვიის რაოდენობა ს.ძველი ანაგის ნიადაგების მხოლოდ ზედა ფენაში აღემატება ნიადაგში მის საშუალო შემცველობას (14,05მგ/კგ).

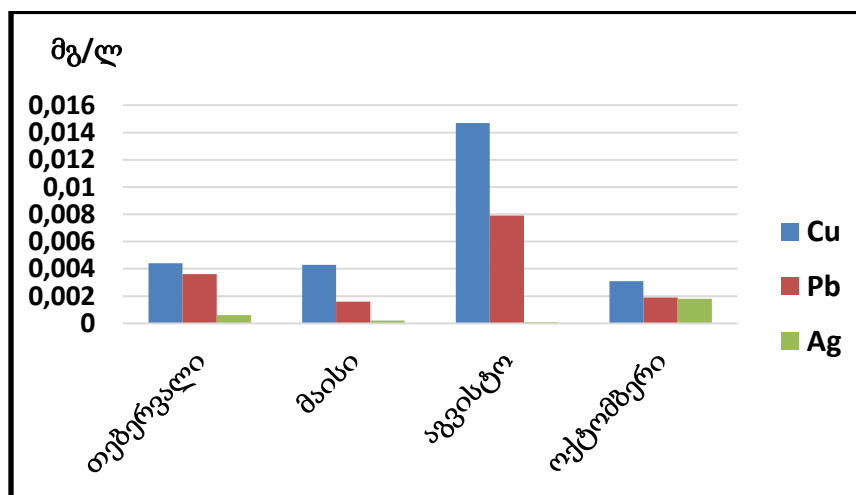
რაც შეეხება მძიმე ლითონების შემცველობას წყალსაცავების წყლებში, ისინი ნორმის ფარგლებში დაფიქსირდა და ამ მხრივ დაბინძურებას არა აქვს ადგილი. შედეგები წარმოდგენილია ცხრ.4 და ნახ.3-5 სახით.

ცხრილი 4. სიღნაღისა და გურჯაანის რაიონების ზედაპირულ წყლებში მძიმე ლითონების შემცველობა

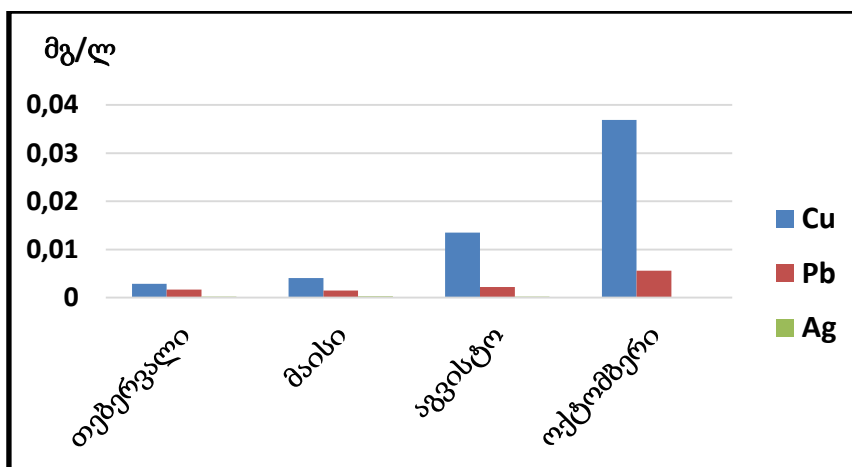
ნიმუშის აღების დრო	ინგრედიენტები	ერთეული	ქვემო ალაზნის სარწყავი არხი	ს.ძველი ანაგა,ახალი წყალსაცავი	ს.ძველი ანაგა,ძველი წყალსაცავი	ს.ახაშენის ხელოვნური წყალსაცავი
02.2016	სპილენძი	მგ/ლ		0.0058	0.0044	0.0029
	ტყვია		0.0016	0.0036	0.0017	
	ვერცხლი		0.0006	0.0006	0.0002	
05.2016	სპილენძი		0.0033	0.0048	0.0043	0.0041
	ტყვია		0.0021	0.0012	0.0016	0.0015
	ვერცხლი		0.0003	0.0002	0.0002	0.0003
08.2016	სპილენძი		0.0146	0.0122	0.0147	0.0135
	ტყვია		0.0055	0.0068	0.0079	0.0022
	ვერცხლი		0.0002	0.0002	0.0001	0.0002
10.2016	სპილენძი		0.0235	0,0029	0,0031	0.0369
	ტყვია		0.0022	0,0009	0,0019	0.0056
	ვერცხლი		0.0002	0,0004	0,0018	0.0001



ნახ.3. სიღნაღის რაიონის სოფ.ძველი ანაგის ახალი წყალსაცავის ნიმუშებში მძიმე ლითონების შემცველობა (2016)



ნახ.4. სიღნაღის რაიონის სოფ.ძველი ანაგის ძველი წყალსაცავის ნიმუშებში მძიმე ლითონების შემცველობა (2016)



ნახ.5. გურჯაანის რაიონის სოფ.ახაშენის წყალსაცავის ნიმუშებში მძიმე ლითონების შემცველობა (2016)

მონაცემთა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ შესწავლილი მძიმე ლითონებიდან კახეთის წყალსაცავებში არც ერთი მათგანის შემცველობა არ აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (Cu-1,0; Pb-0,03; Ag-0,01 მგ/ლ ზღვ), თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ სოფ.ძველი ანაგის ძველ წყალსაცავში დაფიქსირდა სამივე მძიმე ლითონის უფრო მაღალი შემცველობა ახალ წყალსაცავთან შედარებით. გურჯაანის წყალსაცავშიც ოქტომბრის თვეში დაფიქსირდა სპილენძის შედარებით მაღალი შემცველობა (0.0369 მგ/ლ).

### ლიტერატურა -REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. ა.თხელიძე, რ.ლიპარტიანი, ნ.მუმლაძე, ხ.ხომასურიძე, გ.დანელია. სოფლის მეურნეობის ქიმიზაცია და გარემოს დაცვა. თბილისი, აგროარული უნივერსიტეტის გამომცემლობა. 186 გვ., 2009.
2. გ.სუპატაშვილი. გარემოს ქიმია (ეკოქიმია). თბილისი, ივ.ჯავახიშვილის სახ.თსუ გამომცემლობა, 187 გვ., 2009.
3. ა.ამირანაშვილი, ო.ვარაზაშვილი, მ.ფიფია, ნ.წერეთელი, მ.ელიზბარაშვილი, ე.ელიზბარაშვილი. ზოგიერთი მონაცემები სექციანობაზე აღმოსავლეთ საქართველოში და მისგან მიყენებულ ეკონომიკურ ზარალზე. ივ.ჯავახიშვილის სახ. თსუ, მ.ნოდიას გეოფიზიკის ინსტიტუტის 80 წლისადმი მიძღვნილი სამეცნიერო კონფერენციის შრომები, თბილისი, გვ.145-150, 2014.

უაკ 628.515.516

#### **ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების რეზონანსის ნიადაგებსა და ზედაპირულ წყლებში**

**მძიმე ლითონების შემცველობის შეფასება / ლ.შავლიაშვილი, ე.ბაკრადე, ლ.ინცკირველი, თ.გიგაური/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. 2017. ტ.124, გვ.72-77. ქართ. რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.**

კახეთის რეგიონში სექციის დრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების სამუშაოების განახლებასთან დაკავშირებით შესწავლილია კახეთის რეგიონში გარემოს ობიექტებში ვერცხლისა და ზოგიერთი მძიმე ლითონის (Cu, Pb) შემცველობა. აღგენილია, რომ ვერცხლის შემცველობა როგორც ნიადაგში, ასევე ზედაპირულ წყლებში ნორმის ფარგლებშია. ხოლოდ ხელოვნურ წყალსაცავებშია დაფიქსირებული მისი უმნიშვნელო რაოდენობა. ჩაღკეულ შემთხვევებში გამოვლენილია სპილენძისა და ტყვიის მაღალი კონცენტრაციები ნიადაგის ნიმუშებში.

UDC 628.515.516

#### **ESTIMATION OF HEAVY METALS CONTENT IN SOILS AND SURFACE WATERS IN THE**

**REGION OF ACTIVE IMPACT ON CLOUDS/ L.Shavliashvili, E.Bakradze, L.Intskirveli, T.Gigauri / Transaction of the Institute of Hydrometeorology of Georgian Technical University. 2016. vol.124, pp.72-77, Geo. Summ. Geo., Eng., Rus.**

The work deals with the content of some heavy metals (Cu, Pb, Ag) in the soils and surface waters of the Kakheti region of Georgia due to the fact, that active actions on hail clouds are renewed. In some cases high concentrations of copper and lead are found in soil samples. Determined that The Silver content is within the norms as well as in the artificial reservoirs. In some cases relatively high concentrations of copper and lead are observed in soil samples.

УДК 628.515.516

#### **ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ**

**ВОДАХ В РЕГИОНЕ АКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОБЛАКА/ Л.Шавлиашвили, Е.Бакрадзе, Л.Инцкирвели, Т.Гигаური/Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета. 2016. Т.124.ст.72-77, Груз.Рез.Груз., Англ., Рус.**

В связи с возобновлением активных воздействий на градовые облака проведены исследования загрязнения природной среды Кахетии (почвы и поверхностных вод) серебром и некоторыми тяжелыми металлами (Cu, Pb). Проанализированы пробы, взятые на защищаемой и прилегающей территориях в районах Восточной Грузии. Установлено, что содержание серебра как в пробах почв, так и в пробах поверхностных вод колеблется в пределах нормы. В отдельных случаях в пробах почв наблюдаются сравнительно высокие концентрации меди и свинца.

**მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ინსინერაციის და თანაინსინერაციის დადებითი და უარყოფითი მხარეების შეფასება**

**ნ. დვალიშვილი**

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, დ. აღმაშენებლის გამზ. 150ა, 0112, თბილისი, საქართველო, natelad@yandex.ru**

დღეისათვის, საქართველოში მყარი ნარჩენების (მსნ) მართვის გაუმჯობესება ქვეყნის ერთ-ერთი პრიორიტეტული მიმართულებაა, რაც ითვალისწინებს საქართველოში ნარჩენების მართვის განვითარების პროცესის ჰარმონიზებას ევროპის ნარჩენების მართვის პოლიტიკასთან. ამჟამად ჩვენი ქვეყნის მაშტაბით წარმოქმნილი მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ძირითადი ნაწილი თავსდება ნაგავსაყრელებზე. ნარჩენების უტილიზაცია ნაგავსაყრელებზე განთავსებით იწვევს გარემოს ობიექტების (ნიადაგი, წყალი, ჰაერი) მნიშვნელოვან დატუჭვიანებას, რაც თავის მხრივ ნეგატიურად მოქმედებს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე.

მსოფლიოში, მოსახლეობის რაოდენობის ზრდასთან და ცხოვრების დონის გაუმჯობესებასთან ერთად იზრდება ნარჩენების რაოდენობაც, საქართველოში მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რაოდენობის 2010-2017 წლების დინამიკიდან გამომდინარე აღნიშნული ზრდა შეადგენს - 1.7% წელიწადში [1]. განვითარებული ქვეყნები აქტიურად მუშაობენ ნარჩენების წარმოქმნის შემცირებისა და წარმოქმნილი ნარჩენების ეკოლოგიურად უსაფრთხო და ეკონომიკურად მომგებიანი უტილიზაციის ხერხებზე. ნარჩენების მინიმიზაცია მჭიდრო კავშირშია ქვეყნის მდგრადი ეკონომიკური განვითარებასთან. 2005 წელს, იაპონიაში ოფიციალურად გავრცელდა ინფორმაცია 3R-ის ინიციატივის დანერგვასთან დაკავშირებით, რაც გულისხმობს ნარჩენების მართვის სფეროში სამ ქმედებას:

- 1.Reduce – შემცირება;
- 2.Reuse – ხელახალი გამოყენება;
- 3.Recycle –გადამუშავება.

ნარჩენების რეციკლირება, ანუ ნარჩენების ტექნოლოგიური გადამუშავება სხვა პროდუქტად, ნარჩენების მართვის თანამედროვე ტექნოლოგიების მთავარი კომპონენტია. ქვეყნის მაშტაბით წარმოქმნილი საყოფაცხოვრებო, სასოფლო-სამეურნეო და სხვა ტიპის ნარჩენების უმეტესობა ექვემდებარება გადამუშავებას.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მართვის საკითხების 2015 წლიდან განსაკუთრებულ მნიშვნელობას წარმოადგენს ჩვენი ქვეყნისათვის, რადგან 2015 წლის იანვარში ძალაში შევიდა საკანონმდებლო ბაზა - „ნარჩენების მართვის კოდექსი“, კანონპროექტი, რომელიც ნარჩენების მართვის საკითხებს არეგულირებს, მათ შორის არის ნარჩენების მეორადი გამოყენება[2].

უკანასკნელი წლიდან საქართველოს მთავრობა აქტიურად განიხილავს ნარჩენების მართვის გაუმჯობესების საკითხებს. მუნიციპალური სამსახურების მიერ პირველი ნაბიჯები უკვე გაკეთდა ნარჩენების შეგროვების, განთავსების და ნაგავსაყრელების მართვის გაუმჯობესების მხრივ. საქართველოში აქტუალურად დგას ნარჩენების მინიმიზაციის და გაუვნებელყოფის ხერხების დანერგვის საკითხი. ნარჩენების მინიმიზაციის/გაუვნებელყოფის რამდენიმე მეთოდი არსებობს, რომელთა შორის ერთ-ერთია - ინსინერაცია/თანაინსინერაცია (ენერჯის ან სითბოს მიღების მიზნით).

ნარჩენების მინიმიზაციის/გაუვნებელყოფის აღნიშნული მეთოდის გამოყენება დამოკიდებულია ნარჩენების თავისებურებაზე და საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიების შერჩევაზე. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ინსინერაციისა და თანაინსინერაციის პირობები განისაზღვრება საქართველოს მთავრობის დადგენილებით [საქართველოს 2016 წლის 24 ივნისის კანონი №5563, 13.07.2016წ]. ისეთი ნარჩენების აღდგენის უზრუნველსაყოფად, რომელთა ხელახალი გამოყენება და რეციკლირება სირთულეებთან არის დაკავშირებული, შესაძლებელია მათი ინსინერაცია და თანაინსინერაცია, რაც ნარჩენებიდან ენერჯის აღდგენის საშუალებას იძლევა. ნარჩენების ინსინერაცია ან/და თანაინსინერაცია ითვალისწინებს ნაგავსაყრელზე განსათავსებელი ნარჩენის მინიმიზაციას და ამავდროულად ენერჯის აღდგენას.

ინსინერაცია/თანაინსინერაციის კლიმატის ცვლილებაზე გავლენის დასადგენად გაკეთდა დაშვება, რომ 2020 წლიდან სეპარაციის შემდეგ (ქაღალდი, მინა, პლასტმასი, ლითონი) დაიწყება საქართველოში წარმოქმნილი მსნ-დან დაიწყება ნარჩენი ფრაქციების

2%, ხოლო 2030 წლისათვის - 4% (ყოველწლიური მატება 0.2%). ამასთან, რადგან არ არის ცნობილი ინსინერაციის რა ტექნოლოგია დაინერგება საქართველოში, გათვლები შესრულდა ყველა სახის ტექნოლოგიებისათვის და გამოყვანილ იქნა საშუალო არითმეტიკული შედეგი.

ღონისძიების მიერ ემისიების შემცირების გამოსათვლელად გამოყენებულ იქნა IPCC ნარჩენების მოდელი და შემდეგი დაშვებები:

- ნარჩენების მართვის სტრატეგიასა და გეგმაში განხილული ყველა ღონისძიებები დაიწყება და შესრულდება დროულად [3];
- მსნ ფუჭი ფრაქციის ინსინერაცია/თანაინსინერაცია 2020 წლიდან 10 %, ხოლო 2030 წლისათვის 60% (ყოველწლიური ზრდა 5%).

აღნიშნულ დაშვებებზე დაყრდნობით სათბურის აირების ემისია ატმოსფერულ ჰაერში 2030 წლისათვის შემცირდება 16 %-ით (ცხრ 1).

ცხრილი 1: ინსინერაცია/თანაინსინერაციის ეტაპობრივი დანერგვით სათბურის აირების ემისიის შემცირება

წელი	სათბურის აირები-CO <sub>2</sub> -ის ექ		
	ყველა აქტივობა	ინსინერაცია/თანაინსინერაცია	
	გბ	გბ	შემცირება, %
2020	1 084.94	1 084.94	0
2021	1 081.95	1 081.95	0
2022	1 079.22	1 069.93	1
2023	1 075.14	1 051.92	2
2024	1 069.17	1 029.30	4
2025	1 061.38	1 002.64	6
2026	1 052.02	971.94	8
2027	1 036.35	935.33	10
2028	1 014.39	893.47	12
2029	987.47	848.35	14
2030	955.19	800.15	16

სიბოხსა და ენერჯის კომბინირებული წარმოქმნა ნარჩენებიდან ენერჯის მიღების ყველაზე ეფექტიანი საშუალებაა. თუმცა ენერჯის ასეთი კომბინირებული აღდგენის საინვესტიციო ღირებულება საკმაოდ მაღალია. ამასთან მიღებული შედეგები მიგვითითებს ინსინერაციის/თანაინსინერაციის დროს ემიტირებული სათბურის აირების მნიშვნელოვან შემცირებაზე, რაც ხელს შეუწყობს ქვეყნის ნარჩენების მართვის ჰარმონიზაციას ევროკავშირის სტანდარტებთან და გააძულებს რეგიონის ეკოლოგიურ და ეკონომიკურ მდგომარეობას.

ლიტერატურა– REFERENCES -ЛИТЕРАТУРА

1. SEAP, <http://remissia.ge>
2. საქართველოს კანონი – “ნარჩენების მართვის კოდექსი”– 12.01.2015, სარეგისტრაციო კოდი 360160000.05.001.017608.
3. ნარჩენების მართვის ეროვნული სტრატეგია და სამოქმედო გეგმა. 28.04.2016, საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს ვებ-გვერდი

უაკ 628.474; 504.38

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ინსინერაციის და თანაინსინერაციის დადებითი და უარყოფითი მხარეების შეფასება /ნ. დვალიშვილი/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პიდრომეტეორლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2017, ტ.124, გვ.78-80, ქართ. რეზ.

ქართ., ინგლ., რუს

შესწავლილია მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ინსინერაცია/თანაინსინერაციისას სათბურის აირების ემიტირების შემცირების პოტენციალი. დადგენილია, რომ ინსინერაცია/თანაინსინერაციის ეტაპობრივი დანერგვით სათბურის აირების ემისიის შემცირება 2030 წლისათვის იქნება 16%.



UDC 628.474; 504.38

**Assessment of the Positive and Negative Aspects of Incineration / Co-Incineration of Municipal Solid Waste in Georgia**/N.Dvalishvili/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. 2017, voll 124., pp.78-80,Geo., , Geo.,Eng.,Rus.

The effect of the incineration / co- incinerationof municipal solid waste on the reduction of greenhouse gas emissions was studied. It has been established that with the gradual introduction of incineration / co-incineration of municipal solid waste, in 2030 GNG emissions will decrease by 16%.

УДК 628.474; 504.38

**Оценка положительных и отрицательных сторон инсинерации/со-инсинерации твердых бытовых отходов**/ Н.Двалишвили/ Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета. 2017, Т. 124 ,с.78-80,Груз. Рез.Груз., Англ., Рус.

Изучено влияние инсинерации/со-инсинерации твердых бытовых отходов на сокращение выбросов парниковых газов. Установлено, что с постепенным внедрением инсинерации/со-инсинерации твердых бытовых отходов выбросы парниковых газов к 2030 году уменьшатся на 16%.

**საქართველოში მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რაოდენობისა და მორფოლოგიური შემადგენლობის კვლევა**

ნ. დვალიშვილი, ლ. ინწკირველი, მ. ტაბატაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო

დღეისათვის საქართველოში მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების (მსნ) მართვა იმყოფება საწყის სტადიაზე. ქვეყანაში წარმოქმნილი ნარჩენების 90%-მდე დაუხარისხებლად იყრება ნაგავსაყრელებზე. საქართველოში დღეს 60-მდე ოფიციალური და მრავალი არაღიარებული ნაგავსაყრელია. 2015 წლის იანვარში საქართველოში ამოქმედდა კანონი - “ნარჩენების მართვის კოდექსი”[1], რომლის ძირითადი მიზანია ნარჩენების გარემოზე და ჯანმრთელობაზე ზეგავლენის შემცირება, რაც გულისხმობს ნარჩენების მინიმიზაციას და მათ ხელახლა გადამუშავებას. ამის საფუძველზე 2016 წლის აპრილში საქართველომ დაამტკიცა ნარჩენების მართვის ეროვნული სტრატეგია და სამოქმედო გეგმა[2], რომლის ძირითადი პრინციპებია არსებული სიტუაციის გამოსწორება, რაც გულისხმობს-ნარჩენების დახარისხებას და გადამუშავებას, არაღიარებული ნაგავსაყრელების ლიკვიდაციას, არსებული ძველი ოფიციალური ნაგავსაყრელების დახურვასა და ნაგავსაყრელებიდან აირების ემისიის შემცირებას. აღნიშნული სამუშაოს შესრულებისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ თუ რასთან გვაქვს საქმე, ანუ ნარჩენების რა რაოდენობა წარმოიქმნება წლის განმავლობაში და რა ტიპის, ანუ შემადგენლობისაა ეს ნარჩენები. სამწუხაროდ ინფორმაცია საქართველოში წარმოქმნილი ნარჩენების რაოდენობისა და მორფოლოგიური შემადგენლობის შესახებ შემოიფარგლება სულ რამდენიმე რეგიონით (თბილისი, აჭარა (ბათუმი) და კახეთი (თელავი)). არ არის შემუშავებული ნარჩენების აღრიცხვის ერთიანი სტანდარტული მეთოდოლოგია, რაც ქმნის უაღრესად დიდ პრობლემას ეროვნული შეტყობინების შედგენისას, ნარჩენების ენერგოეფექტურობის დადგენისა და ნარჩენების გადამუშავების შესაძლებლობების განსაზღვრისას.

ჩვენი სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა პროექტის მსვლელობის დროს შემუშავებული მეთოდოლოგიის დახმარებით საქართველოს ქალაქებსა და სოფლებში საყოფაცხოვრებო, სახელმწიფო და კომერციული ობიექტებიდან წარმოქმნილი მსნ რაოდენობის და მორფოლოგიური შემადგენლობის დადგენა მოსახლეობის გამოკითხვისა და გრავიმეტრიული ანალიზის გზით. ქალაქებში და სოფლებში წარმოქმნილი მსნ რაოდენობის განსაზღვრის მიზნით შექმნილია გამოკითხვის რამდენიმე ტიპის კითხვარი (ცხრ.1-5).

მორფოლოგიური შემადგენლობის დასადგენად გამოვიყენეთ როგორც გრავიმეტრიული მეთოდი (ცხრ.5), ისე გამოკითხვით მიღებული ინფორმაცია (ცხრ.4). წარმოდგენილი კითხვარების საფუძველზე გამოთვლილია ქ.თბილისში ფიზიკური პირებისა და იურიდიული ორგანიზაციების მიერ წარმოქმნილი მსნ-ის ფრაქციული შემადგენლობა (ცხრ.6), რომელშიც მოცემულია ჩვენს მიერ რეგიონების მიხედვით გამოკვლეული მსნ საშუალო მორფოლოგიური შედგენლობა.

2015 წლის მეორე ნახევარიდან 2017 წლის მაისამდე შესრულებული კვლევა მოიცავდა რეგიონებს, რომელთა მოსახლეობა შეადგენს საქართველოში მცხოვრები მოსახლეობის 99%-ს (ოკუპირებული ტერიტორიების გარდა). იურიდიული პირების შემთხვევაში განიხილებოდა მუნიციპალურ ცენტრებში მოქმედი საწარმოები (რძის, ლუდის, პურ-ფუნთუშეულის, ხორცის და ქაღალდის), სასწავლო/საადმინისტრაციული დაწესებულებები, სახელმწიფო ორგანიზაციები, რესტორნები, მაღაზიები და სასტუმროები. ქ. თბილისის მონაცემები წარმოდგენილია ცხრ.-6-ში, საიდანაც ჩანს, რომ იურიდიულ ორგანიზაციებში და ფიზიკური პირების მიერ წარმოქმნილი მსნ განსხვავდებიან ფრაქციული შემადგენლობით - იურიდიულ ორგანიზაციებში წარმოქმნილ მსნ-ში მეტია ორგანული ნარჩენები (28.6%-ით), ხე(5%-ით). ფიზიკური პირების მიერ წარმოქმნილ მსნ-ში კი ქაღალდი/მუყაოს (7.5%-ით), ტექსტილი/ტყავის(2.1%-ით), ჰიგიენური(8.5%-ით) და ინერტული ნარჩენების(6.5%-ით) ფრაქციები. ცხრ.7-ში წარმოდგენილია 2015-2017 წლებში საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში წარმოქმნილი მსნ-ების ფრაქციული შედგენილობა, საიდანაც ჩანს, რომ ყველა რეგიონში პლასტმასისა და მაკულატურის შემცველობა მკვეთრად მეტია სხვა ფრაქციების შემცველობაზე.

ცხრილი 1. მოსახლეობის გამოკითხვა ნაგვის შემადგენლობის შესახებ

ქალაქი							
მისამართი							
სახელი, გვარი							
ოჯახის სულადობა							
ცხოვრების დონე		მაღალი	საშუალო	დაბალი	სოციალურად დაუცველი		
გათბობის სისტემა		ნაპირი	შეშა	გაზი	ელექტროენერგია		
საცხოვრებელი ადგილიდან ნაგვის გატანის პერიოდულობა		ყოველ დღე	2 დღეში ერთხელ	3 დღეში ერთხელ	საერთოდ არ გააქვთ		
კონტეინერის ადგილმდებარეობა		სახლთან	0.5 კმ-ში	1 კმ-ში	არ არის		
ნაგვის საშუალო რაოდენობა კგ		დღე	კვირა	თვე	წელი		
ნაგვის საშუალო მოცულობა ლ		დღე	კვირა	თვე	წელი		
წარმოქმნილი ნარჩენების ფრაქციების რაოდენობა	მინის ლეწი, კგ	დღე	კვირა	თვე	წ	გამოყენება	
	მაკულატურა, კგ	დღე	კვირა	თვე	წ	წვა/გამოყენება	
	მეტალი/ თუნუქის ქილები, ცალი	დღე	კვირა	თვე	წ	გამოყენება	
	პლასტმასი/პოლიეთილენის ჭურჭელი ( ბოთლები, კონტეინერები, პარკები) ცალი	დღე	კვირა	თვე	წ	წვა/გამოყენება	
	ჩვარი/პამპერსი, ცალი	დღე	კვირა	თვე	წ	წვა	
	რეზინი/ტყავი/ტექსტილი, კგ	დღე	კვირა	თვე	წ	წვა/გამოყენება	
	ხის ნარჩენები, კგ	დღე	კვირა	თვე	წ	წვა/გამოყენება	
	მოსახვეტი/წვრილი ფრაქცია, კგ	დღე	კვირა	თვე	წ	წვა/გამოყენება	
	სახიფათო ნარჩენები (ვადაგაცული მედიკამენტები, ნახშირი ზეთი, გატეხილი თერმომეტრები და ნათურები, ვადაგასული ელემენტები), ცალი	დღე	კვირა	თვე	წ		
	საკვები ნარჩენები	საჭმლის ნარჩენები, კგ	დღე	კვირა	თვე	წ	წვა/ცხოველი/გამოყენება
		კვერცხის ნაჭუჭი, ცალი	დღე	კვირა	თვე	წ	წვა/ცხოველი/გამოყენება
		ძვანი/ბუმბული	დღე	კვირა	თვე	წ	წვა/ცხოველი/გამოყენება
ბოსტნეულის ნარჩენები, კგ		დღე	კვირა	თვე	წ	წვა/ცხოველი/გამოყენება	
ხილის ნარჩენები, კგ		დღე	კვირა	თვე	წ	წვა/ცხოველი/გამოყენება	
თხილისა და კაკლის ნაჭუჭი, კგ		დღე	კვირა	თვე	წ	წვა/ცხოველი/გამოყენება	

ცხრილი 2: ორგანიზაციებში ნარჩენების რაოდენობის და მორფოლოგიური შემადგენლობის დადგენის ანკეტა

№	პარამეტრი	მონაცემი
1	თარიღი	
2	ანათვლის ადების დრო	
3	ობიექტის დასახელება	
4	მისამართი	
5	პერსონალი/მომხმარებელი, კაცი	
6	კონტეინერის რაოდენობა	
7	კონტეინერის მოცულობა	დიდი / პატარა
8	თითოეული კონტეინერის შევსების დონე	
9	კონტეინერის დაცლის დრო და სიხშირე	
10	ნარჩენების მოცულობა მ3/დღ	
11	ნარჩენების მასა	კგ/დღ
12		კგ/თვე
13		კგ/წელი
ნარჩენების გამოყენება/ ჩაბარება/სხვა (ივსება იმ შემთხვევაში თუ რაიმე პროცესი მიდის)		
	ნარჩენის ტიპი	წონა (კგ)/მოცულობა (ლ) უტილიზაციის მეთოდი
ა	საკვები ნარჩენები	
ბ	ქაღალდი	
გ	პლასტიკატი	
დ	მინა	
ე	სხვა	

ცხრილი3. მუნიციპალური სამსახურის გამოკითხვა მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რაოდენობისა და მორფოლოგიური შემადგენლობის შესახებ

№	პარამეტრი	განზომილება	მონაცემი
1	ქალაქი/სოფელი:		
2	ქალაქის/სოფლის ფართობი	კმ <sup>2</sup>	
3	მოსახლეობის რაოდენობა	კაცი	
4	მოსახლეობის რა ნაწილს ემსახურება დასუფთავების სამსახური	%	
5	ნაგვის გატანის პერიოდულობა	დღე	
6	კონტეინერის წონა	კგ	
7	კონტეინერის მოცულობა	მ <sup>3</sup>	
8	კონტეინერების რაოდენობა		
9	ქალაქში/სოფელში მოქმედი ნაგავსაყრელების რაოდენობა	ერთეული	
101	ნაგავსაყრელის ადგილმდებარეობა	-	
12	ნაგავსაყრელზე მოთავსებული მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დღიური ნორმა	ტონა	
13	ნარჩენების გადამუშავების/უტილიზაციის ობიექტები	-	

ცხრილი 4. იურიდიული ორგანიზაციის გამოკითხვა მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რაოდენობისა და მორფოლოგიური შემადგენლობის შესახებ

№	ობიექტის დასახელება	მისამართი	სულაღობა, კაცი	კონტეინერის ნომერი	კონტეინერის შვესების ღონე	ნარჩენების მოცულობა მ3	ნარჩენების მასა			შენიშვნა
							კვ/ღ	კვ/თ	კვ/წელი	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
n										

ცხრილი 5. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების შემადგენლობის დადგენა გრაფიკულად მეტოდით

პარამეტრი		ინდიკატორი
ქალაქი		
მისამართი		
კონტეინერის ნომერი		ერთეული
კონტეინერის მოცულობა		მ <sup>3</sup>
ნაგვის საშუალო რაოდენობა		კგ
ნაგვის საშუალო მოცულობა		მ <sup>3</sup>
ნარჩენების ფრაქციების	მინის ლეწი	კგ
	მაკულატურა	კგ
	მეტალი	კგ
	პლასტმასი/პოლიეთილენი	კგ
	პიგიენური	კგ
	რეზინი/ტყავი/ტექსტილი	კგ
	ხის ნარჩენები	კგ
	სახიფათო ნარჩენები	კგ
	საკვები ნარჩენები	კგ
	წვრილი ფრაქცია	
	დანაკარგი	კგ

ცხრილი 6. საქართველოს რეგიონებში ერთ სულ მოსახლეზე ნარჩენების მორფოლოგიური შემადგენლობა (2016 წელი)

ფრაქცია	ფიზიკური	იურიდიული
ორგანული ნარჩენები	50.5	79.1
ქაღალდი/მუყაო	13.5	6.0
ხე	0.74	6.8
ტექსტილი/ტყავი	2.2	0.1
პიგიენური ნარჩენები	9	0.5
პლასტიკური/ინერტული მასალა	24.06	7.5
ჯამი	100	100

ცხრილი 7. საქართველოს რეგიონებში ფიზიკური პირების მიერ წარმოქმნილი მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ფრაქციული შედგენილობა, %, 2015-2017 წლებში

№	ქალაქი/რეგიონი	მინა	მაკულატურა	მეტალი	პლასტმასი	პამპირი	რეზინა	ხე	მოსახვეტი	სახიფათო	საკვები	სულ
1	თბილისი	3.47	13.15	1.7	17.24	9	2.2	0.74	1.66	0.79	50.05	100
2	აჭარა	2.78	15.5	2.48	15.36	8.24	1.7	0.22	8.8	1.01	43.91	100
3	შიდა ქართლი	3.13	11.3	2.84	15.56	5.18	0.53	0.73	16.69	0.11	43.93	100
4	ქვემო ქართლი	0.68	11.33	3	13.79	7.93	1.62	0.37	19.17	2.51	39.6	100
5	კახეთი	2.81	11.15	2.85	11.5	5.04	1	0.25	22.58	0.5	42.32	100
6	მცხეთა-მთიანეთი	0.51	9.93	3.78	15.48	5.92	1.81	0.67	17.01	1	43.89	100
7	სამცხე-ჯავახეთი	2.75	12	3.23	13.8	6.8	0.77	0.78	10.8	0.37	48.7	100
8	გურია	2.19	11.59	3.48	16.48	5.74	0.38	0.5	17.74	0.75	41.15	100
9	სამეგრელო-ზემო სვანეთი	2.56	9.89	1.91	12.06	6.97	1.15	1.47	19.47	0.77	43.75	100
10	რაჭა-ლეჩხუმი	2.39	13.54	1.51	13.2	8.99	1.3	0.17	16.48	0.42	42	100
11	საშუალო	3	12.69	2.4	15.56	7.41	1.54	0.58	9.61	0.67	46.54	100

**დასკვნა.** ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ საქართველოს მაშტაბით წარმოქმნილი მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ძირითად ფრაქციას წარმოადგენს საკვების ნარჩენები, ქაღალდი და პლასტიკატი. ამასთანავე იურიდიულ ორგანიზაციებში და ფიზიკური პირების მიერ წარმოქმნილი მსნ-ები განსხვავდებიან ფრაქციული შემადგენლობით - იურიდიულ ორგანიზაციებში წარმოქმნილ მსნ-ში მეტია ორგანული ნარჩენები (28.6%-ით), ხე(5% -ით). ფიზიკური პირების მიერ წარმოქმნილ მსნ-ში კი ქაღალდი/მუყაოს (7.5%-ით), ტექსტილი/ტყავის(2.1%-ით), პიგიენური(8.5%-ით) და ინერტული ნარჩენების(6.5%-ით) ფრაქციები.

**ლიტერატურა- REFERENCES -ЛИТЕРАТУРА**

1. საქართველოს კანონი – “ნარჩენების მართვის კოდექსი”– 12.01.2015, სარეგისტრაციო კოდი 360160000.05.001.017608.
2. ნარჩენების მართვის ეროვნული სტრატეგია და სამოქმედო გეგმა. 28.04.2016, საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს ვებ-გვერდი.

უკან 28.4.03; 628.4.08; 628.4.061

**საქართველოში მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რაოდენობისა და მორფოლოგიური შემადგენლობის კვლევა/ნ.** დვალიშვილი, ლ. ინწკირველი, მ. ტაბატაძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2017, ტ.124, გვ.81-86, ქართ. რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

2015 წლის მაისიდან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით სრულდება პროექტი „საქართველოში მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დაგროვების, რაოდენობის და მორფოლოგიური შემადგენლობის დადგენის მეთოდოლოგიის შემუშავება და მონაცემთა ბაზის შექმნა“. პროექტის მიზანს წარმოადგენს მსნ რაოდენობის და მორფოლოგიური შემადგენლობის დადგენის მეთოდოლოგიის შემუშავება და ამ მეთოდოლოგიის საფუძველზე საქართველოს ყველა რეგიონში საყოფაცხოვრებო და კომერციულ ობიექტებში წარმოქმნილი მსნ რაოდენობის და მორფოლოგიური შემადგენლობის დადგენა. მიღებული შედეგები გვიჩვენებენ, რომ საქართველოს მაშტაბით წარმოქმნილი მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ძირითად ფრაქციას წარმოადგენს საკვები ნარჩენები, ქაღალდი და პლასტიკატი. აღსანიშნავია, რომ იურიდიულ ორგანიზაციებში და

ფიზიკური პირების მიერ წარმოქმნილი მსნ განსხვავდებიან ფრაქციული შემადგენლობით - იურიდიულ ორგანიზაციებში წარმოქმნილ მსნ-ში მეტია ორგანული ნარჩენები (28.6%-ით), ხე(5% -ით). ფიზიკური პირების მიერ წარმოქმნილ მსნ-ში კი ქაღალდი/მუყაოს (7.5%-ით), ტექსტილი/ტყავის(2.1%-ით), ჰიგიენური(8.5%-ით) და ინერტული ნარჩენების(6.5%-ით) ფრაქციები.

UDC 628.4.03; 628.4.08; 628.4.061

**Investigation of the Amount and Morphological Composition of Municipal Solid Waste in Georgia.**

/N.Dvalishvili, L.Intskirveli, M.Tabatadze/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. 2017, voll 124., pp.81-86 ,Geo., Sum., Geo.,Eng.,Rus..

Since May 2015 are implementing the project "Elaboration of Methodology for Determination of Accumulated Amount and Morphological Composition of Municipal Solid Waste in Georgia and Database Creation" which funded by the National Science Foundation. Shota Rustaveli. The goal of the project is to create a methodology for determining the quantity and morphological composition of municipal solid waste (MSW) and, based on the methodology developed, to determine the amount and morphological composition of MSW throughout Georgia. The obtained data show that the main fraction of generated MSW in Georgia is food waste, paper and plastics. It should be noted that solid waste generated in organizations differ in composition from those generated in households, since organic waste (by 28.6%), timber (by 5%) prevail in organizations, whereas paper / cardboard prevails in household (by 7.5%), Textiles / leather (2.1%), hygienic (8.5%) and inert waste (6.5%).

УДК628.4.03; 628.4.08; 628.4.061

**Исследование количества и морфологического состава твердых бытовых отходов в Грузии**/Н.Двалишвили, Л.Инцкирвели, М.Табатадзе/ Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета.2017,Т. 124 ,с.81-86,Груз. Рез. Груз.,Англ.,Рус.

С мая 2015 года выполняется проект „Разработка методологии определения накопления количества и морфологического состава твердых бытовых отходов и создание банка данных“, который финансируется Национальным Научным Фондом им.Шота Руставели. Целью проекта является создание методологии определения количества и морфологического состава твердых бытовых отходов(ТБО), и на основе разработанной методологии установление количества и морфологического состава ТБО по всей территории Грузии, Полученные данные показывают, что основной фракцией образовавшегося ТБО на территории Грузии являются отходы пищевых продуктов, бумаги и пластиков. Следует отметить, что ТБО которое образуется в организациях отличаются по составу от образующихся в быту, так в организациях преобладают органические отходы(на 28.6%), древесина(на 5%), тогда как в быту преобладает бумага/картон(на 7.5%), текстиль/кожа (на 2.1%), гигиенические(на 8.5%) и инертные отходы(на 6.5%).

## საქართველოს ეკონომიკის პრიორიტეტული სექტორებისთვის კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტირების პოტენციალის შეფასება

ბაკურბერიტაშვილი, ნაილი კაპანაძე, ნანული ზოტიკიშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,  
თბილისი, საქართველო  
knaili1990@gmail.com

1992 წელს როდესაც ქვეყანაში კლიმატის ცვლილების მსოფლიო მასშტაბის პრობლემა აღიარების შემდეგ დღის წესრიგში დადგა კლიმატის ცვლილების სამომავლო ტენდენციების შეფასება, მოწყველადობის დონის განსაზღვრა ეკონომიკის სხვადასხვა სექტორებისა და ბუნებრივი ეკოსისტემებისათვის და შესაბამისი საადაპტაციო სტრატეგიის შემუშავება.

საქართველოს პირველ ეროვნულ შეტყობინებაში კლიმატური ელემენტების ცვლილების განხილვის შემდეგ პირველად ქვეყნის მასშტაბით ზოგადი სახით იქნა შეფასებულ ეკონომიკისა და ბუნებრივი ეკოსისტემების ცალკეული კომპონენტების მოწყველადობა 2050 წლამდე მოსალოდნელი კლიმატის ცვლილების მიმართ [1]. კერძოდ, შეფასდა სოფლის მეურნეობის, წყლის რესურსებისა და საქართველოს სანაპირო ზონის მოწყველადობა ჰაერის ტემპერატურის, ატმოსფერული ნალექებისა და ზღვის დონის ფაქტორული და 2050 წლამდე პროგნოზირებული ცვლილების მიმართ. ბუნებრივი ეკოსისტემებიდან მოსალოდნელი ტრანსფორმაციის ძირითადი ტენდენციები ცალ-ცალკე განხილულ იქნა დასავლეთ, აღმოსავლეთ და სამხრეთ საქართველოს რეგიონებისთვის, აგრეთვე კოლხეთის ეკოსისტემებისთვის.

ჩატარდა კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების მიმართ საადაპტაციო ღონისძიებათა ზოგადი ანალიზი და შემუშავდა სტრატეგიის ძირითადი პრინციპები.

კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყველადობის შეფასებები და საადაპტაციო ღონისძიებების შემუშავება საქართველოს მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში (2009) ზოგადი ფორმის ნაცვლად უკვე კონკრეტულად ჩატარდა შავი ზღვის სანაპირო ზონის, ქვემო სვანეთისა და დედოფლისწყაროს რაიონის ტერიტორიებისთვის [2]. 1957-2006 წწ. პერიოდში დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოში კლიმატის ფაქტორული და 2100 წლამდე მოდელური გათვლების შედეგად მიღებული საპროგნოზო ცვლილების განხილვის შემდეგ დეტალურად იქნა განხილული მოწყველადობის მახასიათებლები აღნიშნულ რეგიონებში.

ჩატარებული შეფასებების საფუძველზე მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში შემუშავდა ვრცელი რეგიონული სტრატეგიული სამოქმედო გეგმა საადაპტაციო ღონისძიებათა განსახორციელებლად შავი ზღვის სანაპირო ზონაში, ქვემო სვანეთსა (ლენტეხის რაიონში) და დედოფლისწყაროს რაიონებში, შემუშავდა საადაპტაციო წინადადებებიც (შესაბამისად 3, 1 და 5).

სხვადასხვა ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში მყოფი საქართველოს სამი რეგიონისთვის, ზემოთ განხილული გამოკვლევებისა და გაეროს განვითარების პროგრამის მეთოდური სახელმძღვანელოს (2005) რეკომენდაციების საფუძველზე [3], ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში გლობალურ დათბობაზე საქართველოში კლიმატის რეაგირების განხილვის ფარგლებში [4] ჩატარდა კლიმატის ცვლილების მიმართ საქართველოს რეგიონების მოწყველადობის პირველი საექსპერტო შეფასება, რომელშიც ძირითადი ყურადღება დაეთმო ქვეყნის ეკონომიკისა და ბუნებრივი ეკოსისტემების კლიმატური პარამეტრების მიმართ მგრძობიარობის განხილვას. შედგენილ იქნა კლიმატური ელემენტებისა და მათთან დაკავშირებული მოვლენების მიმართ ეკონომიკის ცალკეული დარგების მგრძობიარობის მატრიცა, რომელშიაც 4-ბალიან სისტემაში შეფასდა დარგების მგრძობიარობა და მიღებულ იქნა 18 მეტეოროლოგიური ელემენტისა და კლიმატური რისკისთვის თითოეული დარგის ჯამური მნიშვნელობა. ეკონომიკის 18 განხილული დარგიდან მგრძობიარობის უმაღლესი ჯამური ბალით (37) შეფასდა ტურიზმი, რომელსაც შემდეგ მოჰყვა ჯანდაცვა (28) და სოფლის მეურნეობა (20). მინიმალური მგრძობიარობით შეფასდა მეტყევეობა (14) და მშენებლობა (15). მეტეოროლოგიური ელემენტებიდან და კლიმატური რისკებიდან, რომლებიც განაპირობებენ ეკონომიკის ცალკეული დარგების მაღალ მგრძობიარობას, რიგითობის მიხედვით ყველაზე დიდი მნიშვნელობა მიენიჭა გვალვას, წყალდიდობასა და უხვ ნალექებს, აგრეთვე ნალექთა საშუალო რაოდენობას, ჰაერის მაქსიმალურ ტემპერატურას და თოვლის საფარს/ზვავებს. მინიმალური მნიშვნელობით შეფასდა ელქექი და ატმოსფერული წნევა. მიღებული ხარისხობრივი შედეგების გათვალისწინებით ნაშრომში ჩატარდა საქართველოს ტერიტორიის დარაიონება კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების მიმართ მოწყველადობის მიხედვით.



კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობისა და ადაპტაციის პრობლემები შემდგომ ეტაპზე უფრო დეტალურად იქნა განხილული კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნულ შეტყობინებაში [5]. განსახილველ რეგიონებად ამ შრომაში შერჩეულ იქნა აჭარა, ზემო სვანეთი და კახეთი, რომლებისთვისაც თითოეულ რეგიონში ცალ-ცალკე განხილულ იქნა რეგიონის ეკონომიკის პრიორიტეტულ მიმართულებებზე კლიმატის ცვლილების გავლენა, მის მიმართ მგრძობიარობა და მასთან ადაპტირების შესაძლებლობები ლოკალურ /ადგილობრივ დონეზე არსებული ამოცანების გადასაჭრელად.

კერძოდ, აჭარის ტერიტორიის მოწყვლადობის შესაფასებლად განხილულ იქნა აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის მიწის რესურსები, სტიქიური გეოლოგიური მოვლენები აჭარაში, აჭარის სანაპირო ზონა, ტყის სექტორი, აჭარის დაცული ტერიტორიები, აჭარის სოფლის მეურნეობა, ჯანდაცვა და ტურიზმი აჭარაში და აჭარის წყლის რესურსები. შემუშავდა კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის 8 საპროექტო წინადადება, რომლებიც მიზნად ისახავს ზემოთ განხილული მიმართულებებით კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტირების ცალკეული კონკრეტული ამოცანების გადაჭრას.

ზემო სვანეთის ტერიტორიაზე კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადი სისტემებიდან განხილულ იქნა ტურიზმის სექტორი, ექსტრემალური გეოლოგიური პროცესები, ისტორიული ძეგლები, ჯანდაცვის სექტორი და ზემო სვანეთის ტყის მასივები. შეფასდა განახლებადი ენერგორესურსების განვითარების პოტენციალი, განსაკუთრებით ტურიზმის სექტორის განვითარების კონტექსტში და კლიმატის მიმდინარე დათბობასთან დაკავშირებით კლიმატურ და აგროკლიმატურ ზონებში მოსალოდნელი ცვლილებები. შემუშავდა 7 საპროექტო წინადადება, რომლებიც გამიზნულია კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტირების კონკრეტული ამოცანების გადაჭრელად.

კახეთის რეგიონში ძირითადი ყურადღება დაეთმო ეკონომიკის პრიორიტეტული მიმართულების – სოფლის მეურნეობის ადაპტაციის სტრატეგიას კლიმატის ცვლილების მიმდინარე პროცესებისადმი. დამუშავდა 10 საპროექტო წინადადება, რომლებიც მოიცავს საქმიანობის ფართო სფეროს – ცალკეული მდინარეების ნაპირების გამაგრებას, მიწის ეროზიითა და მეორადი დაჭაობებით დაზიანებული ტერიტორიების აღდგენას, გაუდაბნობების საშიშროების წინაშე მდგომი რაიონების გასარწყავიანებას და სხვ. მოკლედ განხილულ იქნა აგრეთვე კლიმატის პროგნოზირებული ცვლილების გავლენა ტურიზმისა და ჯანდაცვის სექტორებზე.

სამივე რეგიონისთვის ცალ-ცალკე ქართულ და ინგლისურ ენებზე გამოცემულ იქნა მონოგრაფიები(2013-1014 წწ.), რომლებშიც დეტალურად არის გაშუქებული ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი საკითხი [6,7,8].

საქართველოს მეორე და მესამე ეროვნული შეტყობინებების ფარგლებში მომზადებული სამ ათეულზე მეტი ადაპტაციის საპროექტო წინადადება შეჯამებული იქნა 2015 წლის მაის-შიხატარებულ გამოყენებითი გეოლოგიის საერთაშორისო კონფერენციის (ICAE) მე-15 სესიის შრომებში [9].

ადაპტაციისადმი გაზრდილი ყურადღების გათვალისწინებით 2011-2015წლებშიUSAID-ის დაფინანსებით ადგილობრივ თვითმართველობათა ეროვნული ასოციაციის მიერ მომზადდა „კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის გზამკვლევი“ “[10].არსებული სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე შედგენილ იქნა საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატის ცვლილების მიმართ ტურიზმის,სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნიადაგის წყლისმიერი და ქარისმიერი ეროზიის მიმართ და ენერჯის საერთო მოხმარების მგრძობიარობის რუკები.თუმცა, თვით ავტორთა აღიარებით „საქართველოში კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების ანალიზი შესრულდა ადაპტაციის უნარის და საბოლოო მოწყვლადობის გათვალისწინების გარეშე“ (გვ.33). სტატისტიკური მასალების უქონლობის გამო ადაპტაციის პრობლემა ვერ გადაწყდა. იგი შემოიფარგლა კლიმატური ელემენტების ბოლო ნახევარი საუკუნის მანძილზე ფაქტობრივი და 2100 წლამდე პროგნოზირებული ცვლილების ანალიზით და ეკონომიკის შერჩეული სექტორების კლიმატის ცვლილების მიმართ მგრძობიარობის შეფასებით.

ამ ხარვეზის აღმოსაფხვრელად პირველ მიახლოებაში საადაპტაციო პროექტების სტატისტიკის გამოყენებითჩვენს მიერ შემოთავაზებულია ადაპტაციის პოტენციალის (აპ)განმარტება, რომლის თანახმადაც გარკვეული ტერიტორიის აპ შეიძლება შეფასდეს ამ ტერიტორიაზე განხორციელებული ან განსახორციელებელი პროექტების რაოდენობით. ამ კრიტერიუმის გამოყენებით კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტირების თემატიკაზე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე დამუშავებული რამდენიმე ათეული საპროექტო წინადადებისა და მსგავსი თემატიკის მონოგრაფიების ერთობლივი გაანალიზების შედეგად შესაძლებელი გახდა პირველ მიახლოებაში ხარისხობრივად შეგვეფასებინა

მიმდინარე საუკუნის დასასრულამდე პროგნოზირებული კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში (შავი ზღვის სანაპირო ზონა, აჭრის მთიანეთი, გურია, სამეგრელო, ზემო და ქვემო სვანეთი, მესხეთ ჯავახეთი, რაჭა-ლეჩხუმი, იმერეთი, შიდა ქართლი, მცხეთა-მთიანეთი, ქვემო ქართლი და კახეთი) ეკონომიკის პრიორიტეტული დარგების (ტურიზმი, სოფლის მეურნეობა და ენერგეტიკა) კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტირების პოტენციალი. პოტენციალის შესაფასებლად გამოყენებულ იქნა 3-ბალიანი სკალა: (1)-სუსტი, (2)-საშუალო და (3)-მაღალი პოტენციალი, რაც გულისხმობს საადაპტაციო პროექტების განხორციელებისა და მათგან უკუგების მიღების ფართო შესაძლებლობებს.

ადაპტირების პოტენციალის შეფასებები თავმოყრილია ცხრილში 1, რომლის ანალიზი საშუალებას იძლევა დავასკვნათ, რომ არც ერთი რეგიონის ადაპტირების პოტენციალის ჯამური მნიშვნელობა არ ეცემა 9 შესაძლებლობიდან 6-ზე დაბლა, რაც გამოწვეულია ყოველ რეგიონში მაღალი საადაპტაციო პოტენციალის მქონე ეკონომიკის ერთი ან ორი პრიორიტეტული მიმართულების /დარგის არსებობით მაინც.

**ცხრილი 1. საქართველოს რეგიონებისთვის კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტირების პოტენციალის შეფასების შედეგები**

№	რეგიონი	ტურიზმი	სოფლის მეურნეობა	ენერგეტიკა	ჯამური შეფასება
1	შავი ზღვის სანაპირო ზონა	1	3	2	6
2	აჭრის მთიანეთი	3	1	2	6
3	გურია	3	2	2	7
	სამეგრელო				
4	- დაბლობი ზონა	1	3	2	6
5	- მთაგორიანი ზონა	3	3	2	8
6	ზემო სვანეთი	3	2	3	8
7	ქვემო სვანეთი და რაჭა-ლეჩხუმი	3	2	3	8
8	იმერეთი	1	3	3	7
	მესხეთ-ჯავახეთი				
9	- მესხეთი	3	2	3	8
10	- ჯავახეთი	2	2	3	7
11	შიდა ქართლი	3	1	2	6
12	მცხეთა-მთიანეთი	3	3	3	9
13	ქვემო ქართლი	3	3	3	9
14	კახეთი	3	3	3	9

საერთო პოტენციალის მაქსიმუმი შეეფარდა აღმოსავლეთ საქართველოს 3 ბოლო რეგიონს, თუმცა ეს შეფასებები მიღებულია წყლის რესურსების ოპტიმალური გამოყენების შესაძლებლობის დაშვებით. ამ დაშვების დაუკმაყოფილებლობის შემთხვევაში სამივე რეგიონში სოფლის მეურნეობის ადაპტაციის პოტენციალი 1 ბალის ტოლი გახდება და ჯამური შეფასებებიც, შესაბამისად 7-მდე ჩამოვა, რაც ცხრილში მოყვანილი სიდიდეების საშუალო მნიშვნელობას შეესაბამება. ყოველივე ეს კიდევ ერთხელ ხაზს უსვამს იმ გარემოებას, რომ წყლის რესურსების რაციონალური მართვა საქართველოს კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტირების ერთ-ერთ მთავარ მიმართულებას უნდა წარმოადგენდეს.

**ლიტერატურა - REFERENCES – ЛІТЕРАТУРА**

1. საქართველოს პირველი ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციაზე. კლიმატის კვლევის ეროვნული ცენტრი, თბილისი, 1999.
2. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტრო, თბილისი, 2009.
3. Adaptation Policy Frameworks for Climate Change. UNDP, 2005.
4. ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., ჩოგოვაძე ი. გლობალურ დათბობაზე საქართველოში კლიმატის რეაგირების შეფასება. პიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2010.

5. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. საქართველოსგარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტრო, თბილისი, 2015.
6. აჭარის კლიმატის ცვლილების სტრატეგია. UNDP in Georgia, თბილისი, 2013.
7. კლიმატის ცვლილებასთან ზემო სვანეთის ადაპტაციის სტრატეგია. UNDP Georgia, თბილისი, 2014.
8. კლიმატის ცვლილება და კახეთის სოფლის მეურნეობა. UNDP Georgia, თბილისი, 2014.
9. Beritashvili B., Shvangiradze M., Kapanadze N., Tsintsadze N. Adaptation to Climate Change in Georgia. Proc. ICAE – 2015. Tbilisi, 2015, pp.67-69.
10. კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის გზამკვლევი. NALAG/USAID, თბილისი, 2016.

უაკ, 551.521;631.67;662.997

**საქართველოს ეკონომიკის პრიორიტეტული სექტორებისათვის კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტირების პოტენციალის შეფასება.** /ბ. ბერიტაშვილი, ნ. კაპანაძე, ნ. ზოტიკიშვილი/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2017.-ტ.124.-გვ.87-91,-ქართ.; რეზ.ქართ., ინგლ., რუს.

საქართველოს თავისი კლიმატური პირობების ნაირფეროვნების წყალობით ადაპტირების პოტენციალის გამოყენების ფართო შესაძლებლობები გააჩნია. კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტირების თემატიკაზე ეროვნული შეტყობინებების ფარგლებში ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე დამუშავებული რამდენიმე ათეული საპროექტო წინადადებისა და მსგავსი თემატიკის მონოგრაფიების ერთობლივი გაანალიზების შედეგად შესაძლებელი გახდა პირველ მახლობელ ხარისხობრივად შეგვეფასებინა, მიმდინარე საუკუნის დასასრულამდე პროგნოზირებული კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით, საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში ეკონომიკის პრიორიტეტული სექტორებისათვის (ტურიზმი, სოფლის მეურნეობა და ენერჯეტიკა) კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის პოტენციალი.

კერძოდ, განხილული და გაანალიზებული იქნა საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლი (ანაკლიდან სარფამდე), აჭარის მთიანი რაიონების, გურიის, სამეგრელოს, ზემო და ქვემო სვანეთის, რაჭა-ლეჩხუმის, იმერეთის, მესხეთ-ჯავახეთის, შიდა ქართლის, მცხეთა-მთიანეთის, ქვემო ქართლისა და კახეთის რეგიონების ეკონომიკის პრიორიტეტული სექტორების განვითარების სამომავლო პერსპექტივები.

კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტირების შესაფასებლად გამოყენებული იქნა 3-ბალიანი სკალა: 1-სუსტი, 2-საშუალო და 3-მაღალი პოტენციალი, რაც გულისხმობს საადაპტაციო პროექტების განხორციელებისა და მათგან უკუგების მიღების ფართო შესაძლებლობებს.

შეფასების შედეგად დადგენილი იქნა, რომ ჩვენს მიერ განხილული არც ერთი რეგიონის ადაპტირების პოტენციალის ჯამური მნიშვნელობა არ ეცემა 9 შესაძლებლობიდან 6 ბალზე დაბლა, რაც მიუთითებს ყოველ რეგიონში საადაპტაციო პოტენციალის მქონე ეკონომიკის ერთი ან ორი პრიორიტეტული მიმართულების/დარგის არსებობაზე. ამასთან ერთად, აღმოსავლეთ საქართველოს სამი რეგიონის საადაპტაციო პოტენციალი შეფასებული იქნა მაქსიმალური (9) ქულით, მხოლოდ წყლის რესურსების ოპტიმალურად მართვის შესაძლებლობის დაშვებით.

UDC 551.521;631.67;662.997

**Assesment of adaptation to Climate Change potential for the priority sectors of Georgian economy**

/B.Beritashvili, N.Kapanadze, N.Zotikishvili./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology at the Georgian Technical University. -2017. - v.124. – pp.87-91. -Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Due to its versatile climate conditions Georgia has a wide possibility to use its adaptation potential. Based upon the results of studies on adaptation to climate change issues, carried out in the frames of National Communications, some dozens of project proposals have been prepared. Their analysis made it possible to assess in the first approximation the adaptation to climate change potential for the priority sectors of economy (tourism, agriculture and energy) in various regions of Georgia, taking into consideration the projected till the end of current century patterns of climate change.

Future prospects for the development of priority sectors of economy are considered for the regions of the Black Sea coastal zone, mountain part of Ajara, Guria, Samegrelo, Upper and Lower Svaneti, Racha-Lechkhumi, Imereti, Meskheta and Javakheti, Inner Kartli, Mtskheta-Mtianeti, Lower Kartli and Kakheti.

for the estimation of adaptation to climate change capacity 3-mark scale is used: (1) weak, (2) – medium and (3) – high potential meaning wide possibilities of projects implementation and getting return.

As a result of assessments it has been established that adaptation potential for regions does not fall lower than 6 from possible 9 marks, suggesting the existence of at least 1 or 2 priority branches of economy having sufficient adaptation potential. The highest estimate was given to 3 regions of East Georgia (Kakheti, Mtskheta-Mtianeti and Inner Kartli), although admitting the possibility of optimal management of water resources.

УДК 551.521;631.67;662.997

**Оценка адаптационного к изменению климата потенциала приоритетных секторов экономики Грузии** /Бериташвили Б. Ш., Капанадзе Н. И., Зотикишвили Н./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета. –2018. – т.124. – с.87-91. – Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус

Благодаря разнообразию своих климатических условий Грузия обладает широкими возможностями использования адаптационного потенциала. В результате совместного анализа нескольких десятков проектных предложений по адаптированию к изменению климата, подготовленных на основе исследований, проведенных в рамках Национальных Сообщений, появилась возможность в первом приближении оценить адаптационный потенциал приоритетных секторов экономики (туризм, сельское хозяйство и энергетика) в различных регионах Грузии с учетом прогнозируемого до конца столетия изменения климата. Рассмотрены и проанализированы перспективы развития приоритетных секторов экономики в прибрежной зоне Черного моря, горных районах Аджарии, Гурии, Самегрело, Верхней и Нижней Сванетии, Рача-Лечхуми, Имеретии, Месхети и Джавахетии, Внутренней Картли, Мцхета-Мтианети, Нижней Картли и Кахетии.

Для оценки потенциала адаптирования к изменению климата использована 3-балльная шкала: (1) – слабый, (2) – средний и (3) – высокий, подразумевающий широкие возможности осуществления и получения прибыли от адаптационных проектов.

В результате оценки установлено, что ни в одном из рассмотренных регионов суммарное значение адаптационного потенциала не опускается ниже 6 баллов из 9 возможных, что указывает на существование во всех регионах одного или двух направлений, имеющих высокий адаптационный потенциал. При этом, адаптационный потенциал трех регионов Восточной Грузии был оценен максимальным баллом (9) в допущении, однако, возможности оптимального управления водными ресурсами

## უპკ 551.576

### დედამიწის სადამკვირვებლო სისტემის (EOS) თანამგზავრული მონაცემების ბამოყენება ამინდის საპროგნოზო მოდელეზში

მარია ტატიშვილი, ირინე მეურნალიძე, ინგა სამხარაძე, ლაშა ჩინჩალაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი,  
საქართველო [marika.tatishvili@yahoo.com](mailto:marika.tatishvili@yahoo.com)

დედამიწის ატმოსფერო წარმოადგენს გავრცელების ფენას, რომელსაც გრავიტაცია აკეცებს დედამიწის გარშემო. ატმოსფერო იცავს სიცოცხლეს დედამიწაზე, მზის ულტრაიისფერო გამოსხივების აბსორბციით, რითაც ათბობს ზედაპირს სითბოს შეკავების მექანიზმით (სათბური ეფექტი) და თან დღისა და ღამის ტემპერატურების ექსტრემუმებს ამცირებს. საინტერესოა ატმოსფეროს უკიდურესი გარე ფენა- მაგნიტოსფერო, სადაც დამუხტული ნაწილაკების მოძრაობას აკონტროლებს მაგნიტური ველი, რადგან ურთიერთდაჯახების სისშირე მცირეა. იონოსფერო რეაგირებს სხვადასხვა მოვლენებზე, როგორცაა ელჩეკი, ვულკანური ამოფრქვევა, ტაიფუნი და სხვ. ელჩეკებს მნიშვნელოვანი როლი აქვთ ენერგიის გადატანაში ატმოსფეროს დაბალი ფენებიდან იონოსფეროში და გლობალური ელექტრული წრედის შექმნაში. დედამიწის ზედაპირს უარყოფითი მოხტი აქვს, ხოლო ატმოსფეროს დადებითი. მთლიანად წრეზე ძლიერი გავლენა აქვს კოსმოსურ სხივებს, მაღალ-ენერგეტიკულ ტალღებს და დამუხტულ ნაწილაკებს, წარმოქმნილს მზის კორონალური ამოფრქვევებიდან [1].

1960 წლამდე ითვლებოდა, რომ დედამიწის მაგნიტური ველი მარტივ დიპოლს წარმოადგენდა. ჯერ კიდევ უცნობია რა წარმოქმნის მაგნიტურ ველს, გარდა იმ ფაქტისა, რომ დედამიწის ბირთვში შესაძლოა ცირკულირებდეს დენები, დაკავშირებული თხევად ბირთვთან. მას შემდეგ რაც დაფიქსირდა მზის ქარი, რომელსაც გადააქვს მზის მაგნიტური ველი, დედამიწის მაგნიტური ველი დაკავშირდა მზესთან. მზის ქარი წარმოქმნის წნევას ველზე და მზისკენ მიმართული მხარის გასწვრივ ხდება მისი ძალწირების წაგრძელება გრძელი შლეიფის სახით. ასეთ კონფიგურაციას მაგნიტოსფერო ეწოდება [2]. შლეიფის სიგრძე დაახლოებით 10 დედამიწის რადიუსის სიგრძისაა. მაგნიტოსფერო შეიცავს სხვადასხვა სიმკვრივის და ტემპერატურის პლაზმას, რომელიც მზის ქარისგან და იონოსფეროსგან წარმოიქმნება. მზის გაწვეილ მაგნიტურ ველს პლანეტაშორისო მაგნიტური ველი ეწოდება და დედამიწის მაგნიტურ ველთან ერთად ქმნის პოლარულ რეგიონებს დედამიწაზე. მზის და დედამიწის მაგნიტური ველების კავშირს მაგნიტური შეკავშირება ეწოდება და ხშირად ხდება. მზის ქარის ნაწილაკები მაგნიტოსფეროში შეღწევას ამ შეკავშირებით ახერხებენ და შემდეგ გადაადგილდებიან გეომაგნიტური ძალწირების გასწვრივ. დადებითი იონები და ელექტრონები მიჰყვებიან ამ ძალწირებს და წარმოქმნიან ეგრეთ წოდებულ ველზე-სწორებულ დენს. მზის ქარი და მაგნიტოსფერო მოქმედებს როგორც გენერატორ და გარდაქმნის ნაწილაკების კინეტიკურ ენერგიას ელექტრულში. ამ ელექტრული ველის ენერგია აჭარბებს  $10^{12}$  ვატს.

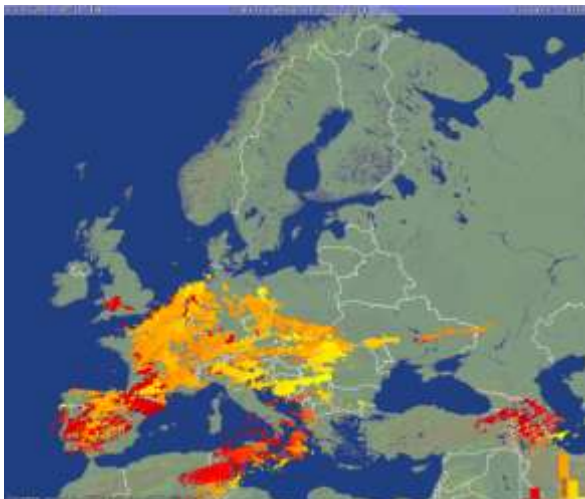
როდესაც დედამიწიდან 50000 კმ სიმაღლეზე მზის ქარი ურთიერთქმედებს მაგნიტურ ველთან წარმოიქმნება 100000 ვ. ელექტრომაგნიტური ძალა. შემდეგი სამი ტიპის მოვლენას წარმოქმნის ეფექტებს დედამიწაზე: აფეთქებები მზეზე, კორონალური ამოფრქვევები და დედამიწისკენ მიმართული ხერხელები მზეზე. ეს მოვლენები იწვევენ გეომაგნიტურ შტორმებს დედამიწაზე.

მას შემდეგ, რაც დაიწყო დედამიწის შესწავლა თანამგზავრული დაკვირვების მონაცემებით, NASA, NOAA და EUMETSAT პროგრამების ფარგლებში განხორციელდა თანამგზავრების გაშვება, აღჭურვილს სხვადასხვა ტიპის სენსორებით, აქტუალური გახდა იონოსფეროს ამინდის ამოცანა.

NASA -ს მაგნიტური ველის სადაკვირვებლო თანამგზავრები MMS, THEMIS და მზეზე დაკვირვების თანამგზავრები SOHO, SDO, SOLAR PROBE და სხვ. გაშვების შემდეგ განუწყვეტლივ გადმოსცემენ ინფორმაციას მზის პარამეტრების ცვალებადობაზე, კოსმოსური

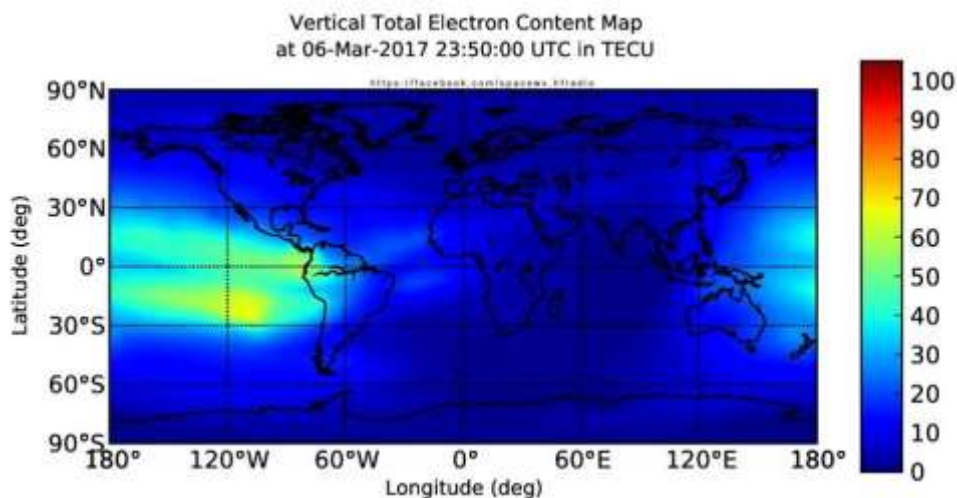
სხივების მასხასიათებლებზე და დედამიწის მაგნიტური ველი შემოფოთებებზე. მას შემდეგ რაც განხორციელდა ვან ალენის რადიაციული სარტყლების ზონების გაშვება, დედამიწის გარშემო დაფიქსირდა მაღალი ენეგიების ელექტრონების რკალი, რომელიც რამოდენიმე საათში დაიშალა. მათ დიდი გავლენა იქონიეს დედამიწის ელექტრო-მაგნიტურ მასხასიათებლებზე.

შემოტრილი სხვადასხვა დამუხტული ნაწილაკები მოქმედებენ, როგორც ღრუბლის კონდენსაციის ბირთვები, ზრდიან ღრუბლის საფარს და მოსულ თხევად და მყარ ნალექს ლოკალურ რეგიონებში. ამასთან დამუხტული ნაწილაკები ამ იერებენ ელექტრულ ველს, რაც გამოიხატება ელქექების ინტენსივობის გაზრდაში.



ნახ.1. დედამიწაზე ელქექის განაწილების 2017წ.13 მაისის რუკა ევროპის ამინდის საპროგნოზო ცენტრის მიხედვით [3] .

იონოსფეროს ამინდი პროგნოზისთვის ფართო გამოყენება ჰპოვა ახალმა ელექტრონების სრული შემცველობის (Total Electron Content) რუკებმა, რომლებსაც NASA გადმოსცემს ელექტრონების სრული შემცველობა არის მნიშვნელოვანი რაოდენობრივი პარამეტრიც. ეს არის თავისუფალი ელექტრონების სრული რაოდენობა ინტეგრირებულს  $1\text{m}^2$  განიკვეთის ფართობის მქონე ცილინდრში, დაკვირვების ადგილიდან (თანამგზავრიდან) მიმდებამდე. ეს რუკები იონოსფეროს ამინდის მონიტორინგისა და იონოსფეროს შტორმების პროგნოზისთვის გამოიყენება.



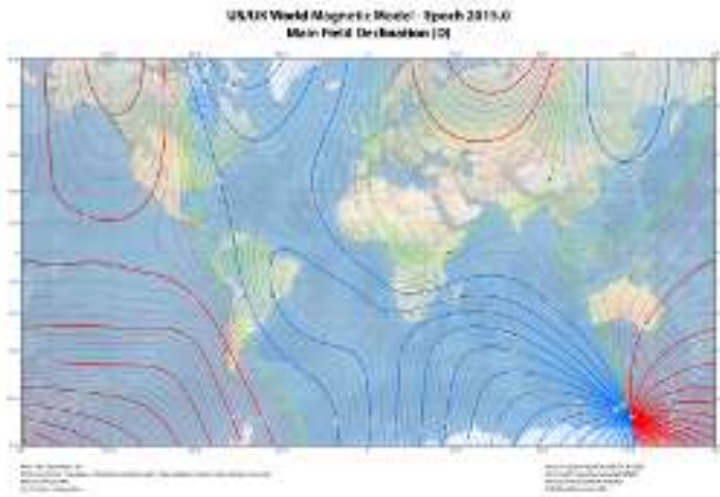
ნახ.2. ელექტრონების სრული შემცველობის (Total Electron Content) 2017წ. 6 მაისის რუკა [4]

გეომაგნიტური შტორმების დასახასიათებლად შემოტანილია გეომაგნიტური ინდექსები K, G. ცხრილში მოყვანილია ინდექსების და მეტეოროლოგიური სიდიდეების მნიშვნელობები შემფოტებული თარიღებისთვის.

ცხრილი 1. გეომაგნიტური ინდექსების და მეტეოროლოგიური სიდიდეების მნიშვნელობები შემფოტებული თარიღებისთვის.

ღღე	საშ. ტემპერატურა T <sub>საშ.</sub> (°C).	ქარის სიჩქარის მაქს.მნიშ. U <sub>მაქს.</sub> (მ/წმ)	ნალექები მმ.	გეომაგნიტური ინდექსი
23.03.16	8	12	-	K<4
24.03.16	12	9	-	K<4
25.03.16	12.8	14	თქეში წვიმა. Cumulusnimbus.	K>4
10.04.16	13	5	18 თქეში წვიმა. Cumulusnimbus	G1
11.04.16	15	9	21 თქეში წვიმა. Cumulusnimbus	G1
12.04.16	15	4	თქეში წვიმა. Cumulusnimbus.	G1
13.04.16	16	12	-	G1
14.04.16	16	11	-	G1
26.04.16	20	13	2 წვიმა, ელჭექით. Cumulusnimbus	G1 (Minor) storm.
27.04.16	18	12	1	G1 (Minor) storm.
28.04.16	15.5	8	4 წვიმა, ელჭექით. Cumulusnimbus	G1 (Minor) storm.
29.04.16	14.7	11	20 წვიმა, ელჭექით. Cumulusnimbus	G1 (Minor) storm.
30.04.16	15.3	12	-	G1 (Minor) storm.
06.05.16	16	12	2	K<4
07.05.16	14	12	14 წვიმა, ელჭექით	K<4
08.05.16	16	14	-	K>4
09.05.16	17	8	-	K>4
19.05.16	17.8	14	7 წვიმა, ელჭექით	
20.05.16	18.2	16	-	G1 (Minor) storm
21.05.16	18.2	8	-	G1 (Minor) storm
03.06.16	22	10	1 ხანმოკლე წვიმა-ელჭექი	K<4
04.06.16	20.3	7	-	K<4
05.06.16	19.4	12	16 ძლიერი წვიმა, ელჭექით. Cumulusnimbus	K>4

დედამიწის მაგნიტური ერთ-ერთი მოქმედი მოდელი (World Magnetic Model) რომელიც შეიქმნა აშშ. ტავდაცვის სამინისტროს, დიდი ბრიტანეთის თავდაცვის სამინისტროს, ნატოს და საერლაშორისო ჰიდროგრაფიული ორგანიზაციის მიერ გამოიყენება ველის მონიტორინგის, ინტენსივობის ცვლილების და მეცნიერული მიზნებისათვის. მიმდინარე მოქმედი მოდელი შეწყვეტს ფუნქციონირებას 2020წ [5,6].



ნახ.3. ველის გადახრა (D). მაგნიტური ველის სტანდარტული მოდელით (World Magnetic Model 2015) წითელი კონტური დადებითი; ლურჯი- უარყოფითი; მწვანე-0. მერკატორის პროექცია.

მზე-დედამიწის გარემოს მოდელირება საკმაოდ რთული ამოცანაა, რადგან სტანდარტული თერმო-ჰიდროდინამიკის გარდა დამატებით შემოდის მაქსველის ელექტრომაგნეტიზმის განტოლებები ეგრეთ წოდებული მაგნეტოჰიდროდინამიკა, რომლის განტოლებებიც სადღეისოდ ანალიზურად სრულად ვერ იხსნება. არსებობს რიცხვითი ამოხსნები, რომლებიც არაკორექტულ შედეგს იძლევა და უკეთეს შემთხვევაში მიახლოებები. ცხადი ხდება, რომ ფიზიკური პროცესები სრულად კარგად არ არის გააზრებული და საჭიროებს განვითარებას

**ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. Electrodynamical Coupling of Earth’s Atmosphere and Ionosphere: An Overview A. K. Singh,1 Devendraa Siingh,2 R. P. Singh,3 and SandhyaMishra1Hindawi Publishing Corporation International Journal of Geophysics Volume 2011
2. SOLAR PHYSICS AND TERRESTRIAL EFFECTS. Space Environment Center. 2012
3. Lightingmaps.org. Blitzortung.org
4. <http://SunSpotWatch.com>
5. The World Magnetic Model. Chulliat, A., S. Macmillan, P. Alken, C. Beggan, M. Nair, B. Hamilton, A. Woods, V. Ridley, S. Maus and A. Thomson, 2015,
6. The US/UK World Magnetic Model for 2015-2020: Technical Report, National Geophysical Data Center, NOAA National Centers for Environmental Information. NOAA. 2017

შპს 551.576

დედამიწის სადამკვირვებლო სისტემის (EOS) თანამგზავრული მონაცემების გამოყენება ამინდის საპროგნოზო მოდულებში. /მ. ტატიშვილი, ი. მკურნალიძე, ი. სამხარაძე, ლ.



ჩინჩალაძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2017, ტ.124, გვ.92-96. ქართ. რუხ: ქართ., ინგლ.,

NASA -ს მაგნიტური ველის სადაკვირვებლო თანამგზავრები MMS, THEMIS და მზეზე დაკვირვების თანამგზავრები SOHO, SDO, SOLAR PROBE და სხვ. გაშვების შემდეგ განუწყვეტლივ გადმოსცემენ ინფორმაციას მზის პარამეტრების ცვალებადობაზე, კოსმოსური სხივების მახასიათებლებზე და დედამიწის მაგნიტური ველის შეშფოთებებზე. გეომაგნიტური ინდექსები მნიშვნელოვანი პარამეტრია ამინდის საპროგნოზო მეთოდებში. მათ სიმძლავრეზეა დამოკიდებული გლობალური ცირკულაციური პროცესების განვითარება და ლოკალური ამინდის ჩამოყალიბება. დედამიწის მაგნიტოსფეროს მოდელის (WMM) საშუალებით ხდება მოსალოდნელი ველის მონიტორინგი და გეომაგნიტური შტორმების პროგნოზირება. რუს.

UDC 551.576

**Use of EOS satellite data in weather forecasting modeling./M.Tatishvili, I.Mkurnalidze, I.Samkharadze, L.Chinchaladze/** Transactions of the Institute of Hydrometeorology of the Georgian Technical University. 2017, vol.124, pp.929. Georg., Summ: Georg., Eng., Rus.

NASA magnetic field observation satellites MMS, THEMIS and Solar Observing Satellites SOHO, SDO, SOLAR PROBE after launch transmit information permanently on Solar parameters variation, cosmic ray flux characteristics and Earth magnetic field disturbances. Geomagnetic indexes are an important parameter in weather forecasting methods. Evaluation of global circulation processes and local weather pattern formation are greatly depended on their capacity. The Earth's Magnetosphere model is continuously observing magnetic field and predicts expected geomagnetic storms, which is important for the formation of weather on Earth.

УДК 551.576

**Использование спутниковых данных EOS в моделировании прогнозов погоды./М. Татишвили, И.Мкурналидзе, И.Самхарадзе, Л.Чинчаладзе/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического университета.2017.вып.124,с.92-6.Груз.Рез:Груз.,Англ.,Рус.**

Спутники наблюдения NASA за магнитным полем MMS, THEMIS и спутники наблюдения Солнца SOHO, SDO, SOLAR PROBE после запуска постоянно передают информацию о изменениях параметров Солнца, характеристиках потока космических лучей и электромагнитных помехах магнитных полей. Геомагнитные индексы являются важным параметром при прогнозировании погоды. Оценка глобальных циркуляционных процессов и формирование локальной погоды в значительной степени зависит от их мощности. Модель магнитосферы Земли постоянно наблюдает за магнитным полем и предсказывает ожидаемые геомагнитные бури, что важно для формирования погоды на Земле.

უაკ 551.50.501.7

**დისტანციური ზონდირების (თანამგზავრული და აერო-ფოტო გადაღებების) გამოყენებით მდინარე ტვიპარის აუზის მყინვარების შესწავლის შედეგები**

ლ. შენგელია\*, გ. კორძაია\*, გ. თვაური\*\*, ვ. ცომაია\*, მ. ძაძამია\*\*\*

\* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

\*\* ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდიას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტი.

\*\*\* საქართველოს გარემოს დაცვის სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტო.

სტატია შესრულებულია შოთა რუსთაველის  
ეროვნული სამეცნიერო ფონდის  
მხარდაჭერით

**შესავალი**

მყინვარებს დიდი მნიშვნელობა გააჩნიათ კაცობრიობისათვის, რადგან ისინი არიან მტკნარი წყლის მნიშვნელოვანი რეზერვი. გამყინვარება ბუნების მეტად დინამიურად განვითარებადი ელემენტია და ამიტომ ის ძალიან მგრძობიარეა ბუნებრივი და ანტროპოგენური ზემოქმედების მიმართ. მყინვარების ევოლუციის კანონების შესწავლა გლობალური ცვლილებების პერიოდში არის მომავალზე ორიენტირებული ამოცანა.

ცნობილია, რომ თანამედროვე მყინვარები პროდუქტია წარსულში არსებული კლიმატის, როცა თვის საშუალო ტემპერატურები უფრო დაბალი იყო, ხოლო მყარი ნალექების რაოდენობა მეტი, ამიტომ მყინვარებს აქვთ ტენდენცია შეიცვალონ კლიმატის ცვლილების შესაბამისად. ამრიგად კლიმატის ცვლილების ერთერთი ეფექტური ინდიკატორია მყინვარების ევოლუცია ისტორიულ და მიმდინარე ჭრილში.

საქართველოს მყინვარების შესახებ მონაცემები გამოცემულია ყოფილი საბჭოთა კავშირის მყინვარების კატალოგში, რომლის ბოლო გამოცემაში შესული მასალები დაახლოებით 50 წლის წინანდელია. საქართველოს მყინვარების თანამედროვე მდგომარეობის შესწავლისათვის მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრების, აერო-ფოტო გადაღებების, საექსპერტო ცოდნისა და მიწისპირა დაკვირვებების კომპლექსური გამოყენების საფუძველზე განსაზღვრულია საქართველოს ყველა მყინვარის მახასიათებლები და შედგენილია შესაბამისი ცხრილები [1–9]. ამავდროულად შესწავლილია და განსაზღვრულია მყინვარების დნობისა და უკანდახევის დინამიკა [10–12].

მყინვარების კვლევისას განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მყინვარის ენის ბოლოს ზუსტი განსაზღვრა, რადგან მყინვარების ძირითადი მახასიათებლების (კერძოდ, მყინვარის სიგრძის, მინიმალური სიმაღლის, უკანდახევის მანძილის) დადგენა სწორედ ამ ათვის წერტილიდან ხდება. ექსპერტული ცოდნის გამოყენება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, როდესაც მყინვარის ენა მორენებით და/ან ნაშალი მასალითაა დაფარული.

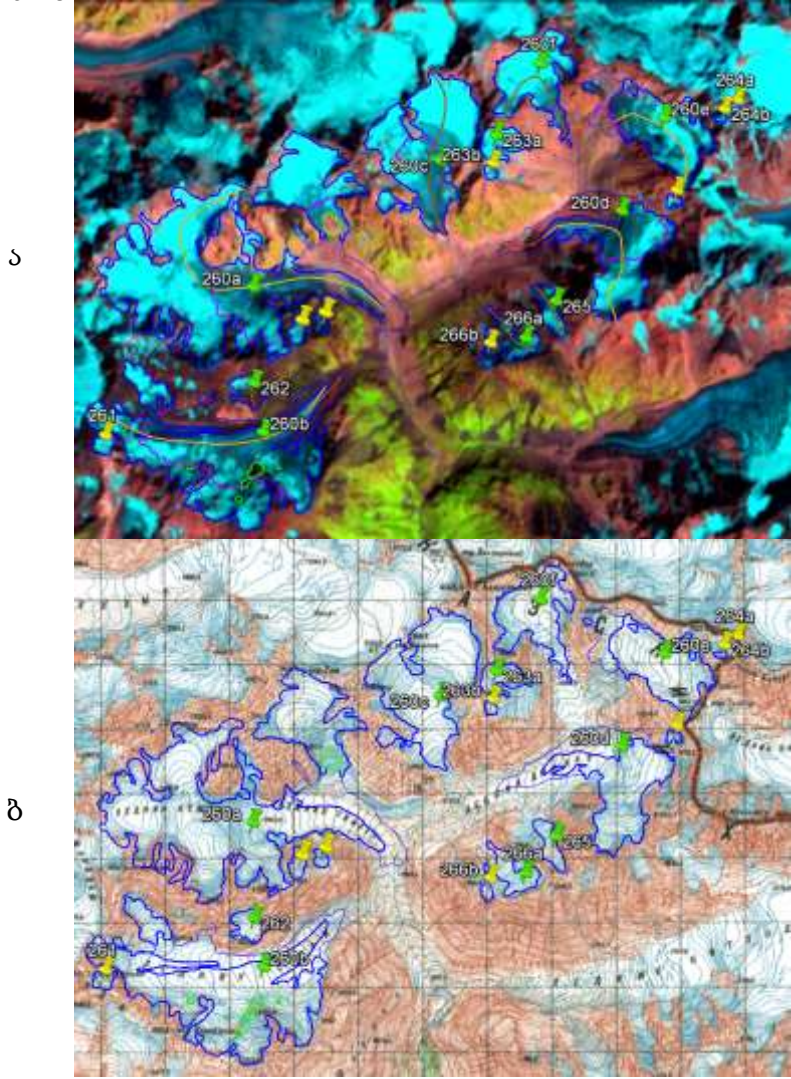
მყინვარების კონტურების გაკვლევა ჩატარდა ინოვაციური მეთოდოლოგიის საფუძველზე [2–3] მანუალური დიგიტალიზაციის გამოყენებით. ამ პროცესში მნიშვნელოვანია საექსპერტო ცოდნის გამოყენება. შესასწავლი მყინვარების იდენტიფიცირებისათვის და კონტურების დასაზუსტებლად გამოყენებულია რელიეფის ციფრული მოდელი (DEM), მყინვარების შესასწავლად შექმნილი ყოფილი საბჭოთა კავშირის მყინვარების კატალოგის სქემები და გასული საუკუნის 60-იანი წლების ტოპოგრაფიული რუკები, რომლებიც გამოყენებული იყო მყინვარების კატალოგის შექმნისას.

**ძირითადი ნაწილი**

მყინვარების შესწავლისას დისტანციური ზონდირების მონაცემებით, ერთერთ რთულ ამოცანას წარმოადგენს სურათებზე მოცემული მყინვარების იდენტიფიცირება. ამისათვის გამოიყენება მყინვარების შესასწავლად შექმნილი ყოფილი საბჭოთა კავშირის მყინვარების კატალოგის სქემები. მათი დახმარებით ტარდება შრომატევადი სამუშაო, მყინვარების კატალოგის სქემებზე დატანილი მყინვარების შედარებისათვის დისტანციური ზონდირების სურათებზე მოყვანილ შესაბამის მყინვარებთან.

საქართველოს მყინვარების კვლევისას მნიშვნელოვანია მდინარე ტვიბერის აუზის მყინვარების შესწავლა. ტვიბერის მყინვარი ერთადერთი მყინვარია, რომელსაც აქვს სახელდებული ნაკადები. საჭიროა ამ ნაკადების იდენტიფიცირება, მათი დროში ევოლუციის დადგენა.

მდინარე ტვიბერის აუზში მდებარეობს №260 (ტვიბერი), №261–№266 მყინვარები. ტვიბერის მყინვარის მთლიანი ფართობი მყინვარების კატალოგის [13] მიხედვით 20.1კმ<sup>2</sup>-ია. ტვიბერი ხეობის ტიპის პოლისინთეზური მყინვარია და ამჟამად, თანამგზავრული სურათის მიხედვით (სურ. 1) რამდენიმე ფრაგმენტად (ნაკადად) არის დანაწევრებული. აქვე ავლნიშნავთ, რომ მყინვარის ფრაგმენტებს ავლნიშნავთ a, b, c, d, e, f ინდექსებით.

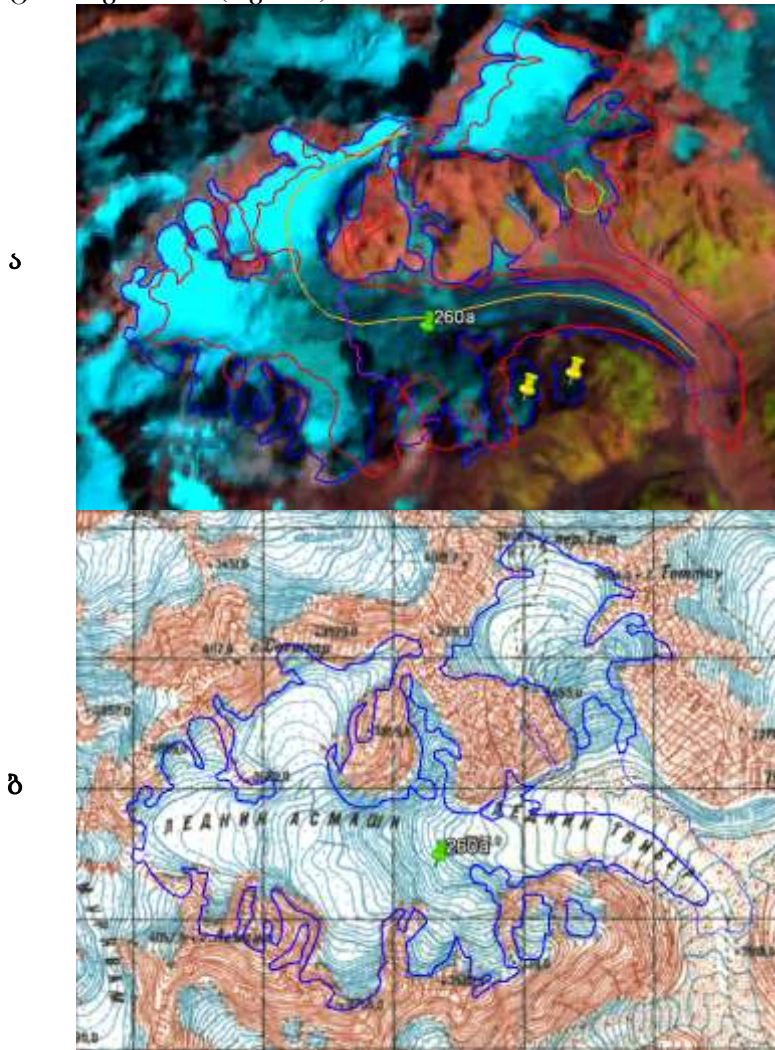


სურ. 1. მდინარე ტვიბერის აუზის მყინვარების საერთო სურათი. ა – Landsat 8 OLI სენსორის 2013 წლის 23 აგვისტოს თანამგზავრული სურათი და დაზუსტებული კონტურები, ბ – მიღებული კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მყინვარების კონტურებთან (თოვლისგან და ყინულისგან თავისუფალი), იასამნისფერით გავლებულია ფირნის ხაზი, წითლით – კონტური მონაცემთა ბაზიდან „მიწისპირა ყინულების გლობალური გაზომვები კოსმოსიდან“ (Global Land Ice Measurements from Space – GLIMS). ბ სურათზე ნაჩვენებია მყინვარის დაზუსტებული კონტურის შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მყინვარის კონტურთან.

1-ლ სურათზე მოყვანილია მდინარე ტვიბერის აუზში მდებარე მყინვარების საერთო სურათი. 1ა-ზე მოცემულია Landsat 8 OLI სენსორის 2013 წლის 23 აგვისტოს თანამგზავრული სურათი და დაზუსტებული კონტურები. 2.39 ბ-ზე მიღებული კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მყინვარების კონტურებთან.

1-ლ და ქვემოთ მოყვანილ სურათებზე ლურჯი ხაზით მოცემულია თანამგზავრული სურათის მიხედვით დაზუსტებული კონტური, წვრილი ლურჯი ხაზით აღნიშნულია მყინვარის ნაშალით დაფარული არე. მყინვარის ღია არის სიგრძის გამოსათვლელად გავლებულია დამატებითი ხაზი – ღია ყავისფერი ხაზი, ნაშალით დაფარულ არეზე გავლებულია ყავისფერი ხაზი. გარდა ამისა, მწვანე ფერის ხაზით გამოყოფილია კლდოვანი უბნები.

ფართობით ყველაზე დიდია №260 a მყინვარი, რომელიც ტოპორუკაზე ორი სახელით, ტვიბერიტ და ასმაშით არის აღნიშნული. როგორც თანამგზავრულ სურათზე ჩანს (სურ-ები 1 და 2) იგი ამჟამად ერთიანი მყინვარია. №260 a ტვიბერიტ-ასმაშის მყინვარს უერთდება თოთის მყინვარი, რომელიც ტვიბერის მყინვარის მარცხენა შენაკადია და კლდოვანი ნაწილის გარშემოვლით, ორი ნაკადით უერთდება ტვიბერს. ტვიბერიტ-ასმაშის და თოთის (№260ა) მყინვარის კონტურის დასაზუსტებლად ვისარგებლეთ Landsat 8 OLI სენსორის 2015 წლის 29 აგვისტოს სურათით (სურ. 2).



სურ. 2. №260ა ტვიბერიტ-ასმაში და თოთის მყინვარი. ა – კონტური Landsat 8 OLI სენსორის 2015 წლის 29 აგვისტოს სურათის მიხედვით, ბ – მიღებული კონტურის შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მყინვარის კონტურებთან

როგორც აღვნიშნეთ, ტვიბერიტ ერთადერთი მყინვარია, რომელსაც აქვს სახელდებული ნაკადები. ეს ნაკადებია: სერი (№260 b), ირითი (№260c), ძინალი (260 d), ლიჭადი (260e) და ლასხედარი (№260f), რომლებიც ფაქტიურად ცალკე მყინვარებად ჩამოყალიბდნენ, ხოლო ასმაშისა და თოთის ნაკადები უშუალოდ ტვიბერთანაა გაერთიანებული.

მე-2 სურათის მიხედვით №260 ა ტვიბერი-ასმაშის მყინვარის ენის დიდი ნაწილი ნაშალითაა დაფარული. ნაშალი მასალით და მორენებითაა დაფარული აგრეთვე ტვიბერში თოთის მყინვარის ჩადინების არე.

თოთის მყინვარს ჯერ კიდევ არა აქვს კავშირი გაწყვეტილი ტვიბერის მყინვართან რისი დასტურიცაა გარემოს ეროვნული სააგენტოს გლაციოლოგიური ექსპედიციის დროს, 2016 წლის 3 აგვისტოს გადაღებული აერო-ფოტო სურათები (სურ. 3).



ა



ბ

სურ. 3. ტვიბერის მყინვართან თოთის მყინვარის ჩადინების არე სხვადასხვა რაკურსით 03.08.2016 (გარემოს ეროვნული სააგენტოს გლაციოლოგიური ექსპედიციის მასალები). ა – გადაღებულია 6 სთ და 31 წთ, ბ – გადაღებულია 6 სთ და 46 წთ

მოგვყავს აგრეთვე ასმაში-ტვიბერის ერთიანობის დამადასტურებელი ფოტოსურათები შორი და ახლო ხედით (სურ.4). სურათზე ჩანს ვერტმფრენის კაბინა.



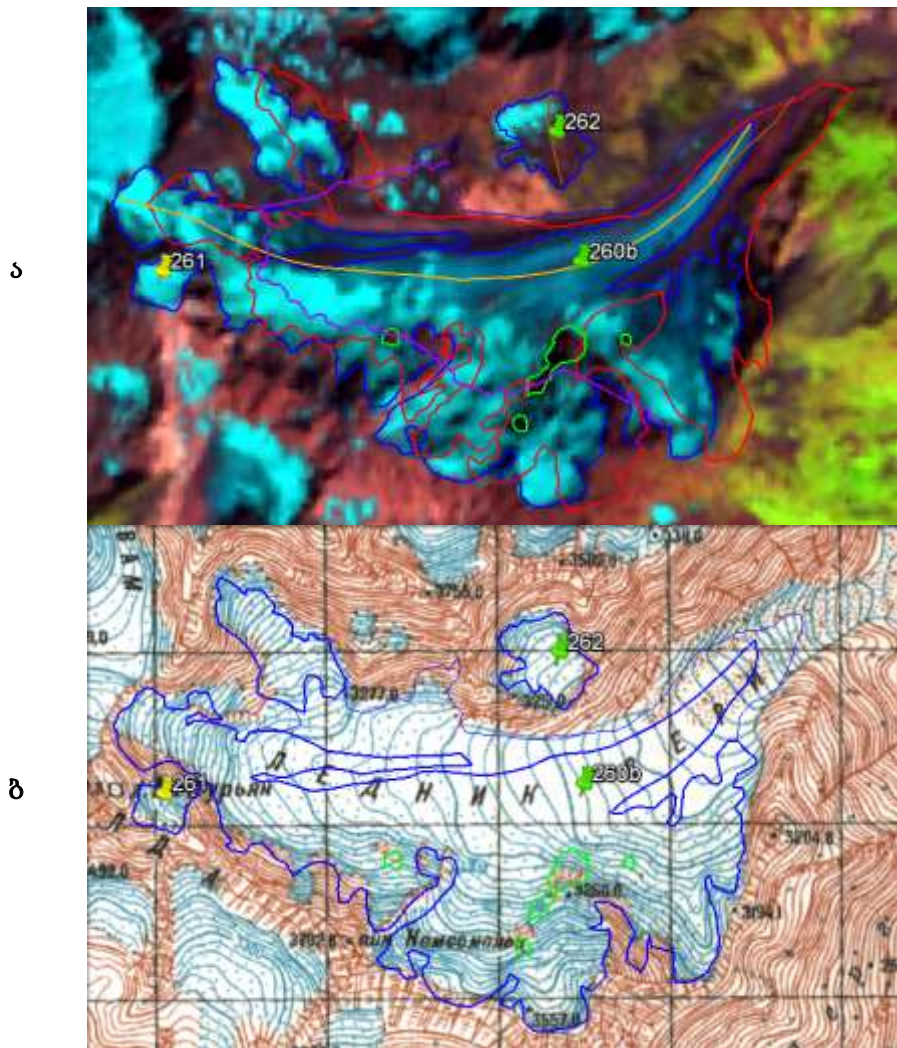
ა



ბ

სურ. 4. ასმაში-ტვიბერის ერთიანობის დამადასტურებელი ფოტოსურათები, 03.08.2016, 6 სთ და 28 წთ (გარემოს ეროვნული სააგენტოს გლაციოლოგიური ექსპედიციის მასალები). ა – შორი ხედით, ბ – იგივე მყინვარი უფრო ახლო ხედით

მყინვარ ტვიბერის ნაკადებიდან სიდიდით მეორე მყინვარია სერი (№260 ბ). მისი კონტურის დასახუსტებლად ვისარგებლეთ Landsat 8 OLI სენსორის 2015 წლის 23 აგვისტოს სურათით. ქვემოთ მოყვანილ 5 ა სურათზე მოცემულია №260ბ მყინვარი სერის და №261, №262 მყინვარების თანამგზავრული სურათის მიხედვით დაზუსტებული კონტურები, ხოლო 5 ბ სურათზე – მყინვარის დაზუსტებული კონტურის შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მყინვარის კონტურთან.



სურ. 5. №260ბ – მყინვარი სერი და №261, №262 მყინვარები. ა – დაზუსტებული კონტურები Landsat 8 OLI სენსორის 2013 წლის 23 აგვისტოს სურათის მიხედვით, ბ – მყინვარის დაზუსტებული კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მყინვარების კონტურებთან

როგორც მე-5 სურათიდან ჩანს ნაშალი მასალით აქაც საკმაოდ დიდი ფართობია დაფარული და იგი სურათზე წვრილი ლურჯი ხაზითაა გამოყოფილი.

№261 და №262 მყინვარები კატალოგის მიხედვით ორივე მცირე მყინვარია, ფართობით 0.1 კმ<sup>2</sup>. ამჟამად, №261 მყინვარი თოვლნარად არის დეგრადირებული, ხოლო №262-ის ფართობი 0.14 კმ<sup>2</sup>-ია. №262 მცირე მყინვარის ფართობი ოდნავ მომატებულია. ამის ახსნა იმასთანაა დაკავშირებული, რომ კატალოგის მონაცემი მეათედის სიზუსტითაა გაზომილი, ხოლო თანამგზავრული გაზომვა საშუალებას იძლევა ფართობის მონაცემი მეასედის სიზუსტითაც მივიღოთ.

მე-6 სურათზე წარმოდგენილია სერის მყინვარი. სურათი გადაღებულია 2016 წლის 3 აგვისტოს. სერის მყინვარი სამხრეთ-დასავლეთის მხრიდან ჩამოედინება. ადრე იგი ტვიბერის მყინვარს მარჯვენა მხრიდან უერთდებოდა. ამჟამად ტვიბერის მყინვარი დნობის შედეგად უკანაა დახეული და ამ სურათზე არ ჩანს. წინა დღეებში იყო მნიშვნელოვანი ნალექები, რამაც გამოიწვია სერის მყინვარიდან ნაშალი და მორენული მასალის ჩამოწოლა, რის შედეგადაც ჩაიხერგა ხეობა და გროტებიდან გამომავალი წყალი დაგუბდა. ეს ტბა წარმოიქმნა იმ ადგილას, სადაც ოდესღაც ტვიბერის ყველა ნაკადი (გარდა ყვითლოდისა) ერთიანდებოდა. აქვე ავლნიშნავთ, რომ ტბის წარმოქმნა შენიშნეს მონადირეებმა, შეატყობინეს ხელისუფლებას და სასწრაფოდ, საშიშროების რისკის შესაფასებლად გაგზავნილ იქნა გარემოს ეროვნული სააგენტოს სპეციალისტები, რომლებმაც დაასკვნეს, რომ ამჟამინდელი მდგომარეობით ეს ტბა მოსახლეობისათვის

საშიშროებას არ წარმოადგენს. სურ. 6 ბ-ზე ახლო ხედით, კარგად ჩანს სერის მყინვარიდან ჩამოწოლილი ნაშალი და მორენული მასალა.



ა



ბ

სურ. 6. სერის მყინვარი, 03.08.2016, 6 სთ და 28 წთ (გარემოს ეროვნული სააგენტოს გლაციოლოგიური ექსპედიციის მასალები). ა – სამხრეთ დასავლეთიდან ჩამოედინება სერის მყინვარი, სურათის შუა ნაწილში კარგად ჩანს ტბა, რომელშიც დაგუბდა გროტებიდან გამომავალი წყალი სერის მყინვარიდან ნაშალი და მორენული მასალის ჩამოწოლის გამო ხეობის ჩახერგვის შედეგად, ბ – სერის მყინვარი ახლო ხედით. სურათზე კარგად ჩანს სერის მყინვარიდან ჩამოწოლილი ნაშალი და მორენული მასალა.

მე-7 სურათზე მოყვანილია ირითის (№260c) ძინალის (260d), ლიჭადის (260e), ლასხედარის (№260f), და №263–№266 მყინვარები და მათი კონტურები. კონტურების დასახუსტებლად გამოვიყენეთ Landsat 8 OLI სენსორის 2013 წლის 23 აგვისტოს და 2015 წლის 6 სექტემბრის თანამგზავრული სურათები. ქვემოთ მოყვანილ 7ა სურათზე მოცემულია მყინვარების თანამგზავრული სურათის მიხედვით დაზუსტებული კონტურები, ხოლო 7 ბ სურათზე მიღებული კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მყინვარების კონტურებთან.

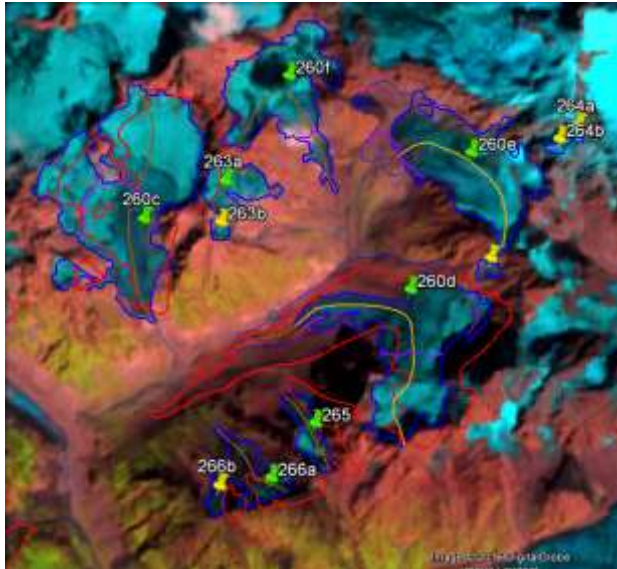
მე-7 სურათიდან ჩანს, რომ ძინალის (№260 d), ლიჭადის (№260e) მყინვარების საკმაოდ დიდი ფართობები ნაშალით არიან დაფარული. მყინვარ ძინალსა (260d) და მყინვარ ლიჭადს (260e) შორის არის ერთი აღურიცხავი თოვლნარი, მისი ფართობი 0.036 კმ<sup>2</sup>-ია. №263 მცირე მყინვარი დანაწევრებულია ერთ მცირე მყინვარად და თოვლნარად. №264 საშუალო ზომის მყინვარი ორ თოვლნარად დეგრადირდა და იშვიათ შემთხვევათა რიცხვს მიეკუთვნება.

№265 მცირე მყინვარი ზომაში შემცირდა, მაგრამ ისევ მცირე მყინვარად დარჩა, ხოლო №266 მცირე მყინვარი დანაწევრდა მცირე მყინვარად და თოვლნარად.

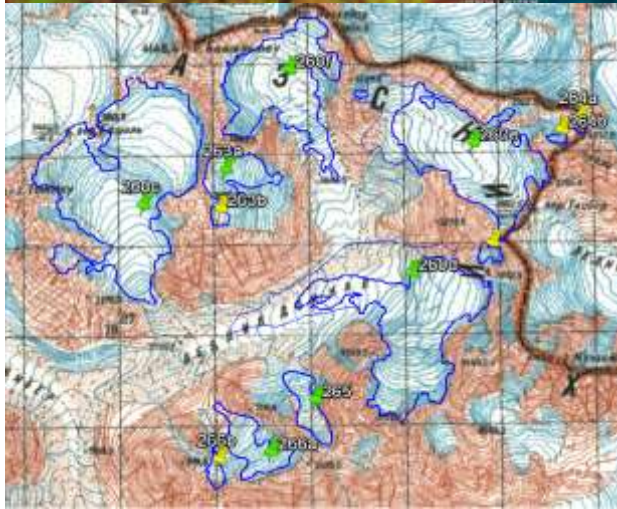
მე-8 სურათზე წარმოდგენილია №265 და №266 მყინვარები, 8ა-ზე მათი დაზუსტებული კონტურები Google Earth-ის 2012 წლის 6 სექტემბრის სურათის მიხედვით, სიგრძის გასაზომად გავლებული დამატებითი ხაზები, ფირნის ხაზები და GLIMS-ის კონტურები, ხოლო 8ბ-ზე – მიღებული კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მყინვარების კონტურებთან.

9 ა სურათზე გადაღებულია №260 c – ირითის მყინვარი. სურათზე კარგად იკვეთება მისი წაწვეტებული ფორმის ენის ბოლო. 9ბ სურათის ზედა ნახევარში ჩანს მყინვარი №260f – ლასხედარი, ხოლო მარჯვენა ქვედა კუთხეში №260 d, მყინვარ ძინალის ენა. სურათზე ჩანს, რომ ლასხედარის მყინვარი, რომელიც ოდესღაც ძინალს უერთდებოდა ამჟამად უკანაა დახეული.

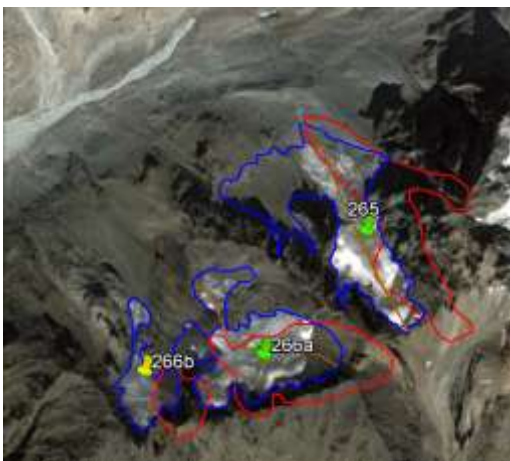
ა



ბ



სურ. 7. №260c – ირითის, 260d – ბინალის, 260e — ლიჭადის, №260f – ლასხედარის და №263–№266 მყინვარები. ა — კონტური Landsat 8 OLI სენსორის 2015 წლის 76 სექტემბრის სურათის მიხედვით, ბ – მიღებული კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მყინვარების კონტურებთან



ა



ბ

სურ. 8. №265 და №266 მყინვარები. ა – დაზუსტებული კონტურები Google Earth 2012 წლის 6 სექტემბრის სურათის მიხედვით, ბ – მიღებული კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მყინვარების კონტურებთან





ა



ბ

სურ. 9. გარემოს ეროვნული სააგენტოს გლაციოლოგიური ექსპედიციის მასალები, 03.08.2016, 6 სთ და 26 წთ: ა – მყინვარი №260c – ირითი წაწვეტებული ფორმის ენის ბოლოთი, ბ – №260 f – ლასხედარისა და №260d, მყინვარ ძინალის ენა.

უნდა აღინიშნოს, რომ ტვიბერის აუზის მყინვარების იდენტიფიკაციისას გამოყენებულ ტოპოგრაფიულ რუკაზე არ იყო დატანილი თოთის, ირითის, ლასხედარის და ლიჭადის მყინვარების სახელწოდებები და ამან გარკვეული სირთულეები შეგვიქმნა.

ტვიბერის მყინვარის ნაკადების იდენტიფიცირების სირთულეების გამო დამატებით განხილულია ლიტერატურული წყაროები [14,15] და გამოყენებულია საექსპერტო ცოდნა.

კი. პოდოზერსკი 1911 წელს გამოცემულ კატალოგში №241 ტვიბერ-ძინალ-ლასხედარის მყინვარის აღწერისას [16] წერს, რომ მყინვარი ყვითლოდიც მასში ჩაედინება, თუმცა სსრკ კატალოგის მიხედვით [13] იგი ცალკე გამოყოფილი მყინვარია.

ავტორების მიერ შექმნილი მეთოდოლოგიების საფუძველზე განსაზღვრულია განხილული მყინვარების მახასიათებლები და შედარებულია მყინვარების კატალოგის შესაბამის მონაცემებთან. მაგალითად თღზ-ს მონაცემით ტვიბერი-ასმაშის და თოთის (№260a) მყინვარის ფართობი 7,0 კმ<sup>2</sup>-ია, ხოლო კატალოგის მიხედვით 20.1 კმ<sup>2</sup>. თუ ამ ფართობს დაუმატებთ თღზ-ის მონაცემით სერის (№260b) – 4.6 კმ<sup>2</sup>, ირითის (№260c) – 2,9 კმ<sup>2</sup>, ძინალის (260d) – 2.2 კმ<sup>2</sup>, ლიჭადის (260e) – 1.6 კმ<sup>2</sup>, ლასხედარის (№260f) – 1.0 კმ<sup>2</sup> მყინვარების ფართობებს, ჯამური ფართობი შეადგენს 19.3 კმ<sup>2</sup>-ს. ყოველივე ზემოთ თქმული კლიმატის ცვლილების ფონზე ამ მყინვარების დნობისა და დეგრადირების შედეგია.

### დასკვნა

კვლევაში განხილულია დისტანციური ზონდირების (თანამგზავრული და აერო-ფოტო გადაღებების) გამოყენებით მდინარე ტვიბერის აუზის მყინვარების თანამედროვე მდგომარეობა. ყოფილი საბჭოთა კავშირის მყინვარების კატალოგის სქემების საფუძველზე ჩატარებულია ამ მყინვარების იდენტიფიკაცია. მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული სურათების, ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტოპოგრაფიული რუკების და საექსპერტო ცოდნის გამოყენებით განსაზღვრულია განსახილველი მყინვარების ამჟამინდელი კონტურები. განსაზღვრულია განხილული მყინვარების მახასიათებლები ავტორების მიერ შექმნილი მეთოდოლოგიების საფუძველზე.

მდინარე ტვიბერის აუზის მყინვარების დისტანციური ზონდირების (თანამგზავრული და აერო-ფოტო გადაღებების) საფუძველზე დადგინდა, რომ:

1. ტვიბერი, რომელსაც აქვს სახელდებული ნაკადები: სერი, ირითი, ძინალი, ლიჭადი და ლასხედარი ფაქტიურად ცალ-ცალკე მყინვარებად ჩამოყალიბდნენ, ხოლო ასმაშისა და თოთის ნაკადები უშუალოდ ტვიბერთანაა გაერთიანებული.
2. ამ მყინვარებიდან მხოლოდ ირითისა და ლასხედარის მყინვარის ენის ბოლო არ არის დაფარული ნაშალი და მორენული მასალით.
3. ტვიბერის ყველა მყინვარი უკანაა დახეული და შესაბამისად შემცირებულია მათი ფართობები.

### ლიტერატურა– REFERENCES–ЛИТЕРАТУРА:

1. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია (2015). მყინვარების კვლევა თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების და GIS ტექნოლოგიების გამოყენებით. სამეცნიერო-რეფერირებადი ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, 2 (719): 9-18.
2. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, ვ. ცომაია. სუათისის მყინვარების კვლევის შედეგები თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე. თბილისი: ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, 2014, ტ. 120, გვ. 52-56.
3. Kordzakhia G., Shengelia L., Tvauri G., Tsomaia V., Dzadzamia M. (2015). Satellite Remote Sensing Outputs of the Certain Glaciers in the Territory of East Georgia. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences - Elsevier, Vol. 18(1): Supplement 1: S1-S7.
4. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, ვ. ცომაია, მ. ძაძამია (2015). თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების კვლევა. თბილისი: ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, 121: 104-111.
5. Шенгелия Л. Д., Кордзахия Г. И., Тваури Г. А (2015). Методология и результаты исследования некоторых ледников Грузии на основе дистанционного зондирования. Коллективная монография по материалам ежегодной Международной научно-практической конференции XVIII Герценовские чтения „География: развитие науки и образования“. 22-25 апреля 2015 года, посвященной 70-летию создания ЮНЕСКО, С.-П. : 117-124.
6. George Kordzakhia, Larisa Shengelia, Genadi Tvauri, Murman Dzadzamia (2016). Application of Remote Sensing and GIS Technologies for the Inventory of Small Glaciers in Eastern Georgia. 2016. 4th International Geography Symposium, May 23-26, Kemer. Antalya, Turkey, Book of Proceedings: 505-514.
7. Шенгелия Л. Д., Кордзахия Г. И., Тваури Г. А., Дзадзамия М. Ш. (2016). Определение фирновой линии горных ледников по данным спутникового дистанционного зондирования. Коллективная монография по материалам ежегодной Международной научно-практической конференции LXIV Герценовские чтения „География: развитие науки и образования“. 21-23 апреля 2016 года, С.-П. : 199-205.
8. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია (2016). კლიმატის ცვლილების ზემოქმედება აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარებზე. სამეცნიერო-რეფერირებადი ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, 1 (721): 9-14.
9. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, ვ. ცომაია (2016). თანამგზავრული მონაცემებით მთის მყინვარების ფირნის ხაზის სიმაღლის განსაზღვრა გეფერის მეთოდის გამოყენებით. თბილისი: „ჰიდრომეტეოროლოგიის და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები“ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 123: 77-82.
10. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია (2016). საქართველოს მყინვარების ცვლილების ნეგატიური ტენდენციები კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე. სამეცნიერო-რეფერირებადი ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, 3 (723): 29-35.
11. Kordzakhia, G., Shengelia, L., Tvauri, G., Tsomaia, V., and Dzadzamia, M. (2016). Research of Glaciers Variation Dynamics in East Georgia under the Impact of Modern Climate Change. Proceedings of the Fourth Plenary Conference and Field Trips of UNESCO-IUGS-IGCP 610 project „From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary“ (2013-2017), 2-9 October, 2016: 96-100.
12. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, M. Dzadzamia (2016). Impact of Modern Climate Change on Glaciers in East Georgia. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, Vol. 10, 4: 56-63.
13. Марушвили Л. И., Курдгелайдзе Г. М., Лашхи Т. А., Инашвили Ш. В., Табидзе Д. Д. Каталог ледников СССР, Т. 9, вып. 1, ч. 2-6, Л.: Гидрометеиздат, 1975.
14. რ. გობეჯიშვილი, ვ. კოტლიაკოვი. გლაციოლოგია (მყინვარები). თბ.: უნივერსალი, 2006, 292 გვ.
15. რ. გობეჯიშვილი, ლ. ტიელიძე, ნ. ლომიძე, აღ. ჯავახიშვილი. მყინვარების მონიტორინგი კლიმატის ცვლილების ფონზე. გამომცემლობა „უნივერსალი“ თბილისი, 2012, 176 გვ.

16. Подозерский К.И. Ледники Кавказского хребта (Каталог ледников Кавказа). Зап. КОРГО, т. 29, в. 1, Тифлис, 1911, 200 с.

უაკ 551.50.501.7

დისტანციური ზონდირების (თანამგზავრული და აერო-ფოტო გადაღებების) გამოყენებით მდინარე ტვიბერის აუზის მყინვარების შესწავლის შედეგები /ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, ვ. ცომაია, ძაძამია მ/. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2017, ტ.124, გვ.97-106. ქართ. რეზ: ქართ., ინგლ., რუს.

სტატიაში განხილულია დისტანციური ზონდირების (თანამგზავრული და აერო-ფოტო გადაღებების) ტექნოლოგიების გამოყენებით მდინარე ტვიბერის აუზის მყინვარების თანამედროვე მდგომარეობა. ყოფილი საბჭოთა კავშირის მყინვარების სქემების და დისტანციური მონიტორინგის მონაცემების საფუძველზე ჩატარებულია ამ მყინვარების იდენტიფიკაცია. მყინვარების მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული სურათების და ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტოპოგრაფიული რუკების შედარებით გავლებულია ამ მყინვარების ამჟამინდელი კონტურები, მოყვანილია წარსული და ამჟამინდელი მდგომარეობები. განსაზღვრულია განხილული მყინვარების მახასიათებლები ავტორების მიერ შექმნილი მეთოდოლოგიების საფუძველზე.

UDC 551.50.501.7

**Results of the study of the modern conditions of the river Tviberi reservoir glaciers based on the remote sensing technologies (high resolution satellites, aerial photos) / L. Shengelia, G. Kordzakhia, G. Tvauri, V. Tsomaia, M. Dzadzamia/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology of the Georgian Technical University. 2017, vol.124, pp.97-106. Georg., Summ: Georg., Eng., Rus.**

The modern conditions of the river Tviberi reservoir glaciers are considered based on the remote sensing (high resolution satellites and aerial photos) technologies. The identification of the glaciers are performed using the former Soviet Union schemes along with the high-resolution satellites data. The glaciers modern contours, their past and modern conditions are constructed based on the comparison of the high resolution satellite images with topographic maps of the former Soviet Union. Glaciers characteristics are determined based on the methodology established by the authors.

УДК 551.50.501.7

**Результаты исследования ледников бассейна реки Твибери с использованием дистанционного зондирования (спутниковые и аэро-фото съёмки) / Л.Д. Шенгелия, Г.И. Кордзахия, Г.А. Тваури, В.Ш. Цомаия, Дзадзамия М. Ш./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического университета. 2017. вып. 124, с. 77-106. Груз. Рез: Груз., Англ., Рус.**

В статье рассмотрено современное состояние ледников бассейна реки Твибери с использованием дистанционного зондирования (спутниковые и аэро-фото съёмки). На основе ледниковых схем бывшего СССР и данных спутниковых наблюдений высокого разрешения проведено идентификация этих ледников. Сравнивая спутниковые снимки высокого разрешения с топографическими картами бывшего СССР проведены нынешние контуры ледников, приведены прошлое и нынешнее состояния ледников. На основе разработанной авторами методологии определены их характеристики.

**ნიადაგში მყარი მინარევის ბავრცელების მათემატიკური მოდელირების შესახებ**

დემეტრაშვილი დ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

**შესავალი**

ნიადაგი, რომელიც ბუნებრივი გარემოს ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ობიექტია, მიწის ქერქის ზედა თხელი ფენაა, რომელიც უზრუნველყოფს მცენარეებს მკვებავი ნივთიერებებითა და ტენით. ნიადაგის ფორმირება მიმდინარეობს ხანგრძლივად მთის ქანებზე და მისი სისქე სხვადასხვა ადგილებში სხვადასხვაა, იგი მერყეობს 2-3 მეტრიდან რამოდენიმე სანტიმეტრამდე. ნიადაგი წარმოადგენს მრავალფაზურ კაპილარულ-ფოროვან დისპერსიულ სისტემას, სადაც ნივთიერება იმყოფება მყარ, თხევად და აიროვან მდგომარეობაში [1-3]. ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესების მიმდინარეობის თვალსაზრისით იგი მეტად რთული ბუნებრივი ობიექტია, რომლის შემადგენელი კომპონენტებია მინერალური ნაწილაკები, ძირითადად მცენარეული წარმოშობის ორგანული ნივთიერება, ნიადაგის წყალი მასში გახსნილი მინერალური და ორგანული ნაერთებით, ნიადაგის ჰაერი და ნიადაგში მცხოვრები ცოცხალი ორგანიზმები.

ბოლო ათეულ წლებში ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის გააქტიურებამ სერიოზული ეკოლოგიური პრობლემები წარმოშვა, რაც უმთავრესად დაკავშირებულია მყარ, თხევად და აიროვან დამაჭუჭყიანებელ ნივთიერებათა ზრდასთან ბუნებრივი გარემოს ობიექტებში – ატმოსფეროში, ჰიდროსფეროსა და ნიადაგში [4-7]. ეკოლოგიური უსაფრთხოების საკითხი XXI საუკუნის ერთ-ერთ უმთავრეს გამოწვევად იქცა. განსაკუთრებით დიდ საშიშროებას უქადის ადამიანთა ჯანმრთელობას სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების ნიადაგების დაჭუჭყიანება ანთროპოგენური წარმოშობის მყარი და თხევადი ნივთიერებებით. ატმოსფეროდან მიწის ზედაპირზე დაღეკილი მძიმე ლითონები, რადიოიზოტოპები და სხვა დამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებები დროთა განმავლობაში გადაიტანება ნიადაგის ქვედა ფენებში და ხდება ამ ნივთიერებათა სორბცია მცენარეთა ფესვების მიერ, რასაც ადამიანი საკვებად გამოიყენებს. ამგვარად, ნიადაგების დაჭუჭყიანება მანვე ინგრედიენტებით უშუალოდ აისახება ადამიანის ცხოველქმედებასა და ჯანმრთელობაზე.

ტოკსიკური მძიმე ლითონებით (Pb, Cu, Ni, Mn და სხვ.) ნიადაგის დაჭუჭყიანების ძირითადი წყაროა ავტოტრანსპორტი და ზოგიერთი საწარმოო ობიექტი, რომელთა გამონაბოლქვში არის ტყვია და სხვა მძიმე მეტალები [8-10]. გარემოს დაბინძურების მნიშვნელოვან წყაროს შეიძლება წარმოადგენდეს აგრეთვე სტიქიური ნაგავსაყრელები, რომლებიც, სამწუხაროდ, არცთუ იშვიათად გვხვდება საქართველოს ტერიტორიაზე [7].

დამაჭუჭყიანებელ ნივთიერებათა გავრცელება ნიადაგში რთული პროცესია, რომელიც პირდაპირ კავშირშია სითბოსა და ტენის გადატანის პროცესებთან. მისი შესწავლა, რაოდენობრივი შეფასება და პროგნოზი შესაძლებელია მათემატიკური მოდელირების მეთოდების გამოყენებით. დღეისათვის შემუშავებულია მთელი რიგი მათემატიკური მოდელირებისა, რომლებიც გარკვეული მიახლოებით აღწერენ ნიადაგში მყარი და თხევადი დამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებების გადატანის პროცესებს [11-18].

წინამდებარე სტატიაში განიხილება ნიადაგში მყარი მინარევის გავრცელების პრობლემა თბოგადაცემის პროცესებთან კავშირში, წარმოდგენილია ნიადაგში მყარი მინარევის ვერტიკალზე მიგრაციის არასტაციონარული ერთგანზომილებიანი მოდელი და გამარტივებულ შემთხვევაში მოდელირებულია ნიადაგის ზედაპირზე დაღეკილი მინარევის ქვედა ფენებში გავრცელების პროცესი ტყვიის მაგალითზე.

**ამოცანის ფორმულირება**

ჩამოვყალიბოთ ნიადაგის სიღრმეში მყარი დამაჭუჭყიანებელი მინარევის გავრცელების ამოცანა, თუ ცნობილია მისი კონცენტრაცია ნიადაგის ზედაპირზე. მძიმე მეტალებისა და სხვა მინარევეთა მიგრაციულ პროცესებში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ნიადაგის თხევად ფაზას- წყალს მასში გახსნილი მინერალური და ორგანული ნაერთებით, რომელიც თამაშობს სატრანსპორტო ფუნქციის როლს არამარტო მკვებავი ნივთიერებების, არამედ უმცირესი მყარი ნაწილაკების ნიადაგის ქვედა ფენებში გასავრცელებლად. ეს პროცესი

აღვწეროთ შემდეგი დიფერენციალური განტოლების საფუძველზე (z ღერძი მიმართულია ზედაპირიდან ვერტიკალურად ქვემოთ):

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{\partial \varphi (w_G + w_w)}{\partial z} + \sigma \varphi = \frac{\partial}{\partial z} D \frac{\partial \varphi}{\partial z} \quad (1)$$

შემდეგი სასაზღვრო და საწყისი პირობების გამოყენებით

$$\varphi = \tilde{\varphi}, \quad \text{როცა } z = 0,$$

$$-D \frac{\partial \varphi}{\partial z} = 0, \quad \text{როცა } z = H, \quad (2)$$

$$\varphi = \varphi_0 \quad \text{როცა } t = 0. \quad (3)$$

აქ  $\varphi$  მინარევის მასური კონცენტრაციაა (მგ/კგ),  $D$  მოლეკულური დიფუზიის კოეფიციენტი,  $w_w$  ნიადაგის ფორებში წყლის გადაადგილების სიჩქარეა,  $\sigma$  პარამეტრია, რომელიც განსაზღვრავს მინარევის სორბციის ინტენსივობას მცენარეთა ფესვების მიერ.  $H$  ნიადაგის სიღრმეა.  $w_G$  ნაწილაკების გრავიტაციული დაღეკვის სიჩქარეა, რომელსაც განსაზღვრავთ სტოქსის ფორმულის საშუალებით სფერული ფორმის ნაწილაკებისათვის

$$w_G = \frac{2}{9} g r^2 \frac{\rho_1 - \rho_w}{\eta}, \quad (4)$$

სადაც  $r$  ნაწილაკის რადიუსია,  $g$  თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა;  $\rho_1$  და  $\rho_w$  ნაწილაკისა და წყლის სიმკვრივეებია, შესაბამისად;  $\eta$  წყლის დინამიკური სიბლანტის კოეფიციენტი, რომელიც ტემპერატურის ფუნქციაა და მას განსაზღვრავთ პუანსონის ფორმულის საშუალებით

$$\eta(T) = 0.000183 / (1 + 0.0337T^0(z,t) + 0.000221T^{0.2}(z,t)). \quad (5)$$

აქ  $T^{\circ}\text{C}$  ნიადაგის ტემპერატურაა, რომელიც დროისა და ვერტიკალური კოორდინატის ფუნქციაა. ზოგადი მოსაზრებიდან გამომდინარე, შეიძლება მივიღოთ, რომ მოლეკულური დიფუზიის კოეფიციენტი

$$D = \alpha \eta(z,t) / \rho_w,$$

სადაც  $\alpha$  გარკვეული კოეფიციენტი, რომელიც ნიადაგის ტენიანობის ფუნქციად შეიძლება მივიჩნიოთ.

როგორც ამოცანის ფორმულირებიდან ჩანს, მოდელში მინარევის მიგრაცია ნიადაგში განპირობებულია ადვექციით ნიადაგის წყლის მიერ, გრავიტაციული სედიმენტაციით, მოლეკულური დიფუზიითა და მინარევის სორბციით მცენარეთა ფესვების მიერ. ამოცანის დასმიდან ცხადია, რომ მინარევის გავრცელების ამოცანის სრულფასოვანი გადაჭრისათვის საჭიროა ეს პრობლემა განხილულ იქნას ნიადაგში სითბოსა და ტენის გადატანის პროცესებთან კავშირში. მოცემულ სტატიაში შემოვიფარგლებით ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმის განსაზღვრის მეთოდის აღწერით.

### ნიადაგის ტემპერატურული ველის განსაზღვრა

ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმის ცოდნა ერთ-ერთი ფაქტორია მინარევის გავრცელების პროცესის საიმედო მოდელირებისათვის, რადგანაც თერმული ველი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნიადაგის თხევადი ფაზის სიბლანტისა და მინარევის დიფუზიის კოეფიციენტებზე. ამგვარად, ნიადაგში მინარევის გავრცელების ამოცანა მოიცავს ნიადაგის სითბური რეჟიმის ამოცანასაც, რომლის სრულფასოვანი გადაწყვეტა სერიოზულ სიმკვლეებთანაა დაკავშირებული. იმის გამო, რომ ნიადაგი წარმოადგენს მრავალფაზურ კაპილარულ-ფოროვან სისტემას, მასში სითბოს გადაცემის პროცესი ერთდროულად

ხორციელდება რამოდენიმე მექანიზმით, კერძოდ, ნიადაგის მყარ ფაზაში მოლეკულური სითბოგამტარობით, გამოსხივებით და ნიადაგის თხევად და აირად ფაზებში - ძირითადად კონვექციით. [3]-ის თანახმად, ამ სიძნელის გადალახვა შესაძლებელია, თუ ნიადაგს განვიხილავთ როგორც კვაზიერთგვაროვან სისტემას, რომლის თბოფიზიკური პარამეტრები (მოცულობითი სითბოტევადობის, ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტები) წარმოადგენენ ეფექტურ მახასიათებლებს, რომლებიც მთლიანობაში აღწერენ ზემოთ ჩამოთვლილ მექანიზმებს. ეს იმას ნიშნავს, რომ ნიადაგის კვაზიერთგვაროვანი სისტემა თბოფიზიკური პარამეტრების ეფექტური მნიშვნელობებით ექვივალენტურია რეალური მრავალფაზიანი სისტემისა შესაბამისი თბოფიზიკური მახასიათებლებით.

ნიადაგის თერმული რეჟიმის განსაზღვრა კიდევ უფრო რთულდება იმითაც, რომ რეალურ ბუნებრივ პირობებში ნიადაგის თერმული რეჟიმის ფორმირება პირდაპირ კავშირშია ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის თერმულ რეჟიმთან, ეს უკანასკნელი კი დაკავშირებულია ატმოსფეროს სხვა პარამეტრებთან - ქარისა და ღრუბლიანობის ველთან, მზის რადიაციასთან და სხვ. ამიტომ, ნიადაგში ტემპერატურული ველის განსაზღვრის ამოცანის სრული ფორმულირება მოითხოვს ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენის განტოლებათა სისტემისა და ნიადაგში სითბოს გადატანის განტოლებათა ერთობლივ განხილვას სითბური ბალანსის განტოლების ჩართვის გზით ატმოსფერო-ნიადაგის საზღვარზე. ასეთი სრული სახით ამოცანის რეალიზაციისათვის შესაძლებელია [19-21]-ში შემოთავაზებული ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენა - ნიადაგის რიცხვითი მოდელის გამოყენება გარკვეული მოდიფიკაციის შემდეგ. მომავალში შესაძლებელია აგრეთვე, აღნიშნულ მოდელში ცალკეული ბლოკის სახით ჩაირთოს ატმოსფეროსა და ნიადაგში მყარი მინარევის გავრცელების პროცესის აღმწერი განტოლებები შესაბამისი სასაზღვრო პირობებით ატმოსფერო-ნიადაგის საზღვარზე.

წინამდებარე სტატიაში შემოვიფარგლებით მხოლოდ ნიადაგის თერმული რეჟიმის განხილვით მის ზედაპირზე ტემპერატურის, როგორც დროის ცნობილი ფუნქციის მოცემით.

ამგვარად, ნიადაგში განიხილება მოლეკულური სითბოგამტარობის განტოლება

$$C(z) \frac{\partial T'}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \lambda(z) \frac{\partial T'}{\partial z}, \quad (6)$$

$$T(z,t) = T_0(z) + T'(z,t),$$

სადაც  $T_0$  საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურაა,  $T'$  ტემპერატურის გადახრაა საშუალო დღე-ღამური მნიშვნელობიდან,  $C$  ეფექტური მოცულობითი სითბოტევადობის კოეფიციენტი, ხოლო  $\lambda$  ეფექტური თბოგამტარობის კოეფიციენტი. [2] - ის თანახმად ამ სიდიდეთა ცვლილება სიღრმის მიხედვით შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი ექსპონენციალური კანონით

$$C(z) = C_1 e^{-\beta(1-z/h)}, \quad 0 \leq z \leq h, \quad (7)$$

$$\lambda(z) = \lambda_1 e^{-\beta(1-z/h)}, \quad 0 \leq z \leq h,$$

$$C = C_1 \quad z \geq h, \quad (8)$$

$$\lambda = \lambda_1 \quad z \geq h,$$

სადაც  $h$  გარკვეული სიღრმეა ნიადაგში.

(6) განტოლება (7) და (8) ტოლობების გათვალისწინებით ამოიხსნება შემდეგი საწყისი და სასაზღვრო პირობების გამოყენებით

$$\begin{aligned} T'(0,t) &= A_0 \sin(2\pi/T_d t), & z=0, \\ T' &= 0, & z=H \\ T' &= 0, & t=0. \end{aligned} \quad (9)$$

აქ  $A_0$  ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურის დღე-ღამური რხევების ამპლიტუდაა, ხოლო  $T_d$  დღე-ღამური რხევების პერიოდია (24 სთ).

C და  $\lambda$  კოეფიციენტების სიღრმის მიხედვით მუდმივობის შემთხვევაში (6) განტოლების ანალიზურ ამონახსნს (9)-ის გათვალისწინებით შემდეგი სახე აქვს (სრული ტემპერატურისათვის) [3]

$$T(z,t) = T_0 + A_0 e^{-z\sqrt{\pi/aT_d}} \sin\left[2\pi/T_d(t-z/2*\sqrt{T_d/a\pi})\right], \quad (10)$$

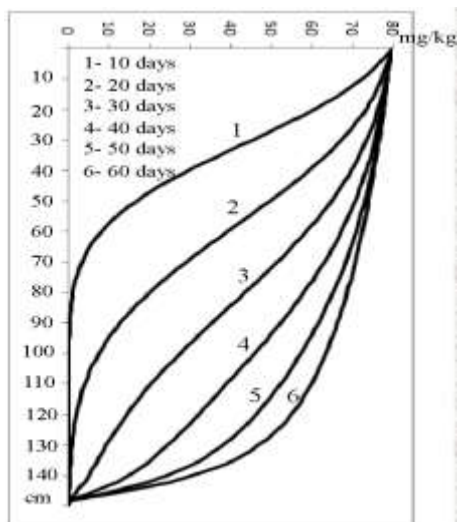
სადაც  $a = \lambda/C$  ნიადაგის ტემპერატურაგამტარებლობის კოეფიციენტი.

### გამოთვლითი ექსპერიმენტი

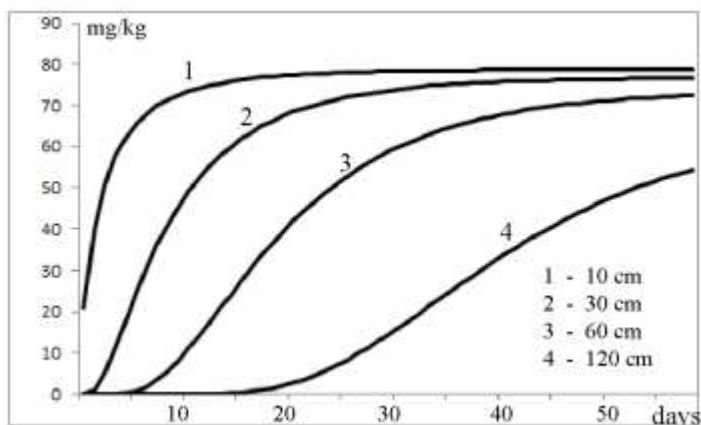
გამარტივებულ შემთხვევაში მოდელირებულია ტყვიის გავრცელება ნიადაგის სიღრმეში, როცა ტყვიის კონცენტრაცია დედამიწის ზედაპირზე მოიცემოდა  $\tilde{C} = 80$  მგ/კგ და მუდმივი იყო მთელი საინტეგრო დროის განმავლობაში (საინტეგრო დრო შეადგენდა 2 თვეს). ამ მიზნით (1)-(3) ამოცანა (4) და (5)-ის გათვალისწინებით ამოხსნილია სასრულ-სხვაობითი მეთოდით კრანკ-ნიკოლსონის სქემის გამოყენებით, ხოლო განტოლების აპროქსიმაციის შედეგად მიღებული ალგებრულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნის ნაცად გამოიყენებოდა ფაქტორიზაციის მეთოდი [22]. ნიადაგის ტემპერატურული ველი განისაზღვრებოდა (10) ანალიზური ფორმულით. ამოცანის პარამეტრებს შემდეგი მნიშვნელობები ენიჭებოდათ: ტყვიის სიმკვრივე  $\rho_1 = 11.3$  გ/სმ<sup>3</sup>,  $\rho_w = 1$  გ/სმ<sup>3</sup>,  $w_w = 1.10^{-5}$  სმ<sup>3</sup>/წმ,  $\sigma = 44.10^{-9}$  წმ<sup>-1</sup> (ეს მნიშვნელობა შეესაბამებოდა მცენარეთა ფესვების მიერ ტყვიის სორბციით გამოწვეულ საწყისი კონცენტრაციის შემცირებას 2-ჯერ 6 თვიან პერიოდში),  $a = 3.10^{-3}$  სმ<sup>2</sup>/წმ,  $T_0 = 40^\circ\text{C}$ ,  $g = 980$  სმ<sup>2</sup>/წმ,  $r = 2.5.10^{-6}$  სმ,  $H = 150$  სმ,  $D = 3.10^{-4}$  სმ<sup>2</sup>/წმ. ვერტიკალზე აღებული იყო 75 დონე ბადის ბიჯით  $\Delta z = 2$  სმ, დროითი ბიჯი  $\Delta t = 20$  წთ. საწყის  $t = 0$  მომენტში მინარევის კონცენტრაცია  $C_0 = 0$ .

ნახ.1-ზე მოცემულია ტყვიის კონცენტრაციის პროფილები  $t = 0$  მომენტიდან ყოველი 10 დღის შემდეგ. ნახაზიდან ნათლად ჩანს, რომ დროთა განმავლობაში დაჭუჭყიანება თანდათან ვრცელდება ნიადაგის ქვედა ფენებში და კონცენტრაციის ვერტიკალური განაწილება თვისებრივად იცვლება. ინტეგრირების დაწყებიდან პირველ დღეებში ნიადაგის ზედა რამოდენიმე ათეული სანტიმეტრი სისქის ფენაში ფორმირდება დაჭუჭყიანების კონცენტრაციის მაღალი გრადიენტები და შესაბამისად კონცენტრაციები სწრაფად მცირდება სიღრმის მიხედვით, დროის შემდგომ პერიოდში მინარევის პროფილი ტრანსფორმაციას განიცდის, რის შედეგადაც გრადიენტები ნიადაგის ზედა ფენაში თანდათან მცირდება მინიმალურ მნიშვნელობამდე. მაგალითად, 10 დღის შემდეგ 40 სმ სისქის ფენაში კონცენტრაცია შემცირდა 89-დან 30 მგ/კგ-მდე, მაშინ როდესაც ორი თვის შემდეგ იმავე ფენაში კონცენტრაციის შემცირება მხოლოდ 3-4 მგ/კგ-ია. თანდათანობით მიმდინარეობს დაჭუჭყიანების გავრცელების პროცესი ნიადაგის ქვედა ფენებში. თუ ტყვიისათვის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციად (ზდკ) 32 მგ/კგ-ს მივიღებთ [10], მაშინ, როგორც ნახ.1-დან ჩანს, ინტეგრირების დაწყებიდან 10 დღის შემდეგ დაახლოებით 40 სმ სიღრმის ქვემოთ, მინარევის კონცენტრაცია ზდკ-ზე ნაკლებია, მაგრამ ერთი თვის შემდეგ უკვე 100 სმ ქვემოთაა დაჭუჭყიანება ზდკ-ზე ნაკლები.

ნახ. 2-ზე ნაჩვენებია მინარევის კონცენტრაციათა დროში ცვალებადობა სხვადასხვა სიღრმეებზე. ნახაზიდან ჩანს, რომ ნიადაგის ზედა ფენებში დაახლოებით 30 სმ სიღრმემდე კონცენტრაციები შედარებით სწრაფად იზრდება პირველ 10-15 დღეში, ხოლო შემდგომ პრაქტიკულად აღარ იცვლება, ქვედა ფენებში კონცენტრაციათა ზრდა გაცილებით ნელა მიმდინარეობს. მაგალითად, 10 სმ სიღრმეზე მინარევის კონცენტრაცია ნულოვანი მნიშვნელობიდან 78 მგ/კგ-მდე დაახლოებით 15 დღეში იზრდებოდა, მაშინ როდესაც 120 სმ სიღრმეზე დაჭუჭყიანება 40 დღის შემდეგ აჭარბებდა ზდკ-ს და 55 დღის შემდეგ 50 მგ/კგ კონცენტრაცია დაიკვირვებოდა.



ნახ.1. მინარევის კონცენტრაციათა ვერტიკალური პროფილები ინტეგრების დაწყებიდან 10, 20, 30, 40, 50, და 60 დღის შემდეგ.



ნახ. 2. მინარევის კონცენტრაციათა დროში გავრცელება 10, 30, 60 და 120 სმ სიღრმეებზე.

### დასკვნები

ნიადაგში მყარი მინარევების გავრცელებაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ნიადაგის ფორმებსა და ნაპრალებში მყოფ წყალს, რომელიც სატრანსპორტო ფუნქციის როლს ასრულებს. ნიადაგის წყლის მოძრაობის განსაზღვრა, მისი სიბლანტისა და მასში მინარევების მოლეკულური დიფუზიის კოეფიციენტების ტემპერატურაზე დამოკიდებულება საჭიროებს ნიადაგის ტენისა და სითბოს გადატანის პროცესების სრულ აღწერას. თავის მხრივ, ეს პროცესები მჭიდრო კავშირშია ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში მიმდინარე თერმოდინამიკურ პროცესებთან. ამგვარად, ნიადაგში მყარი ანთროპოგენური მინარევების გავრცელების პროცესის შესწავლა მათემატიკური მოდელირების საფუძველზე რთული ამოცანაა, რომლის საიმედო და სრულფასოვანი გადაწყვეტა საჭიროებს ერთიან კომპლექსურ მიდგომას. ეს მიდგომა ითვალისწინებს ნიადაგში, გარდა მინარევის გადატანის განტოლებისა, სითბოსა და ნიადაგის ტენის გადატანის განტოლებათა და ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენაში ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სისტემის ერთობლივ განხილვას



ნიადაგი-ატმოსფეროს საზღვარზე სითბოსა და ტენის ბალანსის განტოლებათა გათვალისწინებით.

მოცემულ სტატიაში ილუსტრირებულია მყარი მინარევის ვერტიკალური გავრცელების პროცესი ტყეის მაგალითზე გამარტივებულ შემთხვევაში, როცა ნიადაგის ტემპერატურული ველი ცნობილი ფუნქციასა და წარმოადგენს ნიადაგის სითბოგამტარობის განტოლების ანალიზურ ამონახსნს მუდმივი კოეფიციენტების შემთხვევაში.

### ლიტერატურა –ЛИТЕРАТУРА - REFERENCES

1. Качинский Н. А. Физика почвы. Москва, издательство “Высшая школа“, 1965, 323 с.
2. Нерпин С. В., Чудновский А. Ф. Физика почвы. Москва, “Наука”, 1967, 583с.
3. Чудновский А. Ф. Теплофизика почвы. Москва, “Наука”, 1976, 352 с.
4. Кларк У. К. Управление планетой Земля. В мире науки. 1989. №11, с.7-15.
5. Грейдел Т. Э., Крутцен П. ДЖ. Меняющаяся атмосфера. В мире науки. 1989. №11, с.16-25.
6. Mironescu L. The fight against harm to the environment in the Black Sea. Parliamentary Assembly of Council of Europe. 2008, <http://assembly.coe.int>.
7. ბუაჩიძე ნ. საქართველოში არსებული სტიქიური ნაგავსაყრელების გავლენის შეფასება მიმდებარე ტერიტორიების ეკოსისტემების მდგომარეობაზე. თბილისი, 2015, 88 გვ.
8. Svanidze Z., Gunia G., Svanidze L. About monitoring of metal impurity in environments of areas of intensive anthropogenous influence of Georgia. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. საერთაშორისო სამეც.-ტექნიკური კონფერენციის მასალები “ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები“. 28-30 მაისი 2013, თბილისი, 2013, ტ.119, გვ. 207-211.
9. Гонеев И. А., Чепелев О. А., Голусов П. В. Общие закономерности распространения тяжелых металлов в почвах зоны влияния горнорудных предприятий КМА. Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета, 2011, т.1, №2, 8с.
10. წიკლაური ო., ქავთარაძე მ., ჭირაქაძე ა., შაფაქიძე ე., კორძაძე ა., კვინიკაძე მ., დემეტრაშვილი დ., სიღამონიძე შ. ტრანსკავკასიური ავტოსატრანსპორტო მაგისტრალის მიმდებარე ტერიტორიის ეკომონიტორინგი. საქართველოს ქიმიური ჟურნალი, 2016, ტ.16, №1, გვ.125-130.
11. Сафронова Т. И., Степанов В. И. Математическое моделирование в задачах агрофизики. Краснодар, КубГАУ, 2012, 110 с.
12. Yahya M. D., Abdulfatai J. Mathematical modeling and simulation of mobility of heavy metals in soil contaminated with sewage sludge. [http://leipt.academicdirect.org/A10/get\\_hm.php?htm=157\\_168](http://leipt.academicdirect.org/A10/get_hm.php?htm=157_168)
13. Nedunuri K. V., Govindaraju R. S., Erickson L. E., Schwab A. P. Modeling of heavy metal movement in vegetated, unsaturated soil with emphasis on geochemistry. Proceedings of the 10h annual Conference on hazardous waste research. 1995, May 23-24, Kansas State University, pp. 57-66.
14. Сурмава А. А. Математическое моделирование переноса влаги и растворенного вещества в почве. Тр. Закавказского регионального научно-исследовательского гидрометеорологического Института. Москва, Гидрометеоиздат, 1988, вып.86(93), с. 3-9.
15. Матвеев Ю. Н., Масленников Б. И., Карельская К. А., Стукалова Н. А. Математическое моделирование процессов распространения загрязняющего вещества в почвогрунтах и атмосфере при его аварийном разливе. Интернет-журнал “Науковедение“, 2016, т.8, № 5, 9с. <http://naukovedenie.ru/PDF/65TVN516.pdf>
16. Surmava A. A. The numerical modeling of spreading of spilled oil and oil-products in some soils of Georgia. J. Georgian Geoph. Society. Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma. 2001, v. 6, pp.41-46.
17. Surmava A. A., Kukhalashvili V. G., Kacharava G. G. Numerical 3D model of soil pollution by oil. J. Georgian Geoph. Society. Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma. 2004, v. 9, pp.18-22.
18. Mirtskhoulava Ts. Kordzadze A. Surmava A., Demetrashvili D. Numerical modeling of a soil pollution by oil from an open rectangular pit. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, 2006, т. 173, №2, pp. 295-297.

19. Деметрашвили Д. И. Нестационарная квазиодномерная модель планетарного пограничного слоя Земли. Тр. Закавказского регионального научно-исследовательского гидрометеорологического института. Москва, Гидрометеоиздат, 1989, выпуск 91(98), с.84-93.
20. Деметрашвили Д. И. О численном прогнозе приземной температуры с помощью модели планетарного пограничного слоя. Информационное письмо. Грузинское республиканское управление по гидрометеорологии и контролю природной среды. 1987, № 4(120), с. 34-48.
21. Деметрашвили Д. И. К вопросу о гидродинамическом прогнозе суточного хода температуры. Сообщения академии наук Грузинской ССР. 1989, т. 133, № 3, с. 549-552.
22. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. Москва "Наука", 1982, 319 с.

უაკ 519.711.3

**ნიადგზში მყარი მინარევის გავრცელების მათემატიკური მოდელირების შესახებ/დ. დემეტრაშვილი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2017.-ტ.124-გვ.107-113-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.**

მოცემულ სტატიაში ნიადაგში მყარი მინარევის გავრცელების ამოცანა განიხილება როგორც კომპლექსური ამოცანა, რომლის სრული გადაწყვეტა დაკავშირებულია ნიადაგში სითბოსა და ტენის გავრცელების პროცესებთან და ატმოსფეროს ქვედა მიწისპირა ფენაში თერმოდინამიკურ პროცესებთან. მოცემულია ასეთი კომპლექსური მათემატიკური მოდელის აგების ერთ-ერთი გზა. სტატიაში რეალიზებულია შედარებით მარტივი, ნიადაგში მყარი მინარევის გავრცელების ერთგანზომილებიანი არასტაციონარული ამოცანა, სადაც მინარევის მიგრაცია განპირობებულია ადვექციური გადატანით ნიადაგის წყალში, გრავიტაციული სედიმენტაციით, მოლეკულური დიფუზიითა და მცენარეთა ფესვების მიერ მინარევის სორბციით. ილუსტრაციის მიზნით მოყვანილია ტყვიის ვერტიკალზე გავრცელების მოდელირების შედეგები ერთ კონკრეტულ შემთხვევაში.

UDC 519.711.3

**ON MATHEMATICAL MODELING OF SPREADING OF SOLID ADMIXTURE IN THE SOIL /D. Demetrasvili/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2017,- V.124.-pp.107-113 -Georg.; Summ. Georg., Eng., Russ.**

In the present paper a problem of spreading of a solid impurity in the soil is considered as a complex problem, full solution of which is associated with heat and moisture transfer processes in the soil and with thermodynamic processes in the atmospheric surface layer. One of the ways of constructing such a complex mathematical model is described. In this paper relatively simple nonstationary one-dimensional problem of distribution of a solid impurity in the soil is realized, where impurity migration is caused by advective transport in the soil water, gravitational sedimentation, molecular diffusion and sorption by plant roots. For the purpose of illustration, the results of modeling the distribution of the lead along the vertical in one particular case are given.

УДК 519.711.3

**О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ТВЕРДОЙ ПРИМЕСИ В ПОЧВЕ./Д. Деметрашвили/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Технического Университета, -2017.-т.124 –с.107-113- Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.**

В настоящей статье задача распространения твердой примеси в почве рассматривается как комплексная задача, полное решение которой связано с процессами распространения тепла и влаги в почве и с термодинамическими процессами в приземном слое атмосферы. Дается одна из путей построения такой комплексной математической модели. В статье реализована сравнительно простая, нестационарная одномерная задача распространения твердой примеси в почве, где миграция примеси обусловлена адвективным переносом в почвенном растворе, гравитационной седиментацией, молекулярной диффузией и сорбцией корнями растений. С целью иллюстрации приводятся результаты моделирования распространения свинца по вертикали в одном конкретном случае.

